

Vorbericht über geologische und lagerstätten- kundliche Untersuchungen in Nurestan, Afghanistan

Von GERHARD FUCHS, ALOIS MATURA & OTMAR SCHERMANN

Mit 2 Abbildungen

Schlüsselwörter

Afghanistan
Nurestan
Kristallin
Be-Li-Pegmatite

Inhaltsverzeichnis

Summary	9
Einleitung	11
I. Die Gesteinsserien	14
1. Der Mischgneiskomplex	14
2. Die Marmor-Serie	14
3. Die karbonatarme Metasediment-Metavulkanit-Serie	16
4. Die Quarzit-Serie	17
5. Die Diorite bis Gabbros	17
6. Die Biotitquarzite, Biotit-Hornblendegranite und -gneise	17
7. Die Zweiglimmergranite	18
8. Das Gangefolge	18
9. Die Lamprophyre	21
II. Tektonik	21
III. Regionaler Überblick	21
IV. Die wirtschaftliche Bedeutung der Pegmatite	22
Literatur	23

Summary

On the base of a bilateral development agreement between Afghanistan and Austria a team of 4 Austrian geologists has studied the Nilaw area in Nurestan. Previously Russian experts had found occurrences of rare metal pegmatites there. The region was mapped by our group on a 1 : 50.000 scale with special attention to the pegmatites. A preliminary report is given based on the field observations.

Nurestan is formed by crystalline rocks. The series found in the mapped area are the following:

There is a thick complex of *migmatites* (banded gneisses, metablastites, augengneisses etc.). Its relations to surrounding rock units suggest a heterogeneous origin.

Anschrift der Verfasser: Geologische Bundesanstalt, Postfach 154, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien.

The Marble Series is an outstanding feature in the landscape by its light colours and banded character. It consists of marble, calcisilicate rocks, carbonate gneiss and -quartzite, and laminated sombre coloured metasilstones.

The nearly non-calcareous metasedimentary-metavolcanic series is formed by dirty green grey silky slates, phyllites, schists, impure quartzites, and cherty rocks, traps (partly amygdaloidal) greenschists, agglomerates and rare carbonate intercalations. The components in the agglomerates indicate reworking of the Marble Series. Facies intertonguings are probable, thus there seems to be no great hiatus in age between these series.

Where the metamorphic grade of the series is higher it consists of biotite schists and -gneisses being frequently clark in colour two-mica schists and grey quartzites. Cross-bedding, lamination, and graded bedding are common. Andalusite, frequently converted into muscovite, garnet and staurolite are typical minerals in these rocks. The volcanics have been altered to amphibolite and greenschist. The migmatization ends abruptly along the boundary against that para-series; locally it may affect these rocks, which indicates the heterogeneous origin of the migmatite complex.

The Quartzite Series is formed by well-bedded quartzites of white, cream, green, grey oder brown colours. They may alternate with garnet-staurolite-mica schists or phyllitic mica schists. There are transitions into the series described above indicating that there is no difference in age, but only in facies.

The diorites to gabbros are fine to coarse-grained rocks of massive and homogeneous character. Locally fluidal banding or schistosity are observed. The orientation of these structural features indicates fan structure of the Nilaw pluton. The diorites penetrate the country rock with sharp unconformable contacts. In certain zones they are very rich in inclusions of marble, quartzite, gneiss etc. (see Abb. 1). The diorite was found to form blocks and lenses in the migmatites of the Darrahe Dono (Dono valley) and SE and NW of Nespal, whereas dikes of diorite cut the migmatites of other localities (heterogeneous nature of the migmatite complex).

Biotite granite, biotite-hornblende granite and -gneisses have large extension and they frequently accompany the diorite. They prove to be younger than the diorite however, gradations from granite to diorite are not unfrequent, which shows that the granites immediately followed the intrusion of the diorites. The rocks are massive or may be foliated to augen gneiss. There are porphyric and aplitic varieties.

The two-mica granites are distinguished from the above granites by their content of muscovite, frequency of tourmaline and lighter colour. They are homogeneous-massive and show discordant and sharp contacts.

The country rocks are penetrated by lots of steeply dipping dikes of granite and pegmatite. The granites grade into pegmatites, which contain biotite, muscovite, black tourmaline and rare beryl.

As the veins enter the diorite their form, thickness and orientation becomes very regular. Horizontal or dipping at low angles the veins may be traced over kilometers. The thicknesses lie between dm and 40 m, but commonly between 1 and 20 m. Generally speaking the pegmatites within the Nilaw diorite show forms resembling a watch-glass. In the centre they are horizontal and they dip gently towards the margins, particularly towards west. The pegmatites are free of biotite and of granitic zones. Their internal zoning is asymmetric. At the base of a dike the pegmatite is fine-grained, whereas in the upper parts of a dike block microcline and block quartz predominate. Usually a characteristic feature of the pegmatites is a sporadic occurrence of beryl; but in the area NW of Nilaw spodumene and lepidolite occur with beryl lacking.

Farther to the west (Bedak valley) the pegmatites die away and are replaced by thin quartz veins and veins containing a paragenesis of quartz, epidote, axinite (?), chlorite, adulara etc.

Thus, a regional zoning is obvious already according to the field observations.

The genesis of the Nilaw pegmatites is an interesting problem. Their regularity may be explained by the homogeneous character of the diorite.

Form and orientation of the veins, which clearly follow tension joints, are related to a series of factors, eg. reduction of the volume of the cooling diorite, the form of the isotherms, lateral compression, as shown by the fan structure of the diorite pluton, the emplacement of the two-mica granite etc. The Nilaw pegmatite veins are the result of the combined action of the above factors during the relatively short period of pegmatite formation.

There are further beryl bearing pegmatites in the Mundol area (Darrahe Nurestan). Lamprophyre dikes are only known from SE Atati and Darrahe Purdum.

Structure: The strike of the gneiss series varies around NNE-SSW, dip being generally steep. B-axes lie in the strike direction. The intrusions also follow this direction, though they frequently cut across the strike of the country rock.

There are also steep fault lines traversing the mapped area in N-S- to NE-SW-direction. They cause mylonitization of the adjoining rocks, only some granitic dikes seem to be younger.

Finally it is stressed that there are no indications of nappe structure and that the mapped area belongs to one tectonic unit.

Regional outline: The geologic history of the polymetamorphic crystalline seems to be the following. Palaeozoic sedimentary successions were deposited on Precambrian migmatite series and both have suffered metamorphism before the intrusion of the igneous rocks. These started with the diorites to gabbros immediately followed by the biotite- and biotite-hornblende granites. This magmatic activity caused a partial reactivation of the older gneiss series. In a late phase of cooling the Nilaw diorite was injected by the pegmatites, which have their source in the two-mica granite intrusions.

