

# Geologie und Erzmineralisation der Lagerstätte Ozbak-Kuh (Chorassan, Iran)

von J.G. Haditsch\*

Diese Arbeit ist in Verehrung Herrn w.HR.Prof.Dr.Franz KÄHLER (Klagenfurt), der sich auch vielfach um die Klärung der iranischen Stratigraphie verdient gemacht hat, zur Vollendung seines 80.Lebensjahres gewidmet.

## Zusammenfassung

Bisher war für die Pb-Zn-Lagerstätten in den östlichen Randketten der Großen Salzwüste (Kavir) nur ihre im Tertiär abgelaufene metasomatische Bildung bekannt. Nun beweist der Fund einer syngenetischen Erzmineralisation im Sibzar-Dolomit von Ozbak-Kuh eine paläozoische (oberdevonische) Anlage (Protoerzbildung) dieser schichtgebundenen und seinerzeit bedeutenden - wenngleich in der lagerstättenkundlichen Literatur noch kaum behandelten - Blei-Zink-Lagerstätte. Erst die wahrscheinlich auf den tertiären Andesit-Vulkanismus zurückgehenden hydrothermalen Mobilisationen und mit diesen in Zusammenhang stehenden metasomatischen Vorgänge dürften zu bauwürdigen Anreicherungen geführt haben.

## Summary

In the past it was only possible to establish the metasomatic formation of the lead and zinc deposits in the eastern ranges of the Great Salt Desert (Kavir)

---

\* Univ.-Prof.Dr.Johann Georg HADITSCH,  
A-8043 Graz, Mariatroster Straße 193

in Iran. Now the proof of a syngenetic mineralization within the Sibzar dolomite of Ozbak-Kuh demonstrates the paleozoic, i.e. upper-Devonian protore formation of this strata-bound and in its time important lead and zinc deposit, which remained up to now nearly unknown, as far as it concerns the metallogenetic literature. Hydrothermal mobilisations, which probably were caused by the andesitic volcanism of Tertiary age, and metasomatic events may have lead to mineable enrichments.

### Vorbemerkung

Im Iran treten in vier Regionen Pb-Zn-Lagerstätten auf (Tafel 1):

- a) in Aserbeidschan (z.B. Anguran) und im Alburs;
- b) in den Regionen von Esfahan und Arak;
- c) im Bereich Anarak - Yazd (beispielsweise die in einer vulkanosedimentären Serie liegende Lagerstätte von Kuschk oder Nachlak);
- d) im Raum Tabas - Ferdous (z.B. Ozbak-Kuh)

Für viele dieser Lagerstätten wird eine epigenetische, genauer:hydrothermal-metasomatische Bildung angenommen. Für eine der größten dieser Erzmineralisationen, nämlich für Ozbak-Kuh, konnten vereinzelt Anzeichen gefunden werden, die eine oberdevonische und ursprünglich syngenetische, sedimentäre Anlage und eine spätere, mehrphasige und hydrothermale Mobilisation nahelegen.

### Einleitung

Die Randketten der Großen Salzwüste (Kavir) enthalten eine Reihe von Blei-Zink-Lagerstätten (O.M.FRIEDRICH 1960; Tafel 2); die bedeutendste davon war Ozbak-Kuh, etwa 240 Straßenkilometer (bzw. 180 km Luftlinie) südlich von Sabzewar, 60 km SSW von Doroneh und 120 km nördlich von Tabas gelegen. Das Erz wurde hier schon in vorgeschichtlicher Zeit bis zum Grundwasserspiegel abgebaut. Nach dem Zweiten Weltkrieg wiederaufgefunden, begann die Société Maaden Loute (Tehran) im Jahre 1333 (1954 n.Chr.) mit dem weiteren Abbau dieser Lagerstätte wie auch mit dem in den nur etwa 1 km von ihr entfernten Gruben von Schureh.

Der Bergbau von Ozbak-Kuh ging bis zum Jahre 1968 bis in 400 m Teufe um. Bis zur 250 m - Sohle bebaute man nur einen steilstehenden Gang, nämlich den Hauptgang. Auf der 250 m - Sohle fand man im SW der Lagerstätte, nahe ihrer Grenze einen Nebengang ("2.Hangendgang") und später noch einen weiteren ("1.Hangendgang"). Mit zunehmender Teufe verringerte sich das bauwürdige Gangstreichen infolge tektonischer Einflüsse, wie auch die Erzkörper selbst verarmten (Tab. 1).

Tabelle 1

Bauwürdiges Gangstreichen (angenähert) in m

---

175 m - Sohle	200
Abbau 250	$190^{1)} + 25^{2)} = 215$
250 m - Sohle	$190 + 50^{2)} + 5^{3)} = 245$
Abbau 275	$160^{4)}$
275 m - Sohle	100
Abbau 300	$55^{5)}$
300 m - Sohle	30
Abbau 325	$60^{6)}$
325 m - Sohle	30
Abbau 350	$50^{7)}$
350 m - Sohle	60
Abbau 375	$40^{8)}$
375 m - Sohle	40

---

- 1) Ca. 35 m über der 250 m - Sohle  
 2) 2. Hangendgang, 6 m über der 250 m - Sohle  
 3) 1. Hangendgang  
 4) Ca. 10 m über der 275 m - Sohle  
 5) 5 - 10 m über der 300 m - Sohle  
 6) 12 - 16 m über der 325 m - Sohle  
 7) 12 - 15 m über der 350 m - Sohle  
 8) 5 m über der 375 m - Sohle

Diese Abnahme der Streichlängen der bauwürdigen Gänge mit zunehmender Teufe geht auf die Verschneidung der Nördlichen mit der Südlichen Randstörung (s.u.) im SW der Lagerstätte zurück: Die Schnittlinie streicht NE-SW und taucht steil gegen NE ein, weshalb mit zunehmender Teufe die SW-Grenze der Lagerstätte beständig gegen NE zieht.

Im Nordosten keilt auf den 275- und 300 m - Sohlen der Hauptgang allmählich aus, auf den 275 m - und 300 m - Sohlen wird er vor dem Auskeilen durch Störungen abgeschnitten. Die zuletzt genannten Verwürfe sind wahrscheinlich mit jenen 160 m östlich des Schachtes 1 identisch. Dort bewirkten

sie, neben Versetzungen, auch eine Mächtigungsabnahme des Sibzar-Dolomites.

Obwohl es auch für Ozbak-Kuh behauptet wurde, ist bisher für diese Lagerstätte keine Änderung des Metallgehaltes mit zunehmender Teufe sicher belegt. So wurde beispielsweise berichtet, daß 1957 und in den folgenden Jahren das Roherz, das damals aus den Abbauen über der 250 m - Sohle gefördert wurde, einen mittleren Gehalt von 15 % Pb aufwies, wogegen das Roherz um das Jahr 1965 einen solchen von 12 % Pb und 2 % Zn gehabt hätte. Dies würde zwar an und für sich gut zu den Erfahrungen passen, die man in anderen zinkführenden Bleilagerstätten Ostirans machte, daß nämlich die Zn - Gehalte der Erze mit Annäherung an die Lagerstätten-grenzen allmählich zunehmen, doch konnte diese Annahme durch eine gezielte Probenahme nicht erhärtet werden: Nachdem zunächst festgestellt werden sollte, daß Ozbak-Kuh keine Zementationszone im eigentlichen Sinn aufweist, kann nunmehr festgehalten werden, daß 57 zwischen -175 m und -300 m gezogene Proben keinen signifikanten Trend im Pb/Zn - Verhältnis nachweisen könnten. Auch von alten Flotationshalden gezogene Proben wiesen einen bemerkenswerten Zinkgehalt auf, womit wohl das Auftreten einer Zn - Mineralisation auch in den oberen Teufen bewiesen erscheint. Zusammenfassend kann damit wohl gesagt werden, daß in Ozbak-Kuh ein primärer Teufenunterschied nicht sicher beweisbar ist. Ein solcher könnte gegebenenfalls nur durch den höheren Pyritgehalt der Erze von den tieferen Sohlen angedeutet werden.

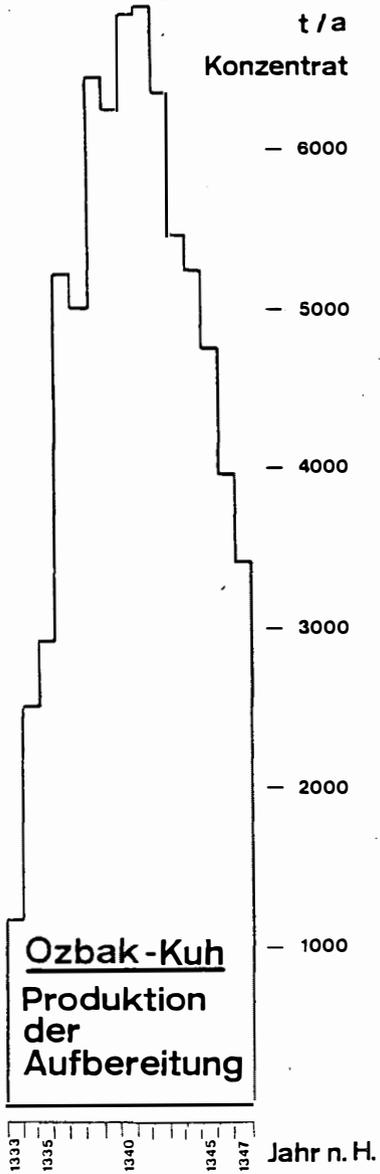
In den Jahren 1333 bis 1347, d.h. in fünfzehn Jahren, lieferte die Aufbereitung von Ozbak-Kuh insgesamt 72.395 t Konzentrat (dazu Abb. 1). Da in den letzten drei Betriebsjahren selektiv flotiert wurde, ist in dieser Menge auch ein geringer Anteil an Zn - Konzentraten enthalten. Zudem wurden in Ozbak-Kuh auch die Erze der kleineren Gruben der Umgebung (z.B. von Garredu) aufbereitet, über deren Menge zwar keine genauen Aufzeichnungen erhältlich waren, über die aber immerhin ausgesagt werden kann, daß ihr Anteil am Aufgabegut in den letzten Betriebsjahren zwar verhältnismäßig gering war, jedoch laufend anstieg. Mit allen Vorbehalten läßt sich errechnen, daß die Konzentrate (bei einem Metallgehalt von annähernd 60 %) mindestens 40.000 t Metall, vorwiegend Blei, lieferten. Auf die Gangfläche zwischen dem Ausbiß und der 400 m - Sohle bezogen ergibt sich bei einem Metallausbringen von nur 30.000 t für Ozbak-Kuh (der Rest entfällt auf die Lagerstätten der Nachbarschaft) die durchaus beachtliche Metallschüttung von durchschnittlich 450 kg.

Den vorhin gebrachten Angaben über den Halt der Erze im Jahr 1957 und in den darauffolgenden Jahren (durchschnittlich 15 % Pb) stehen die wahrscheinlich zutreffenderen Hinweise entgegen, wonach der Metallgehalt der Erze in den ersten Betriebsjahren (d.h. ab 1954) durchschnittlich 13 % Pb und 2-3 % Zn betragen hätte. Für das letzte Betriebsjahr wurde der Aufgabehalt von 4,7 % Pb und 3,6 % Zn angegeben. Zweifellos kommen dabei in den zuletzt genannten Zahlen auch die Förderung der umliegenden kleinen Gruben und die Aufgabe der Setzberge (2,5 % Pb, 5-6 % Zn) und Herdabgänge (1,5 % Pb, 4 % Zn) zum Ausdruck.

Die Gewinnung betrug in Ozbak-Kuh anfangs 50 t/Tag und stieg nach dem Bau der Flotationsanlage auf 150 t/Tag. In den letzten Betriebsjahren fiel sie wieder auf unter 100 t/Tag ab.

Die Gesamtbelegschaft des Betriebes betrug in den ersten Jahren rund 300 Mann, im Jahre 1342 (d.h. nachdem bereits, entsprechend der Abb. 1,

Abbildung 1



die höchste Produktion erreicht worden war) annähernd 400 Mann, welche insgesamt 113.800 Schichten verfahren.

Seit dem Jahre 1968 ruht der Betrieb. Die Bedeutung der relativ reichen Mineralisation von Ozbak-Kuh und die interessante Genese dieser Lagerstätte in Form einer ursprünglich syngenetisch-sedimentären, in ihrer heutigen Ausgestaltung aber als einer zwar schichtgebundenen, aber hauptsächlich epigenetischen Metallisation legen eine ausführliche Beschreibung nahe.