Economic importance of the pegmatites: We are not authorized to publish data on the economy of the occurrences.

Einleitung

Auf Grund eines bilateralen Entwicklungshilfeabkommens zwischen Afghanistan und Österreich (IKFE-Projekt 500 — Afghanistan) wurde im Sommer 1972 ein österreichisches Expertenteam nach Afghanistan entsandt. Dr. H. HOLZER (Geologische Bundesanstalt) führte die vorbereitenden Arbeiten in Kabul durch, die Feldgruppe bestand aus vier Mann: Dr. G. FUCHS (Leiter, Geologische Bundesanstalt), Dr. A. MATURA (Geologische Bundesanstalt), Dr. S. POLEGEG (Montanistische Hochschule Leoben) und Dr. O. SCHERMANN (Geologische Bundesanstalt). Dr. POLEGEG sah sich der extremen Belastung bereits des Anmarschweges nicht gewachsen und kehrte nach Kabul und dann nach Österreich zurück. Er wurde später durch Herrn HERBERT GROHMANN ersetzt. Die Feldgruppe war sechs Monate, von Juni bis Dezember 1972, in Afghanistan tätig. Die Aufgabe war, das Gebiet von Nilaw in Nurestan, wo russische Experten Be- und Li-Pegmatite entdeckt hatten, genauer geologisch und lagerstättenkundlich zu untersuchen. FUCHS und MATURA nahmen das Nilaw-Gebiet und Teile der weiteren Umgebung geologisch im Maßstab 1 : 50.000 auf, SCHERMANN und GROHMANN widmeten sich besonders dem Studium der Mineralverteilung in den Pegmatiten sowie der Probenahme.














Nurestan befindet sich ENE von Kabul im südlichen Hindukush nahe der pakistanischen Grenze. Die bis über 5000 m hohen Berge sind bis etwa 3000 m von einem lockeren Bestand von Laub- und Nadelwäldern bedeckt. Vergletscherung fehlt fast. Die größeren Täler sind meist tief eingeschnitten und oft schwer gangbar. Das Arbeitsgebiet der Expedition ist zu Fuß nur in drei bis fünf Tagemärschen zu erreichen.

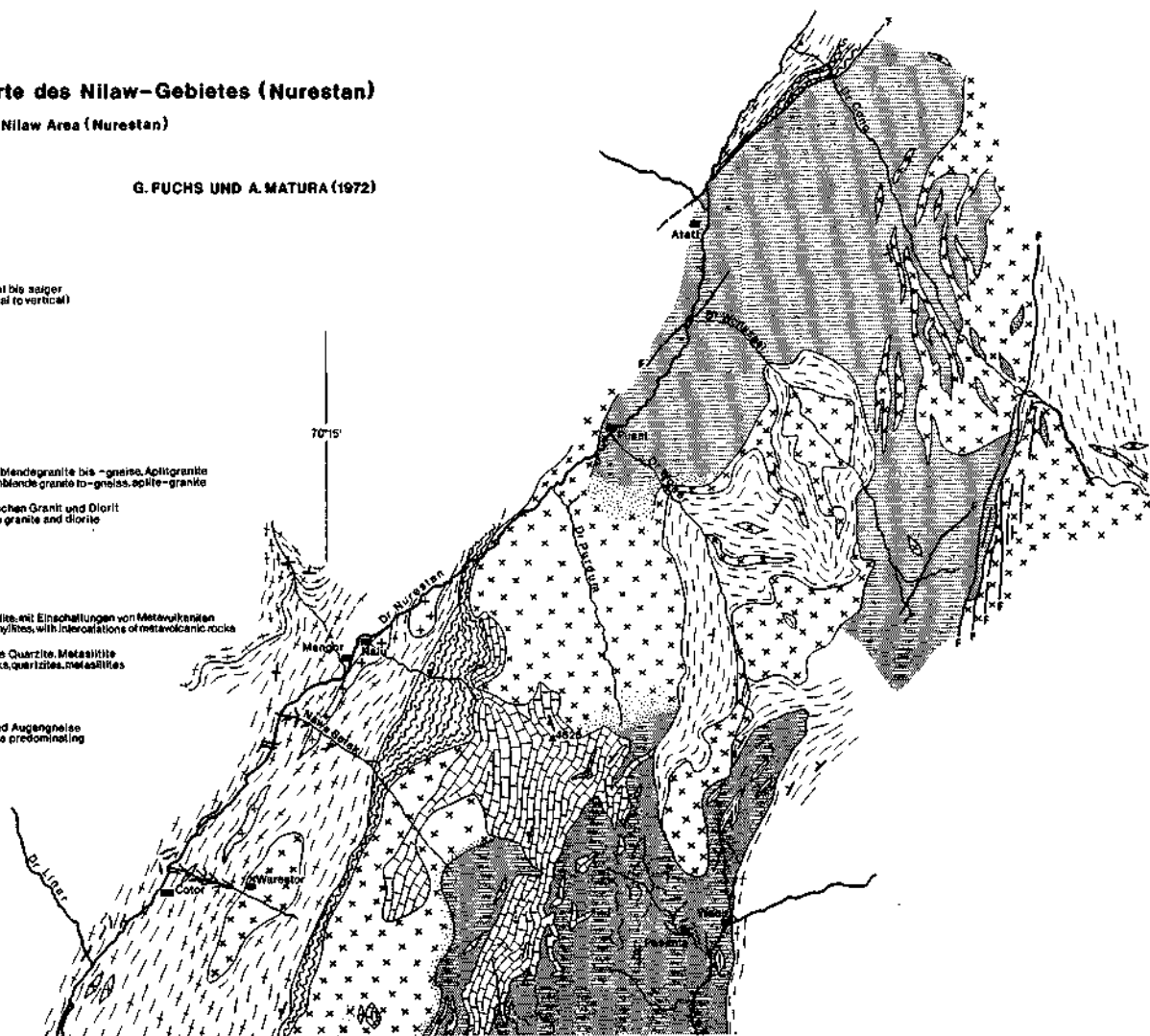
Nurestan ist ein Kristallengebiet. Mischgneise mit untergeordneten Zonen von metamorphen Sedimentserien haben weite Verbreitung. In ihnen stecken größere und kleinere Intrusivkörper granitischer und dioritischer Zusammensetzung. Einige Granite durchschwärmen ihre Umgebung mit Granit-, Pegmatit und Aplitgängen.