### Stratigraphie und Tektonik

Die Stratigraphie der Gegend von Ozbak-Kuh kann nach den Arbeiten von H.FLÜGEL (1962), H.FLÜGEL & A.RUTTNER (1962), A.RUTTNER (1961) und J.STÖCKLIN et al. (1964) als geklärt angesehen werden (Abb. 2). Das Paläozoikum gehört hier

- A) der Guschkamar - Gruppe, speziell der Padeha - Formation, und
- B) der Ozbak-Kuh - Gruppe mit deren drei unteren Formationen (Sibzar; Bahram, Schischtu) an.

In unmittelbarer Nachbarschaft der Lagerstätte treten zudem noch Gesteine der Schirgescht - Formation (Mila - Gruppe) auf.

Im einzelnen kann man folgende Gesteine unterscheiden (dazu: Taf. 3): An der Basis liegen helle, unterschiedlich reine (d.h. unterschiedlich dolomitische) Gipse der Padeha - Formation, die zeitweise auch in Schureh für den örtlichen Bedarf gebrannt wurden. Diese Evaporite finden sich zwischen den Gruben von Ozbak-Kuh und Schureh, sowie (auf der Tafel 3 nicht eingetragen, weil schon zu weit südlich gelegen) südlich anschließend an die Korallen- und Brachiopodenkalke längs der sogenannten "Südlichen Störungszone" (s.u.).

Eine Analyse dieses Padeha - Gipses (1) und seiner megaskopisch erkennbaren Einschlüsse (2) ist in der Tabelle 2 angegeben (Analytiker: F.LASKOVIC, Kirchdorf/Kr., OÖ.).

Aus der Gipsanalyse läßt sich errechnen (auf- bzw. abgerundete Werte):

- a) Mol-%  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  /  $\text{CaSO}_4$  / Karbonat = 64,5 / 4,3 / 31,2
- b) Mol-% Dolomit / Calcit = 45,7 / 54,3
- c) Gew.-%  $\text{CaCO}_3$  /  $\text{MgCO}_3$  = 72,2 / 27,8
- d) Mol-%  $\text{CaCO}_3$  /  $\text{MgCO}_3$  = 68,6 / 31,4

Somit ergibt sich vor allem ein relativ hoher Karbonatgehalt mit einer beachtlichen Calciumkarbonatvormacht (zum Vergleich: H.ANGERER et al. 1980: 294, 295).

Auch für die megaskopisch erkennbaren, dunklen (fast schwarzen), dolomitischen Einschlüsse ergibt sich nach der Berechnung ein beachtlicher Calcitgehalt

- a) Mol-% Dolomit / Calcit = 87,6 / 12,4
- b) Gew.-%  $\text{CaCO}_3$  /  $\text{MgCO}_3$  = 57,5 / 42,5
- c) Mol-%  $\text{CaCO}_3$  /  $\text{MgCO}_3$  = 53,3 / 46,7

GRUPPE	FORMATION		MÄCHTIGKEIT (m)
Tabas	Schotori Sorch Dschamal	m.Trias Perm	1600
Ozbak-Kuh	Sardar Schischtu Bahram Sibzar	Oberkarbon  Oberdevon	- 2000
Guschkamar	Padeha Niur	Unterdevon Silur	1350
Mila	Schirgescht Darandschal Kalschaneh	Ordovic  Mittelkambrium	3000
	Lalun Zaigun Barut Soltanieh	Unterkambrium bis Infrakambrium	<b>Abbildung 2</b>

Abbildung 2: Stratigraphische Tabelle, zusammengestellt nach H.FLÜGEL (1962), H.FLÜGEL & A.RUTTNER (1962), A.RUTTNER (1961), J.STÖCKLIN et al. (1964) und der Geologischen Karte des Iran 1 : 1,000.000 von H.HUBER (National Iranian Oil Company : Geological Map of Irān; Sheet No. 3 North-East Irān; Tehran 1977).

N.B. : Einige Synonyma:

Sorkh (=Sorch); Jamal (=Dschamal); Shistu, Shishtu (=Schischtu); Zibzar (=Sibzar); Derenjal (=Darandschal).

Tabelle 2

	(1)	(2)
SiO <sub>2</sub>	7,67	0,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + ...	--	0,32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,94	0,35
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup> 1)	13,01	0,09
CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> 2)	11,21	46,93
SO <sub>3</sub>	30,82	n.b.
CaO	31,40	31,69
MgO	3,23	19,96
Summe:	98,82	99,64

1) 250° C

2) 250 - 1000° C (für die Berechnung der Analyse 1 angenommen:  
7,31 % CO<sub>2</sub>, 3,90 % H<sub>2</sub>O)

In der Grube Ozbak-Kuh wurde Gips, in größerer Teufe auch Anhydrit, oft mit Andesit vergesellschaftet, verritz. Klüfte im Dolomit und in den Erzgängen wurden häufig durch Gips, manchmal in prachtvollen, bis zu 9 cm großen unverzwilligten Kristallen, ausgeheilt.

Auf den Gips bzw. Anhydrit folgt mit wechselnder Mächtigkeit (10 - 50 m) der erzführende Sibzar - Dolomit, in seinen vererzten Bereichen seinerzeit von O.M.FRIEDRICH (1960) "Metasomatischer Dolomit" genannt. Dieser führt etwa 120 m östlich des Schachtes 1 in seinen hangendsten Partien einige geringmächtige Kalkbänke.

Eine chemische Untersuchung (Analytiker: F.LASKOVIC) wies einen verhältnismäßig reinen Dolomit nach (Tabelle 3, Analyse 3).

Jünger als diese Dolomite ist die Folge der Bahram - Formation mit hellblauen bis grauen Kalken - oft mit stark graphitischen Einschaltungen - und braunen dünnplattig brechenden Kalkschiefern. Obertags stehen diese Kalke und Schiefer längs der Nördlichen Randstörung und in großer Verbreitung zwischen der Südlichen Randstörung und der Südlichen Störungszone an. Grobwellig verfaltete graue Kalke bauen den gesamten Bergkamm südlich der Lagerstätte auf und führen örtlich reichlich Korallen und Brachiopoden. Da diese Bahram - Kalke, d.h. eigentlich nur der hellblaue Kalk mit den Graphitschiefern, in der Grube jeweils im Norden, d.h. im Bergmännisch-Hangenden, an den Dolomit anschließen, hat sich für diese Serie die Bezeichnung "Hangendkalk" eingebürgert.

In die Schischtu - Formation gehören eine Reihe von gut unterscheid-

baren Kalken und Kalkschiefern. Das älteste Glied dieser Formation sind dunkelblaue Kalkschiefer mit hellen Calcitadern, die die Südliche Randstörung begleiten. Darauf folgen bläulich-rötliche, bräunlich anwitternde Kalkschiefer. Zwischen diese beiden eben genannten Kalkschiefer finden sich (rund 330 m östlich des Schachtes 1) dünnbankige Plattenkalke und hellblaue Kalke eingeschaltet, die im Osten (d.h. südlich der Gruben von Schureh) rasch an Mächtigkeit gewinnen. Da diese Kalke und Kalkschiefer in der Lagerstätte stets im Süden, d.h. im Bergmännisch-Liegenden (=Geologisch-Hangenden) vorkommen, war in der Grube für sie der Ausdruck "Liegendkalk" gebräuchlich.

Tabelle 3

	(3)	Moläquiv. x 1000	Dolomit	Magnetit	Gips	Anhydrit	Rest
SiO <sub>2</sub>	0,61	10					10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,38	14					14
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,60	(FeO) 4	4				
FeO	0,54	8	8				
MnO	0,10	1	1				
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	n.b.	-					
CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	41,78	CO <sub>2</sub> : 941 H <sub>2</sub> O: 19	886	55		18	
SO <sub>3</sub>	6,14	77			9	68	1
CaO	29,16	520	443		9	68	
MgO	19,56	485	430	55			
Summe:	99,87						

Nach den chemischen Analysen (Tabelle 4, Analysen 4-7) handelt es sich bei dieser karbonatischen Abfolge bei den hellblauen fossilführenden Varietäten um schwach dolomitführende Kalke, bei den liegendsten Kalkschiefern um dolomitführende, bei den mittleren, braunen Kalkschiefern (siehe: Taf. 3) eigentlich um Dolomit-Calcit-Schiefer und bei den hangendsten blauen um dolomitische Kalkschiefer. Zu dieser eben in Rede stehenden Kalk-Kalkschiefer-Abfolge gehören auch verschiedene Sandsteine und ein grüner sandiger Schiefer. Ein heller Sandstein ist obertags zwar an mehreren Stellen aufgeschlossen, untertags aber nicht angefahren worden. Die grünen Sandsteine und Schiefer nehmen besonders südwestlich der Lagerstätte einen breiten Raum ein. Die Grenze zwischen ihnen und den südlich an sie anschließenden Bahram-Kalken wird durch eine starke Störung markiert.

Postpaläozoisch (nach A. RÜTTNER postkretazisch) drangen Andesite auf. Obertägig haben sie östlich der Grube bis nach Schureh eine besonders starke Verbreitung. Wo diese Eruptiva im Süden an die Karbonatgesteine grenzen, wurden diese kontaktmetamorph umgewandelt, d.h. entweder so stark umkristallisiert, daß oft nur mehr grobkristalline Kalkspatmassen vorliegen, oder von einem engen Kluftnetz durchzogen, das nachträglich durch Calcit ausgeheilt wurde. Auf diese Weise kann, wie später noch näher ausgeführt werden soll, die Netzkalkbildung in einen direkten Zusammenhang mit der vulkanischen Tätigkeit gebracht werden.

Die eben genannten Ergußgesteine treten meist an der Grenze von Gips zu den Kalken und zum Sibzar - Dolomit auf, doch konnten ab und zu auch Andesitmassen in Form kleiner und geringmächtiger Linsen im Gips selbst festgestellt werden (diese wurden wegen ihrer geringen Bedeutung auf der Karte nicht gesondert vermerkt).

Tabelle 4

	(4)	(5)	(6)	(7)
	Hellblaue, fossil- führende Kalke	Liegendste Kalkschiefer	Mittlere, brau- ne Kalkschiefer	Hangendste, blaue Kalkschiefer
SiO <sub>2</sub>	2,38	21,24	30,45	2,98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + ...	0,12	4,81	5,96	1,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,19	2,17	3,60	0,82
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	n.b.	0,15	0,34	0,20
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> + CO <sub>2</sub>	43,04	31,36	27,22	42,92
CaO	53,28	35,89	21,03	45,28
MgO	0,91	2,22	9,17	6,96
Summe:	99,92	97,84	97,77	100,17

(Analytiker: F. LASKOVIC)

An einer Stelle südwestlich des Schachtes 1 (in der Nähe der ehemaligen Werkstätten) kommt ein dunkelrötbrauner, feinkörniger, auf den s-Flächen glänzender Schiefer vor, der einen Andesitabkömmling darstellen könnte.

In der Grube traten (ab und zu verschieferte) Andesite, immer im Liegenden (Süden) des Hauptganges, auf, häufig zusammen mit Gips oder Anhydrit, so z.B. auf der 250 m - Sohle beim Schacht 3 und südwestlich davon, dort die beiden Nebengänge diskordant durchschneidend. Auf der 275 m - Sohle wurden im Westen, d.h. zwischen dem 1. Hangengang und dem Schacht 3, drei verschieferte Andesitlinsen durchörtert, welche dort mit ste-

rilem Dolomit verschuppt waren. Im Osten der gleichen Sohle grenzt der Andesitschiefer fast an den Hangendkalk. Der dazwischenliegende Dolomit ist hier nur mehr einen Meter mächtig. Auch auf der 300 m - Sohle gab es Eruptiva, hier allerdings so stark mit Gips und Anhydrit vermischt, daß man von einem tektonischen "Andesit-Gips-Anhydrit-Konglomerat" sprechen konnte. Der Querschlag vom Schacht 2 stand auf dieser Sohle 24 m, entsprechend einer wahren Mächtigkeit von 20 m, in diesem "Konglomerat"; 140 m weiter östlich war es nur mehr 1,5 m mächtig.

Wie man auch aus dem Kartenbild ersehen kann, sind die Eruptiva längs tektonisch vorgezeichneter Linien aufgestiegen, so beispielsweise an der Grenze zwischen dem Gips und den bräunlichroten Kalkschiefern oder zwischen dem relativ starren Dolomit und dem hochteilbeweglichen Gips.