Geologische Karte des Nilaw-Gebietes (Nurestan)

Geological Map of the Nilaw Area (Nurestan)

G. FUCHS UND A. MATURA (1972)

-  Schichtfallen, horizontal bis sauger
Strikes and dip (horizontal to vertical)
-  Störungen
Faults
-  Pegmatitgänge
Pegmatites
-  Granitgänge
Granite dikes
-  Zweiglimmergranit
Two-mica granite
-  Biotit- und Biotit-Hornblendegranite bis -gneise, Aplitgranite
Biotite- and biotite-hornblende granite to -gneiss, aplite-granite
-  Übergangsbereich zwischen Granit und Diorit
Transition zone between granite and diorite
-  Diorite bis Gabbros
Diorites and gabbros
-  Quarzite
Quartzites
-  Metaillite, Quarzite, Phylite, mit Einschaltungen von Metavulkaniten
Metasiltites, quartzites, phylites, with intercalations of metavolcanic rocks
-  Marmor, Kalksilikatfels, Quarzite, Metaillite
Marbles, silicate rocks, quartzites, metasiltites
-  Mischgneise i.A.
Migmatites i.gen.
-  Mischgneise, vorwiegend Augengneise
Migmatites, Augen gneiss predominating



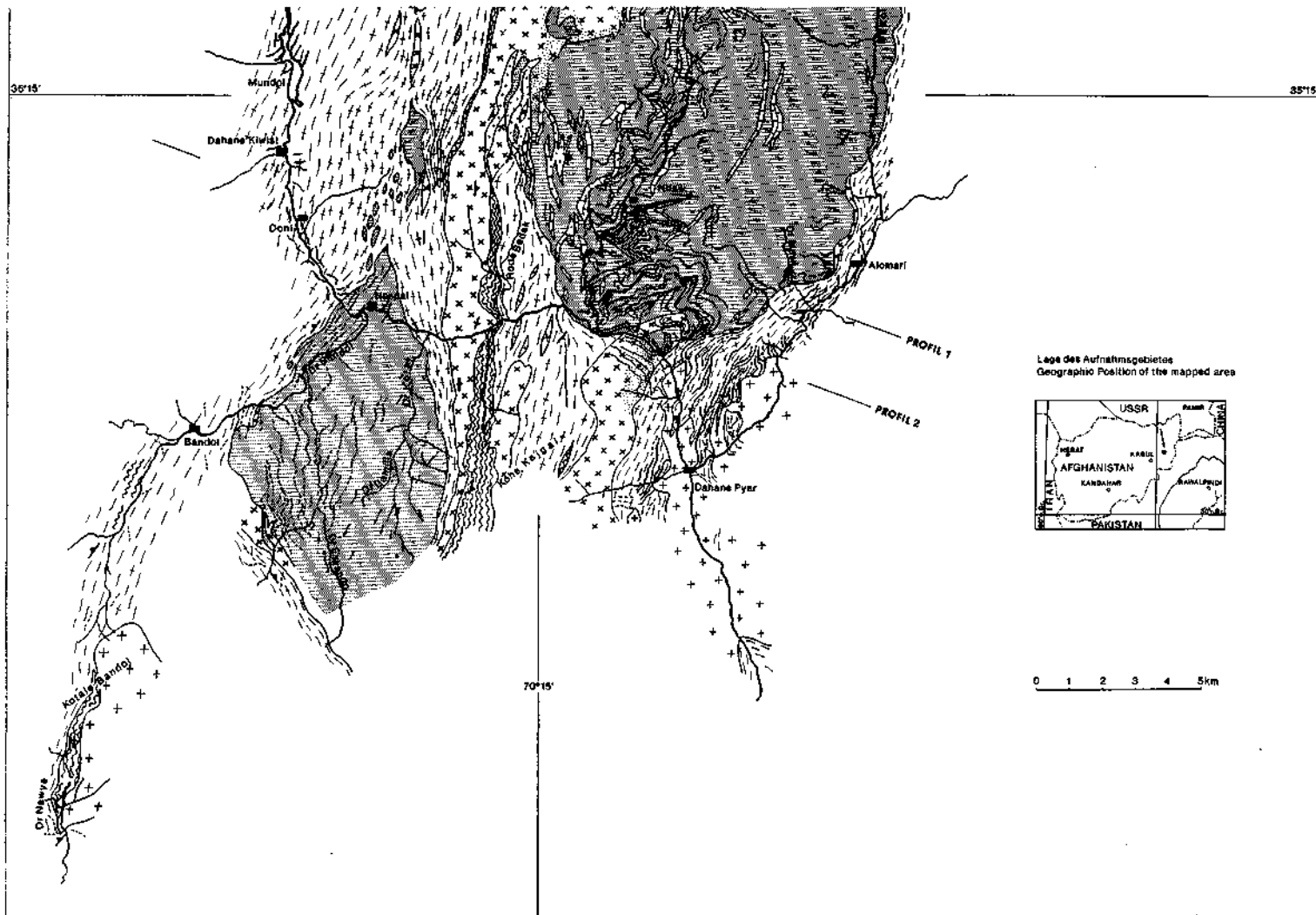


Abb. 1. Geologische Karte des Nilaw-Gebietes (Nurestan).

Gut erhaltene Sedimentfolgen (kontinentale Permo-Trias) werden nur von wenigen Punkten angegeben (unveröffentlichte russische Berichte und Karten, WEIPPERT et al., 1970).

Tektonisch wird das Gebiet durch seine steil stehenden ziemlich straff NNE-SSW-streichenden Gesteine charakterisiert. Einige steil stehende Störungen folgen auch dieser Richtung.

Die Gesteinsserien und der Bau des bearbeiteten Gebietes sollen im folgenden charakterisiert werden. (Es handelt sich dabei um einen Vorbereich, basierend auf den Feldbeobachtungen. Nach der petrographischen und chemischen Untersuchung des Probenmaterials wird ein ausführlicher Bericht gegeben werden.)

I. Die Gesteinsserien

1. Der Mischgneiskomplex

Wir finden hier lagig injizierte Schiefer- und Paragneise, z. T. Granat, Staurolith und Andalusit führend, Bändergneise und Metablastite, die fließend in Augengranitgneise überleiten. Letztere Gesteine können bereichsweise recht massig und homogen werden. Quarzite sind in bestimmten Zonen recht häufig. Karbonatgesteine und Amphibolite sind nur vereinzelt zu beobachten.