Die ganze Abfolge wird von vielen Störungen unterschiedlicher Bedeutung zerhackt. Die wichtigsten von ihnen verlaufen ENE bis NE / WSW bis SW, wobei bei diesen die NE - SW-streichenden jünger als jene in ENE - WSW sind. Nach der metasomatischen Vererzung wurde diese Lagerstätte von vielen Verwürfen betroffen. Die wichtigsten dieser jungen Brüche streichen in NW - SE, NNW - SSE, N - S, NNE - SSW und NE - SW, das heißt mit wenigen Worten: die stärksten der jungen Störungen liegen um N - S. Rupturen in anderen Richtungen (z.B. um E - W) sind sehr selten, besonders obertags und mit einer einzigen Ausnahme (auf der 250 m - Sohle, wo der 1. Hangendgang durch eine derartige Störung total abgeschnitten wurde) konnten längs dieser Brüche nirgends Verschiebungen in einem Ausmaße von über 1 oder 2 m festgestellt werden.

Wie A. RUTTNER zeigen konnte, handelt es sich bei den zuerst genannten, ENE - NE / WSW - SW - streichenden Störungen um streichend die Randketten durchziehende Schuppengrenzen und Überschiebungsbahnen. Vier von ihnen ziehen auch durch Ozbak-Kuh und beeinflussen, wie dies später ausführlicher dargelegt werden soll, die Lagerstätte nachhaltig. Es sind dies (von NW gegen SE):

- 1) die Grenze der Schischtu - Formation gegen die Bahram - Kalke
- 2) die Nördliche Randstörung
- 3) die Südliche Randstörung
- 4) die Südliche Störungszone (Bezeichnungen nach O.M. FRIEDRICH 1956).

Die Nördliche Randstörung fällt saiger bis mittelsteil gegen N ein und zerschlägt sich etwa 180 m östlich des Schachtes 2. Von hier bis zum Andesit auf dem Weg nach Schureh scheint eine normale Lagerung, d.h. ein sedimentärer Verband Dolomit / Bahram - Kalk, vorzuliegen.

Auch die Südliche Randstörung steht sehr steil, pendelt um die Vertikale. Im SW scharf sie auf die Nördliche Randstörung zu und zerschlägt sich dabei in einzelne Teilverwürfe.

Beide Randstörungen streichen, wie dies auch aus der Tafel 3 zu entnehmen ist, zuerst ENE - WSW, biegen aber auf dem Meridian des Schachtes 1 in die NE - SW - Richtung um, womit sie sich der Streichrichtung der Schischtu - Grünschiefer - Grenze angleichen. Jenseits dieser markanten Grenze, die die gesamte Folge (beginnend vom Hangendkalk über den erzführenden Sibzar - Dolomit und den Liegendkalk bis zum Kalk südlich der Südlichen Randstörung) abschneidet, konnte bisher die Fortsetzung der beiden Randstörungen und der genannten Abfolge noch nicht aufgefunden werden. Diese Schuppengrenze der Schischtu - Formation ist also zweifellos jünger als

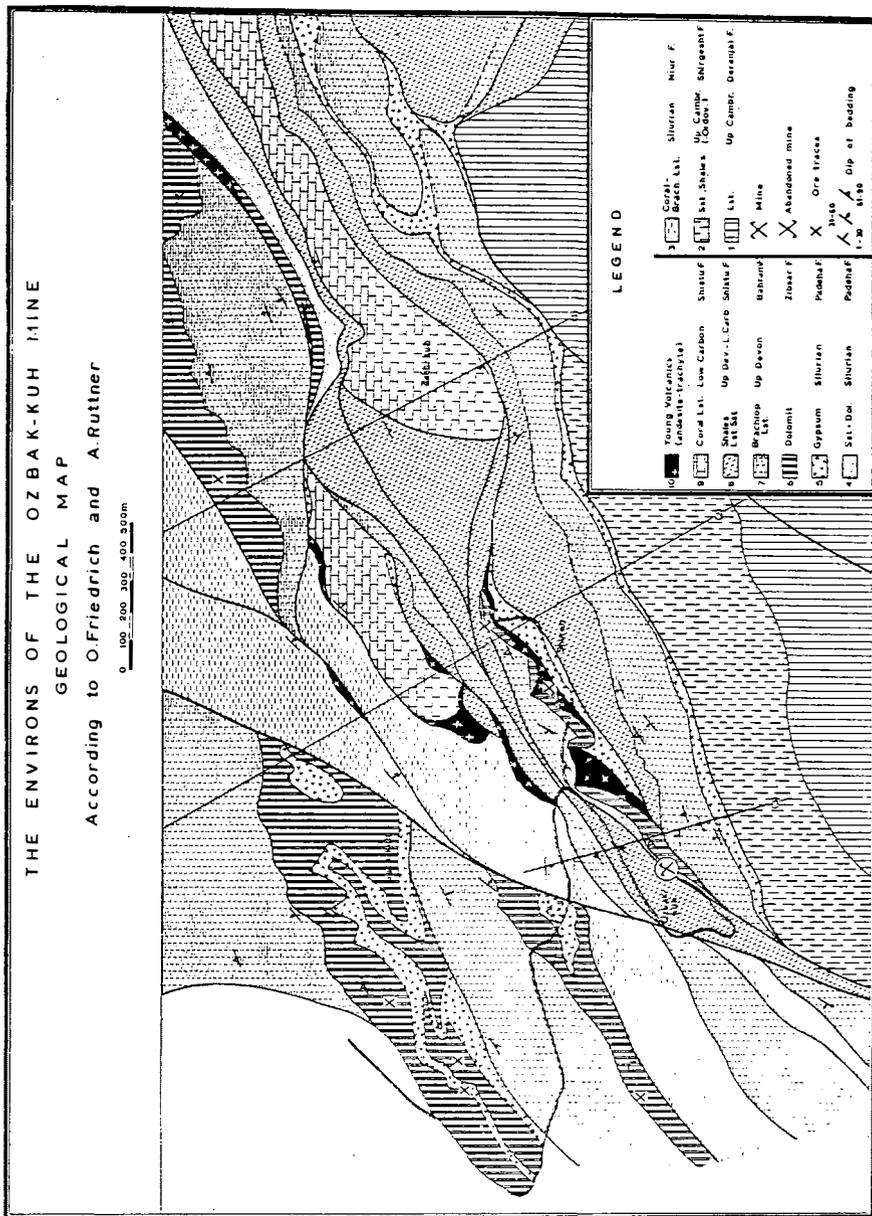


Abbildung 3: Die Umgebung der Gruben von Ozbak-Kuh und Schureh (nach N. N. 1964)