Die Aufschlußbilder zeigen, daß der Migmatitkomplex nicht einaktig entstanden ist. Seine Beziehungen zu benachbarten Serien weisen darauf hin, daß sehr große Zeitabschnitte zwischen den Bildungen einzelner Gesteinsgruppen des Migmatitkomplexes liegen. So war gelegentlich zu beobachten, daß sich der Diorit in Migmatiten schollig auflöst [z. B. Darrahe *) Dono, SW und NW von Nespal], während andere Mischgneise von scharf begrenzten Dioritgängen durchschlagen werden (z. B. Nawkozung). Am Kontakt gegen bestimmte sedimentogene Serien setzen die Migmatiterscheinungen schlagartig aus, was auf ein höheres Alter der Mischgneisbildung hinweist. Andererseits konnten randliche Migmatisationen dieser Serien andernorts nachgewiesen werden (z. B. Kajgal, SW Bandol).

Es ist beim derzeitigen Erforschungsstand nicht möglich, die verschieden alten Bildungen des Mischgneiskomplexes kartenmäßig auseinanderzuhalten.

2. Die Marmor-Serie

Im Landschaftsbild fällt die Serie durch ihren deutlich gebankten und gebänderten Charakter auf. Die fein- bis grobkörnigen Marmore sind lichtgrau, gelblich oder weißlich und zeigen auch helle Verwitterungsfarben.

Grüne bis rötliche Kalksilikatbänder und -knollen sind recht häufig. In ihnen spielen Diopsid, Hornblende und Granat eine große Rolle. Die Kalksilikatgesteine bildeten sich z. T. als Reaktionssäume am Kontakt gegen die jungen Intrusiva (z. B. Diorit, Granit), z. T. sind sie älter, da ihre gefalteten Lagen von den Intrusivgesteinen diskordant abgeschnitten werden.

*) Darrahe = Tal, z. B. Darrahe Dono.

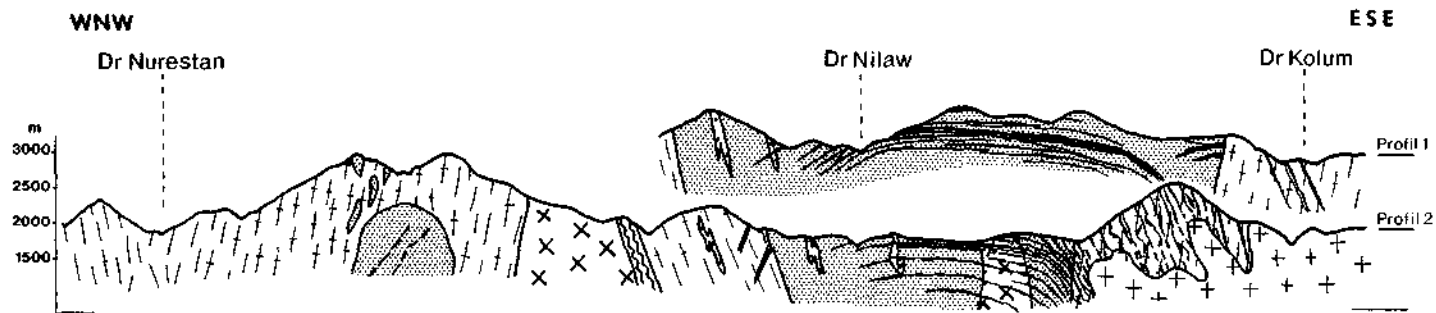


Abb. 2. Profile zur Geologischen Karte des Nilaw-Gebietes (Nurestan). Bezüglich der Lage der Profile siehe Abbildung 1.

Dunkle, bräunliche Verwitterungsfarben zeigen die Karbonatschiefer (-gneise), Karbonatquarzite, flaserige, unregelmäßige, aber auch feinstgeschichtete, schmutzig grüngraue Metasiltite und unreine Quarzite. In diesen fast durchwegs feinstkörnigen Gesteinen dürften sich auch Tuffite verbergen. Gelegentlich begegnet man auch dichten porzellanartigen, lichten, kremfarbenen, kieseligen Karbonatquarziten. Die angeführten Gesteine wechsellagern mit den Marmoren oder bilden selbständige Gesteinszüge in der Serie.

Das geschlossenste Verbreitungsgebiet der Marmor-Serie ist der Talschluß des Nilaw-Tales und die hohen Berge nördlich davon (Wasserscheide zwischen Darrahe Nurestan und Darrahe Kolum).

3. Die karbonatarme Metasediment-Metavulkanit-Serie

In der vorwiegend sandig-tonigen Folge wirken sich Unterschiede in der Intensität der Metamorphose stärker aus als etwa in der Marmor-Serie. Die Gesteine haben daher gebietsweise phyllitischen, andernorts gneisigen Charakter. Für die Variabilität der Serie sind aber zweifellos auch primäre fazielle Unterschiede verantwortlich, so etwa für das Vorhandensein der Metavulkanite oder für das Mengenverhältnis der sandigen zu den tonigen Serienanteilen.

Grüngraue bis blaugraue, vielfach schmutziggraue, stückig brechende Schiefer mit phyllitischen s-Flächen sind charakteristisch. Sie gehen in kieselige Schiefer und ebenfalls schmutziggraue, unreine Quarzite über. Teilweise zeigen diese Gesteine Feinschichtung. Manche Schiefer sind vermutlich tuffitisch.

Die Metavulkanite enthalten feinkörnige Grüngesteine — ehemals basische Laven — die einzelne feine Feldspatleisten gerade noch megaskopisch erkennen lassen (z. B. Nalu-Tal). Vereinzelt kann man auch noch zentimeter-große, von Epidot und anderen Mineralen erfüllte Mandelhohlräume beobachten. Epidotschlieren sind häufig. Sehr auffällig sind die ehemaligen Agglomerate, bankige oder massige grünliche Gesteine, die in kieselig-schiefriger oder quarzitisches-grauwackiger Matrix gerundete und eckige Brocken bis 30 cm Durchmesser erkennen lassen. Die Komponenten sind Grüngesteine, dunkle Schiefer und Metasiltite, lichte Karbonatgesteine und Karbonatquarzite sowie Quarzite. Lagerung wie Komponenten weisen auf Aufarbeitung der Marmor-Serie hin. Ein größerer altersmäßiger Hiatus ist jedoch nicht anzunehmen, da die dunklen feinstkörnigen, lamellierten Schiefer sowie die lichten porzellanartigen, kieseligen Karbonatquarzite in beiden Serien zu finden sind (z. B. Cono-Tal). Auch gelblich verwitternde, grüne, graue, kremfarbene bis violette, gemaserte, alabasterartige Kalke weisen auf Beziehungen zur Marmor-Serie hin. Im großen gesehen, dürften in dem Ablagerungsraum karbonatische, sandig-schiefrige und vulkanische Fazien, einander überlappend und verzahnt, nebeneinander existiert haben.

Die Muldenzonen W vom Kohe Kajgal (Koh = Berg, Gebirge) und SW von Bandol repräsentieren einen stärker metamorphen Bereich — verglichen mit den Vorkommen im Gebiet des Darrahe Nurestan. Es wechsellagern hier häufig dunkel pigmentierte Biotitschiefer und -gneise, Zweiglimmerschiefer und graue Quarzite. Schrägschichtung, Feinbänderung, gradierte Schichtung sind in diesen

Gesteinen noch häufig erhalten. Andalusit bildet gelegentlich bis 15 cm lange Individuen, häufig ist er pseudomorph in Hellglimmergemenge umgewandelt. Granat und Staurolith sind jüngere Bildungen und recht charakteristisch für die Serie. Die Metavulkanite liegen in Form von Amphibolit und Grünschiefer vor.

Am Kontakt gegen die Migmatitserie werden die besprochenen Gesteine dieses südlichen Gebietes auch von Mischgneisbildung erfaßt (Feldspatblastese, Äderung), wobei Granat und Staurolith zu verschwinden scheinen.

4. Die Quarzit-Serie

Im Bedak-Tal und in den östlich anschließenden Bergen gegen das Nilaw-Tal sind bankige Quarzitfolgen häufig anzutreffen. Die Quarzite zeigen weiße, gelbliche, grüne, graue und bräunliche Farbtöne und sind nicht selten gebändert. Sie wechsellagern gelegentlich (z. B. Kamm zwischen Bedak- und Nilaw-Tal) mit Granat-Staurolithglimmerschiefern oder phyllitischen Glimmerschiefern (z. B. unteres Nilaw-Tal).

Wie Übergänge zeigen, bestehen engste Beziehungen der Quarzit-Serie zu der unter 3. beschriebenen Paraserie.

5. Die Diorite bis Gabbros

Die intermediären bis basischen Intrusivgesteine bilden einen größeren Pluton im Nilaw-Kolum-Gebiet, haben im oberen Darrahe Nurestan weite Verbreitung und bauen den kleineren Stock von Nespal-Darrahe Gamata auf. Hornblendediorite herrschen vor; man begegnet aber auch Hornblende-Biotitdioriten sowie gabbroiden Gesteinen. Die Korngrößen schwanken zwischen fein- und grobkörnig. Meist sind die Gesteine massig und homogen, eine gewisse auf den Einstromungsvorgang zurückgehende Bänderung ist manchmal zu beobachten. Zonenweise, besonders aber in den Randbereichen ist in unterschiedlicher Stärke Verschieferung des Diorits festzustellen.

Der Diorit durchschlägt sein Nebengestein mit scharfen diskordanten Kontakten. In bestimmten Zonen ist er, wie die Karte (Abb. 1) zeigt, ungemein reich an Nebengesteinseinschlüssen. Diese reichen bis zu Gesteinszügen von km-Länge, die aber immer wieder von Dioritgängen durchschlagen werden. Am Kontakt gegen die Karbonatgesteine findet man häufig Kalksilikatbildung, man kann aber auch beobachten, daß Diorit ohne jegliche Kontakterscheinungen an Marmor grenzt. Quarzitschollen werden häufig von Hornblendesäumen umrahmt.

Die großen Höhenunterschiede in der Landschaft Nurestans geben Einblick in die räumlichen Verhältnisse der Intrusionen: In Kammnähe begegnet man ausgedehnten Resten des alten Daches, während in angrenzenden Tälern der Diorit geschlossen auftritt.

Die Einfallrichtung in den steilen Flanken des Nilaw-Plutons zeigt Fächerbau an (Abb. 2).

6. Die Biotitgranite, Biotit-Hornblendegranite und gneise

Im Nordteil des bearbeiteten Gebietes sowie W des Nilaw-Plutons haben diese mittel- bis grobkörnigen Gesteine weite Verbreitung. Biotitgranit ist vorherr-

schend, gelegentlich zeigt sich ein gewisser Hornblendegehalt. Gebietsweise wird der Granit porphyrisch; die Kalifeldspateinsprenglinge werden bis zu 6 cm groß. Durch Zurücktreten der dunklen Gemengteile kann aber auch Übergang in Aplitgranit erfolgen. Solche haben gebietsweise nicht unbeträchtlichen Anteil am Aufbau der Granitkörper.

Die Granite bilden pralle, massive Felspartien und sind z. T. recht homogen und massig. In ihrer streichenden Fortsetzung können die Granite zunehmend vergneisen, so daß sie von Augengneisen und anderen granitischen Gesteinen des Migmatit-Komplexes nur äußerst schwierig abzugrenzen sind. Dies läßt sich vielleicht auch durch die bereits erwähnte Reaktivierung der älteren Mischgneise erklären, welche vermutlich zeitlich mit der Intrusionsphase der hier behandelten Granite zusammenfällt. Jedenfalls bereitete die Abgrenzung dieser Granite von den Migmatiten bei der Kartierung erhebliche Schwierigkeiten.

Im Kontakt gegen die Diorite erwiesen sich die Granite stets als jünger. Sie durchschlagen die Diorite gangförmig und lösen sie schollig auf. Es ist aber auch eine gewisse Angleichung festzustellen. In solchen Übergangsbereichen treten granodioritische Gesteine auf.

Diese Bereiche ließen sich auch in der Karte (Abb. 1) nur ohne scharfe Grenze darstellen. Dies und die enge räumliche Verbindung dieser Granite mit dem Diorit deuten darauf hin, daß die Intrusionen der Diorite und Biotitgranite einander unmittelbar folgten.

7. Die Zweiglimmergranite

Abgesehen von einigen kleineren Durchschlägen im Darrahe Nurestan und dem Granitstock E vom Kotale Bandol (Kotal = Paß) tritt dieser Granittyp vor allem im Raume von Dahane Pyar in der Südostecke des bearbeiteten Gebietes auf.

Gegenüber den Biotitgraniten ist der stete Gehalt an Muskowit und häufig auftretender Turmalin charakteristisch. Die Zweiglimmergranite sind auffallend massig und von hellerem Aussehen, nur selten sind eine gewisse Bänderung und Regelung der Glimmer erkennbar (Einströmungsgefüge). Dieser Granittyp ist vorwiegend mittelkörnig.