die beiden Randstörungen, was die Richtigkeit der vorhin gebrachten und auf A. RUTTNER zurückgehende Feststellung über das unterschiedliche Alter dieser großen Störungen beweist. Jedenfalls hatte dieser Befund auch für den Bergbau eine große Bedeutung, hieß dies doch, daß mit dieser Grenze gleichzeitig auch die Lagerstättengrenze erreicht wurde. Da diese Störung, wie schon gesagt, jünger als die s - Flächen- und B - Tektonik des Sibzar - Dolomites und seiner Nachbargesteine ist, war zu erwarten, daß sich eine Annäherung an diese Störung auch in den Gefügediagrammen bemerkbar machen würde.

Auch die letzte dieser starken Verwerfungen war für den Bergbau bedeutungsvoll. O.M. FRIEDRICH nannte sie 1956 "Südliche Störungszone". Längs dieser ENE - WSW-streichenden Zone grenzen die Bahram - Kalke und der diese unterlagernde Gips einige hundert Meter südlich der Grube an die Schiefer und Sandsteine der Schirgescht - Formation. Die Lage dieser Störungszone ist aus den Abbildungen 3 und 4 zu entnehmen.

Die Nördliche Randstörung folgt praktisch vollständig dem sedimentären s, die Südliche Randstörung folgt ihm zeitweilig, schneidet es aber meist diskordant ab (N.N. 1964). Die mittelsteil gegen N einfallende Südliche Störungszone trennt die Schirgescht - diskordant von der Bahram- und der Padeha - Formation. Während die Südliche Randstörung keinen oder nur einen unwesentlichen Einfluß auf die Dolomitmächtigkeit hat und daher eine laterale und vertikale Fortsetzung des erzführenden Dolomites und damit das weitere Niedersetzen der Erzgänge nicht ausschließt, schneidet die Südliche Störungszone die Dolomite und damit auch die erzführende Zone glatt ab (Abb. 4). Mit dem Erreichen dieser Störungszone in der Grube war demnach die untere Lagerstättengrenze gegeben. Ältere Aufnahmen (N.N. 1964) ließen diese etwa ab 250 m Teufe erwarten. Die drastische Verarmung unterhalb der 275 m - Sohle schien zu bestätigen, daß die Randstörung und damit die Lagerstättengrenze erreicht sei. Um diese Frage aber zu klären, entschloß sich die Bergbaugesellschaft zu einer gründlichen geologischen Aufnahme. Die hauptsächlichste Schwierigkeit lag dabei darin, daß sowohl der erzführende Sibzar - Dolomit als auch die Südliche Störungszone an Gips (bzw. Anhydrit) mit Andesitschollen grenzt. Es war also die Frage zu beantworten, ob der Gips auf den tiefsten Sohlen dem nördlich der Südlichen Randstörung oder dem die Südliche Störungszone begleitenden entspricht. Petrographisch sind beide Gipslagen völlig gleichzusetzen. Auch wurde der Gips bzw. Andesitschiefer nirgends gegen Süden durchfahren. Daher war es auch nicht möglich, aus dem Liegenden auf die Randstörung oder die Störungszone zu schließen, denn die Kalkschiefer oder Bahram - Kalke hätten für jene gesprochen, Gesteine der Schirgescht - Formation diese bewiesen. So verblieb zur Klärung dieser Frage nur eine Analyse des Megagefüges, da zu erwarten war, daß sich bei Erreichen bzw. Überfahren der Südlichen Randstörung die Achsenlagen grundlegend ändern würden, was sich natürlich auch in der Gefügestatistik ausdrücken sollte.

Obertags unterschieden sich die neun erfaßten Homogenitätsbereiche durch die Form und Anordnung der s - Flächenpolhäufungen, der  $\beta$  - Gürtel, des Jf und B. Zusammenfassend kann über die Gefügeuntersuchungen ausgesagt werden, daß die Hangendkalke, der Dolomit und die Kalkschiefer im Liegenden der Lagerstätte eine ähnliche Verformung aufweisen. Abweichend davon verhalten sich die Kalke südlich der Südlichen Randstörung: Diese zeigen flacher liegende  $\beta$  - Gürtel, die zudem noch hinsichtlich ihrer Streichrichtungen stark schwanken. Auf Grund dieser Ergebnisse war zu erwarten, daß sich beim Erreichen bzw. Überfahren der Südlichen Randstörung auch in der Grube eine geänderte Gefügeordnung bemerkbar machen müßte. Diese sollte

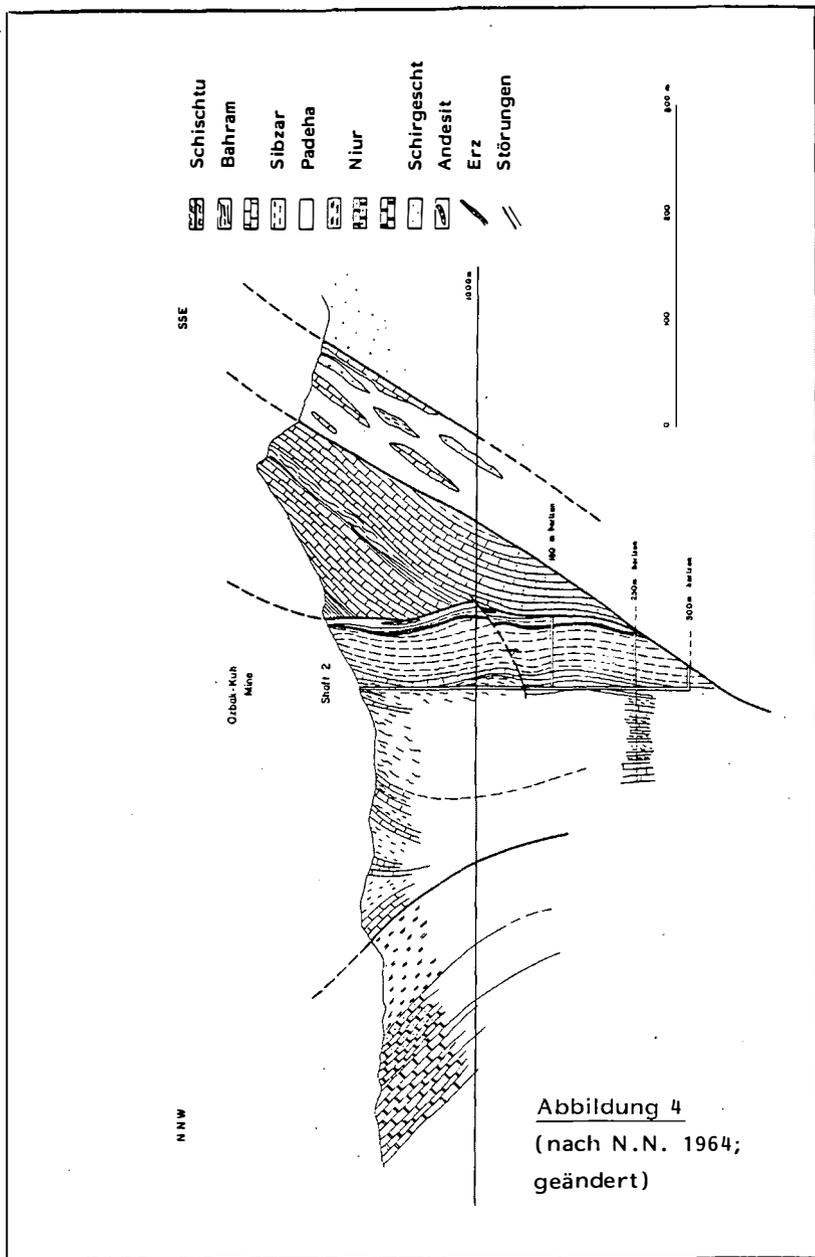


Abbildung 4  
 (nach N.N. 1964;  
 geändert)

noch stärker beim Erreichen der Südlichen Störungszone zum Ausdruck kommen.

In der Grube von Ozbak-Kuh wurden insgesamt über 3200 Gefügedaten eingemessen, diese in Diagrammen zusammengefaßt und ausgewertet. Aus Platzgründen und auch deshalb, weil hier Einzelheiten unwesentlich sind, werden nachstehend nur die wesentlichsten Ergebnisse zusammengefaßt: Die B - Achsen des Dolomites fallen im W bis SW mit denen des Hangendkalkes zusammen. Das flächige Gefüge (ss) zeigt im Grubenbereich eine starke Ähnlichkeit der Kalke und des Dolomites. Unterschiede der Flächenlagen ergaben sich lediglich für den Dolomit mit zunehmender Teufenlage: Während nämlich die Flächenpole in den oberen Teufen im NW - Quadranten liegen, sind sie ab der 250 m - Sohle im SW gelagert. Auf der 300 m - Sohle pendeln sie wieder gegen NW. Es ergibt sich somit das gleiche Bild, das auch z.B. für den Hauptgang aus den verschiedenen Profilen hervorgeht (Tafel 6). Damit kann festgestellt werden, daß der Hauptgang in seinen wesentlichsten Teilen dem örtlichen und linearen Gefüge folgt.

Die Störungen, die jünger als die metasomatischen Vererzungsphasen sind, bevorzugen zwei Richtungen: Eine (besonders auf den Sohlen -212 m und -250 m) streicht NE - SW; diese Verwürfe fallen meist mittelsteil bis steil gegen SE ein. Die zweite Richtung verläuft NW - SE. Die zuletzt genannten Brüche pendeln um saiger, einmal gegen SW, das andere Mal gegen NE eintauchend. Diesem allgemeinen Schema junger Zerbrechungen folgen auch die Störungen auf der 300 m - Sohle.

Aus dem Vergleich der wesentlichsten Richtungen des sedimentären s mit dem generellen Gangstreichen auf den betreffenden Sohlen geht hervor, daß etliche junge Störungen entweder dem ss folgen oder sehr spitzwinkelig darauf stehen, was auch ein allmähliches Verdrücken des Hauptganges dieserseits und auch eine langsame Mächtigkeitzunahme jenseits derartiger Störungen zur Folge haben konnte. Recht eindrucksvoll zeigten sich diese Erscheinungen im SW - Teil der 175 m - Sohle und des Abbaues 212 m.

Zusammengefaßt ergaben die 1965 durchgeführten Untersuchungen tatsächlich den Nachweis, daß damals die Südliche Störungszone noch nicht erreicht war, welche Erkenntnis damals die Möglichkeit eröffnete, über einen gezielten Hoffnungsbaue in der Teufe weitere Vorräte aufzuschließen. Diese wurden in der Folge auch gefunden und bis 1968 abgebaut.

Neben den bisher beschriebenen, den westlichsten, Störungen kommt, wie schon früher erwähnt, noch eine Reihe von weiteren NW - SE- bis N - S-streichenden, schwächeren, s - parallelen oder diskordanten Abschiebungen vor. So konnten z.B. in einem Tal, das etwa 80 m östlich des Schachtes 2 aus dem SE herabzieht, drei Blattverschiebungen und Abschiebungen beobachtet werden, die u.a. auch eine wesentliche Einengung des erzführenden Dolomites bedingten. Während nämlich der Dolomit westlich dieser Struktur mindestens 30 m, meist aber an die 50 m mächtig ist, zeigt er östlich davon nur mehr eine Mächtigkeit um 10 m.

Die Dolomitgrenzen sind nur teilweise stratigraphische (so etwa gegen den Gips und die hellblauen Bahram - Kalke); meist sind diese später auch tektonisch überformt worden (so z.B. durch die Nördliche Randstörung).

Durch verschiedene Störungen wurden die Korallen- und Brachiopodenkalke in grobe Schollen zerlegt, was dort, wo sie mit einem flachliegenden ss zusammenwirken, bis in unsere Zeit zum Abgleiten großer Blöcke führt. Alle diese Brüche sind älter als die Südliche Randstörung (denn sie werden von dieser abgeschnitten) und damit auch älter als der Schuppen- und Deckenbau dieses Gebietes.