Die Kontakte gegen das Nebengestein sind durchwegs scharf und diskordant.

Die Zweiglimmergranite durchschlagen sämtliche Gesteine ihrer Umgebung und erweisen sich so als die jüngsten Granite. Von ihnen gehen Schwärme von Granit- und Pegmatitgängen aus, die in Kontaktnähe aufsetzen. Sie erschweren manchmal die klare kartenmäßige Abgrenzung des Granits.

8. Das Gangfolge der Zweiglimmergranite und die Pegmatite im allgemeinen

Gelegentlich kann man noch im Zweiglimmergranit unscharf begrenzte Pegmatitgänge von meist geringer Mächtigkeit (Dezimeter bis Meter) beobachten. Die Granitumgebung hingegen ist durchschwärmt von zahllosen Granit- und Pegmatitgängen, deren Mächtigkeit nicht selten 20 m erreicht.

In diesen Gängen sind Granit und Pegmatit nicht scharf zu trennen. Die Granitgänge zeigen häufig Salbänder und Schlieren von Pegmatit, während

die Pegmatite granitische Zonen enthalten. Man kann in diesem Bereich gut verfolgen, wie sich die Pegmatitgänge aus den Granitgängen entwickeln und so vom Zweiglimmergranit ableiten.

Die Granitgänge sind meist feinkörniger als das Muttergestein. Manchmal werden sie auch aplitisch. Die Pegmatite führen Biotit, Muskowit, schwarzen Turmalin und selten Beryll. Die Beryllkristalle sind meist nur wenige Zentimeter groß. Charakteristisch sind die strahlig entwickelten Biotite.

Die Gänge stehen meist steil und streichen NW, sind aber viel unregelmäßiger als die im Bereiche des Nilawer Diorits.

Im Diorit werden die Pegmatitgänge rasch flacher und die granitischen Partien verlieren sich. Die Mächtigkeiten der Gänge schwanken hier zwischen Dezimeter und 40 m, am häufigsten liegen sie aber zwischen 1 und 20 m. Die Gänge sind überraschend regelmäßig, subparallel und lassen sich über mehrere Kilometer verfolgen. Man kann gelegentlich Verzweigungen der Gänge beobachten, steil durchgreifende Pegmatite sind seltene Ausnahmen. Auch Ganggruppen, d. h. dicht von Pegmatit durchschlagene Zonen von etwa 50 m sind ungemein weit zu verfolgen. Es ist aber auch zu beobachten, daß örtlich Einzelgänge rasch auskeilen und andere einsetzen. In der Art von Fiederklüften lösen sich so einzelne linsenförmige Gänge ab.

Regional betrachtet sind die Pegmatitgänge des Nilaw-Gebietes uhrglasförmig angeordnet (Abb. 2). SSE Nilaw liegen sie horizontal und tauchen allseitig gegen die Randbereiche ihres Verbreitungsgebietes sanft ab, wobei das Westfallen am stärksten betont ist. Gegen Westen, Norden und Nordosten keilen sie allmählich aus. Sie werden im Norden außerdem durch höhere, pegmatitfreie Teile des Nilaw-Dioritplutons überlagert.

Der Versuch einer genetischen Deutung der Pegmatitlagerstätte von Nilaw muß von der auffallenden Regelmäßigkeit der Lage und der Form der Pegmatitgänge ausgehen. Es ist naheliegend, eine enge Beziehung dieser Regelmäßigkeit zur homogenen Natur des Nilawer Dioritplutons anzunehmen. Die Annahme, daß Spannungen, ausgelöst durch Temperaturunterschiede und/oder gerichteten Druck im Diorit ein Kluftsystem angelegt und damit den später eindringenden Pegmatiten den Weg bereitet hätten, ist wohl im allgemeinen gültig, erklärt aber nicht befriedigend den Sonderfall von Nilaw. Über den Anteil und die Art des Zusammenwirkens der an der Entstehung dieser Pegmatitlagerstätte beteiligten Faktoren können nur Vermutungen angestellt werden.

Der Diorit hat nach seiner Platznahme eine Verformung erlitten und damit eine gewisse Gefügeanisotropie, eine Art von Schieferung angenommen, die dem regionalen N-S-Streichen und steilen Fallen entspricht. Im besonderen wurde dem Dioritkörper ein Fächerbau aufgeprägt, also West-Fallen im Osten und Ost-Fallen im Westen. Als eine Folge von Volumsverminderung bei der Abkühlung, unter Beteiligung einer E-W-gerichteten Einspannung und einer vorübergehenden Druckentlastung ist im Verlaufe der weiteren Abkühlung ein Kluftsystem von ungefähr vertikalen und horizontalen Kluftscharen erzeugt worden. Dabei könnte der präexistierende Fächerbau von Einfluß auf eine gewisse regionale Wölbung der subhorizontalen Kluftscharen gewesen sein. In einer Spätphase des-

selben magmatischen Zyklus, möglicherweise aber auch viel später, hat im Zuge regional verbreiteter Granitintrusionen ein Stock im Südosten des Nilawer Diorits Platz genommen. Die seitliche Einspannung des Dioritkörpers hat im weiteren Verlauf nicht nur die vertikalen Kluftscharen am Öffnen gehindert, sondern die Platznahme entlang subhorizontaler Klüfte der unter hohem Druck eindringenden Pegmatite begünstigt. Daraus wird auch verständlich, daß die Pegmatite relativ niveaubeständig auftreten, nicht in die hangenden Dioritregionen eindringen und über Kilometer anhalten.

Es sei noch ergänzt, daß die Pegmatitgänge im kleinen Stock von Biotitgranit S Nilaw sowie im Übergangsbereich zum Diorit in Lage und Form jenen gleichen, die im eigentlichen Dioritgebiet liegen. Das heißt, der Biotitgranit und der Übergangsbereich im Süden verhielten sich thermisch und mechanisch wie der Diorit.

Die Internzonierung der Pegmatite ist, wie aus ihrer flachen Lagerung verständlich wird, asymmetrisch. Die Liegendpartien sind meist feinkörnig-zuckerkörnig mit einigen Glimmerzonen, während die Hangendteile vorwiegend aus Blockmikroklin und -pegmatit bestehen. Nahe der Hangendgrenze treten nicht selten Linsen von Blockquarz und Quarz-Muskowitgemenge auf. In deren Nähe sind Beryll relativ häufig, während diese sonst nur sehr sporadisch auftreten. Grünblauer und schwarzer Turmalin, feiner Granat, Muskovit konnten außer den Feldspäten und Quarz bereits im Felde identifiziert werden. Biotit tritt nicht mehr auf.

In den höheren Gängen NW von Nilaw erfährt die erwähnte Mineralvergesellschaftung eine leichte Veränderung, Spodumen und Lepidolith treten hinzu, Beryll scheidet allmählich aus. Wie weit die dunklen Minerale Cassiterit, Ta-Nb-Minerale usw. eine regionale Zonierung anzeigen, soll die weitere Untersuchung erweisen.

In den Pegmatiten des Darrahe Mawi und NE davon treten Beryll, Spodumen, Lepidolith, schwarzer und grüner Turmalin sowie Clevelandit gemeinsam auf. Hier findet man auch Biotit führende Pegmatite, was auf einen stärkeren „Telescoping“-Effekt hinweist.

Im Bedak-Tal und in den Bergen gegen das Nilaw-Tal findet man wie die Pegmatite orientierte, sanft westabtauchende Zerrspalten geringer Mächtigkeit, die mit Quarz oder alpinen Kluftparagenesen gefüllt sind. In letzteren treten Epidot, Chlorit, Quarz, Adular und Axinit auf. In den Quarzgängen ist ein schwärzliches noch zu bestimmendes Mineral häufig anzutreffen.

Diese Gänge des Bedak-Tales scheinen die herdfernsten Bildungen darzustellen.

Bereits die Feldbeobachtungen erweisen so eine regionale Zonierung im Auftreten der Gänge, die nach der mineralogisch-chemischen Untersuchung wohl noch schärfer zu fassen sein wird.

Bezüglich der Zuordnung der Pegmatite des Bandol-Mundol-Gebietes haben wir keine direkten Hinweise. Vermutlich stammen aber auch sie von den Zweiglimmergraniten, die dort allerdings nur in kleineren Durchschlägen auftreten. In diesen Pegmatiten finden sich ebenfalls zuckerkörnige Albitpegmatit-zonen, Glimmer-, Blockmikroklin- und Blockquarzzonen, auch wurde in ihnen nicht selten Beryll beobachtet. Diese Gänge, die in den Mischgneisen auftreten, sind in Form, Lagerung und Mächtigkeit recht unregelmäßig und sind auch absetziger als die Gänge im Nilaw-Diorit.

9. Lamprophyre

Schließlich seien auch diese sehr selten auftretenden Ganggesteine erwähnt (z. B. SE Atati und im Darrahe Purdum). Es sind dunkelgraue feinstkörnige porphyritische Gesteine, die in scharf begrenzten Gängen Diorit und Biotitgranit durchschlagen.

II. Tektonik

Wie die Karte (Abb. 1) zeigt, ist NNE-SSW-Streichrichtung vorherrschend mit lokalen Schwankungen zwischen N und NE. Das Einfallen ist vorwiegend steil. In den Mischgneisen und Paraserien kann man in bestimmten Bereichen intensive Verfaltungen beobachten, die in der Marmor-Serie infolge des gebänderten Charakters besonders augenfällig sind. Die Achsen dieser Falten liegen in der regionalen Streichrichtung.

Auch die Intrusivkörper passen sich in ihrer Form, im großen gesehen, der NNE-SSW-Richtung an. Sie greifen aber auch häufig quer durch das Parallelgefüge des Nebengesteins. Die Intrusiva haben gelegentlich eine strukturelle Umorientierung ihrer Umgebung bewirkt. So passen sich z. B. die Gneise an das Südende des Nilawer Dioritplutons an. Es mag dies teils bei der Platznahme des Diorits teils bei späterer gemeinsamer Einengung erfolgt sein.

Das kartierte Gebiet queren einige steil stehende Störungslinien, in deren Bereich die angrenzenden Gesteine geschiefert, zerhackt und mylonitisiert worden sind, so N und S Atati, im oberen Verlauf des Darrahe Cono und Darrahe Wonasgel. Die Störungen verlaufen teils NE-SW, teils N-S (Abb. 1). Diorit und Biotitgranite werden von der Mylonitbildung erfaßt, andererseits scheinen Granitgänge den Störungsbereich im unteren Darrahe Cono unverschiefert zu durchschlagen. Möglicherweise ist dies ein Hinweis, daß die Bewegungen an den Störungen vor der Intrusion der Zweiglimmergranite erfolgten.

Abschließend sei festgestellt, daß wir keine Hinweise auf Deckenbau haben. Das bearbeitete Gebiet gehört e i n e r tektonischen Einheit an.

III. Regionaler Überblick

Obige Beschreibungen zeigen, daß wir in Nurestan ein Kristallinebiet vorfinden, in dem magmatische Vorgänge eine große Rolle gespielt haben. Das Gebirge ist polymetamorph, und es läßt sich folgende genetische Entwicklung mit großer Wahrscheinlichkeit ableiten:

Über einem alten Mischgneiskomplex kamen karbonatische und nichtkarbonatische, z. T. vulkanisch beeinflusste Sedimentserien zum Absatz. Vermutlich hatten diese Serien bereits gemeinsam Metamorphose erfahren und steil stehenden Bau, als die Diorite bis Gabbros intrudierten. Ihnen folgten unmittelbar die aus demselben Herd stammenden Biotit- und Biotit-Hornblendegranite. Diese magmatische Welle führte zur teilweisen Reaktivierung der Mischgneise, so daß sich Diorit lokal schollig in diesen Gneisen auflösen konnte. In einem Spätstadium der Abkühlung intrudierten die Zweiglimmergranite. Gleichzeitiger Raummangel akzen-

tuerte den steilen Bau und führte Aufstauchung des Dioritplutons von Nilaw. Entlang eines Systems flachliegender Zerrspalten drangen die Pegmatite vom Zweiglimmergranit her in den Diorit ein.

Bezüglich des Alters der Paraserien nehmen die russischen Experten eine mannigfaltige Serienfolge von präkambrischen, paläozoischen und mesozoischen Formationen an (Geologische Karte 1 : 500.000, 1971). Unsere Untersuchungen und der Vergleich mit zitierter Karte haben hingegen gezeigt, daß ein und dieselbe Gesteinsformation infolge fazieller Abweichungen oder verschieden starker metamorpher Umprägung in verschiedenste Positionen des Altersschemas eingereiht worden ist. Wir erachten somit nur die Mischgneisserie als präkambrisch, die karbonatischen und nichtkarbonatischen Paraserien hingegen als paläozoisch, z. T. möglicherweise triadisch. Diese Annahme ergibt sich aus dem Vergleich mit der unmittelbaren Fortsetzung unserer Serien in Pakistan, wo Fossilnachweise existieren (HAYDEN, 1915; PASCOE, 1959; Geologische Karte von Pakistan, 1964 u. a.; vergleiche auch WEIPPERT et al., 1970), sowie einer möglichen Korrelierung der Metavulkanite mit dem Agglomeratic Slate Kashmirs (Permo-Karbon) oder dem Doab-Vulkanismus Zentral-Afghanistans (Trias).

Der ausgedehnte Plutonismus gehört wohl der alpidischen Orogenese an.

IV. Die wirtschaftliche Bedeutung der Pegmatite

Die Angaben der russischen Experten, daß im Nilaw-Gebiet eine Reihe wirtschaftlich interessanter Minerale auftreten, konnte durch unsere Untersuchungen bestätigt werden. Nach der megaskopischen Bestimmung sind dies Beryll, Spodumen, Lepidolith, Cassiterit, Ta-Nb-Minerale, grüner und grünblauer Turmalin und Muskowit.

Beryll tritt in blaß blaugrünen meist trüben bis durchscheinenden Kristallen auf. In Einzelfällen (zusammen mit Blockquarz) erreichen sie Durchmesser bis zu 40 cm, doch liegt ihre Größe meist zwischen 1 und 12 cm. Beryll ist in dem Pegmatitgebiet von der Zweiglimmergranitgrenze bis NW über Nilaw hinaus bekannt. Er fehlt praktisch nur in den höchsten Gängen NW von Nilaw. Sein Auftreten ist jedoch sehr sporadisch. Man findet vereinzelte Kristalle oder Anreicherungen von vier bis acht Individuen (1 bis 12 cm) auf einer Aufschlußfläche von zwei bis drei Quadratmetern. Konzentrationen, wie im Darrahe Mawi, wo zahlreiche bis 30 cm große Kristalle in einer 10 m × 6 m × 1,5 m messenden Blockquarzlinse angereichert sind, wurden sonst nirgends gefunden. Der Beryllgehalt ist unabhängig von der Mächtigkeit der Gänge, und die Berylle bevorzugen die Hangendbereiche der Gänge, vor allem die Umgebung der Blockquarzlinsen.

Spodumen bildet im Albitpegmatit stengelige Kristalle bis etwa 40 cm Länge, nur im Blockquarz können Spodumen mitunter 2 m Länge erreichen. Er ist meist milchig weiß bis gelblich und trüb, gelegentlich rosa-violett oder grünlich, selten klar. In den Pegmatitgängen des inneren Nilaw-Tales, im Darrahe Mawi und NNE davon findet man recht Spodumen-reiche Zonen bis etwa 50 cm (lokal 2 m) Mächtigkeit, die über Meterzehnerlänge aushalten können.

Lepidolith tritt mit Spodumen in den höheren Gängen NW Nilaw und im Darrahe Mawi auf. Seine Aggregate erreichen selten 0,5 m Mächtigkeit und besitzen mehr linsige Form, z. T. bilden sie Zentimeter-Bänder im feinkörnigen Albitpegmatit.

Cassiterit und die Ta-Nb-Mineralien sind megaskopisch nicht immer leicht zu unterscheiden. Sie treten als seltene bis Zentimeter große tafelige Kristalle oder in Kristallgruppen auf. Es waren keine Konzentrationen festzustellen, doch scheinen sie in den höheren Gängen häufiger aufzutreten.

Grüner oder blaugrüner Turmalin

sind das Hauptziel der einheimischen Mineraliensammler und werden mit viel Mühe und Zeitaufwand gewonnen und dem Fremden zum Kauf angeboten. Die Qualität der um 3 mm dicken Kristalle ist aber ziemlich schlecht. Nur selten findet man ganz klare Individuen und auch diese sind nicht frei von Rissen.

Weitere von den einheimischen Sammlern gewonnene Halbedelsteine sind farblose, rosa, braune, blaßgrüne und -blaue Spodumene, die rißfrei nur aus Zersetzungszone der Pegmatite gewinnbar sind. Auch Aquamarine können nur in solchen Zonen unbeschädigt aus dem Gestein gelöst werden. Sie finden sich vereinzelt in den tieferen Gängen SE Nilaw und im Darrahe Mawi.

Klinozoisit

in wirtschaftlich interessanten Mengen tritt zonenweise in guten Qualitäten und Größen in dem Diorit eingelagerten Kalksilikaten auf. Die natürliche Farbe ist braun bis braunoliv. Bei den bisherigen Brennversuchen konnte keine Blaufärbung erzielt werden.

Wir sind nicht befugt, unsere Beurteilung der wirtschaftlichen Bedeutung der Pegmatit-Gänge zu veröffentlichen.

Literatur

- BLAISE, J., BORDET, P., LANG, J., DE LAPPARENT, A. F., LEUTWEIN, F., & SONET, J.: Mesures géochronologiques de quelques roches cristallines d'Afghanistan central. — C. R. Acad. Sc. Paris, Série D, 270, 2772—2775, Paris 1970.
- BRÜCKL, K.: Die Minerallagerstätten von Ost-Afghanistan. — N. Jb. f. Min. Geol. Paläont., 1936, Beilagenbd. 72 a, 1—97, Stuttgart 1936.
- DENIKAEV, SH. SH., FEOKTISTOV, V. P., ROSOVSKY, L. N., AJRUDDIN, A., NARBAEV, SH. N., KONEV, YU. M., & BOGDANOV, V. V.: Geological Map of Northern Part of Eastern Afghanistan, 1 : 500.000, in press and unpublished reports — 1971.
- Geological Map of Pakistan, 1 : 2,000.000. — Geol. Surv. Pak., 1964.
- HAYDEN, H. H.: Notes on the Geology of Chitral, Gilgit and the Pamirs. — Rec. Geol. Surv. India, 45, (4), 271—335, Calcutta 1915.
- MENESSIER, G.: Afghanistan. Lexique Stratigr. internat., III, Fasc. 9 a, 171 pp, 2 cartes, Paris 1961.
- PASCOE, E. H.: A Manual of the Geology of India and Burma. — 2, 1343 S., 3. Edition Govt. Press, Calcutta 1959.
- POPOL, S. A., & TROMP, S. W.: The stratigraphy and main structural features of Afghanistan. — Koninkl. Nederl. Akad. Wetens. Proc., sér. B, 57, Nr. 3, S. 370, 1954.
- WEPPERT, D., WITTEKINDT, H., & WOLFART, R., 1970: Zur geologischen Entwicklung von Zentral- und Südafghanistan. — Beih., Geol. Jb., H. 92, 99 p., Hannover 1970.