## Die Lagerstätte

Wegen der schon zum Großteil versetzten höhergelegenen Baue mußte auf eine eingehende Bearbeitung des tagnahen Grubenbereiches verzichtet werden. Die Aufnahme beschränkte sich daher auf den Raum unter der 175 m - Sohle. Allerdings wurde auch versucht, die alten Betriebsaufzeichnungen für die Erfassung der darüberliegenden Areale zu nutzen.

Das Träbergestein, der Sibzar - Dolomit, bildet in Ozbak-Kuh bis in etwa 250 m Teufe eine rund 300 m lange und maximal 50 m mächtige ENE - WSW-streichende Linse, an die sich obertags, von ihr durch Störungen getrennt, ein etwa 250 m langer und 10 m mächtiger Dolomitstreifen anschließt. Auch dieser Streifen war vererzt und wurde von den Alten bis in unbekannt- te Teufen abgebaut.

Die Mächtigkeit der zuerst genannten Dolomitlinse nimmt zwischen 250 und 300 m Teufe rasch bis auf nur etwas über 20 m ab. Gleichzeitig weicht auch die Westgrenze der Linse gegen ENE zurück, sodaß auch die streichende Erstreckung der Linse mit zunehmender Teufe geringer wird (Tafel 5). Auf der 275 m - Sohle und darunter wird zudem die Tektonik durch eine intensive Verschuppung des Dolomites mit seinem Liegenden (Anhydrit, Gips, Andesit) noch komplizierter. So wurden beispielsweise in dem Querschlag, der auf der 275 m - Sohle vom 1. Hangendgang gegen SSE führt, zuerst 9 lfm Dolomit, dann 6,5 lfm Andesitschiefer, dann wieder 12 lfm Dolomit, nochmals 7,5 lfm Andesitschiefer, abermals 10 lfm Dolomit durchfahren, bis 2 m vor dem Schacht 3 nochmals verschieferter Andesit erreicht wurde.

Im Sibzar - Dolomit setzt, gleichmäßig 4 bis 10 m von der Südgrenze des Dolomites entfernt, der die Linse entlangziehende Hauptgang auf. Ab 250 m Teufe gesellen sich im SW noch zwei durch Störungen vielfach zerhackte Nebengänge hinzu: der eine, der 1. Hangendgang, etwa 30 m unter der Nördlichen Randstörung, der andere, der 2. Hangendgang, nur etwa 5 bis 15 m unter ihr (Tafel 5).

Während der Hauptgang im großen und ganzen stets eine gleichbleibende Mächtigkeit zeigte, sind beide Nebengänge durch eine sehr unregelmäßige Form und durch eine absetzige Erzführung charakterisiert. Die Form der Erzkörper ist bei den Nebengängen schlauchartig bis rundlich-knollig, die Erzkörper schwellen manchenorts plötzlich stark an und unmittelbar darauf ver- tauben sie wieder. Mächtigkeitsabnahmen von 1,5 bis 2 m auf eine Entfern- ung von 3 bis 4 m sind die Regel. Während somit der Hauptgang in seiner Form einem flachen Quader oder Brett sehr ähnlich sieht, zeigen die beiden Nebengänge die Gestalt unregelmäßig verteilter Erzbutzen längs zweier tekto- nisch vorgezeichneter Zonen. Dies machte in der Betriebszeit die Verfolgung der beiden Nebengänge und das Abschätzen ihrer Bauwürdigkeit sehr schwie- rig.

Aus den Untertagsaufnahmen scheint hervorzugehen, daß in der Teufe die Vererzung des Hauptganges teilweise oder ganz von den Nebengängen übernommen wird. So zeigte sich beispielsweise auf der 250 m - Sohle, daß zwar etwa 30 m westlich des Schachtes 3 der Hauptgang allmählich auskeilt, unmittelbar hernach aber der 1. Hangendgang einsetzt. Dieses auch an ande- ren Orten zu beobachten gewesene Überspringen der Vererzung gegen das Hangende dürfte wohl mit Änderungen der Festigkeitseigenschaften des erz- führenden Dolomites zusammengehören sein.

Der Hauptgang sieht auf der Karte auf den ersten Blick einer syngenetischen, sedimentären Bildung sehr ähnlich. Tatsächlich folgt dieser Gang streckenweise dem ss, interessanterweise bevorzugt dort, wo dem Dolomit feine graphitische Lagen eingeschaltet sind. Über die Form des Hauptganges zwischen seinem Ausbiß und der 300 m - Sohle informiert die Tafel 6. Wie auch aus dieser zuletztgenannten Darstellung hervorgeht, konnte anhand der Grubenaufnahme kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Gang- und der Dolomitmächtigkeit nachgewiesen werden.

O.M.FRIEDRICH konnte 1960 beweisen, daß die Vererzung des Hauptganges hauptsächlich an eine Zerrüttungszone gebunden ist und metasomatisch erfolgte. Zudem ließ sich bei einiger Aufmerksamkeit überall in der Grube erkennen, daß die Vererzung doch auch häufig Richtungen folgte, die schräg zum ss verliefen. Besonders schöne Beispiele einer diskordanten Vererzung konnten in den Abbauen 250 und 275 beobachtet werden. So hatte der Hauptgang im 250 m - Abbau NE an einer Stelle ein Streichen von 62/242, wogegen der Dolomit ein solches von 18/198 aufwies. An einer anderen Stelle des gleichen Abbaues lauteten die entsprechenden Werte 60/240 bzw. 32/212. Geringere Abweichungen der Gangrichtung von der ss-Lage zeigten sich im 275 m - Abbau, wo beispielsweise an zwei Stellen für das Gangstreichen 79/259 bzw. 53/233 gemessen wurde, wogegen der Dolomit an den gleichen Stellen ein Streichen von 59/239 bzw. 60/240 aufwies.

Es gab in den Bauen auch immer wieder Orte, an denen das Überspringen des Hauptganges von einer Dolomitbank auf die nächste festgestellt werden konnte. Meistens bildeten in diesen Fällen (ac)- und 0kl - Flächen das Salband, d.h. der Hauptgang folgte auf einigen dm diesen Flächenlagen.

Für die beiden Nebengänge trifft prinzipiell das gleiche zu. Die Form der Dolomitlinse geht - wie schon früher erwähnt - nur teilweise auf die jüngere Tektonik zurück. In der Hauptsache war sie schon in der sedimentären Anlage gegeben. Die Nebengänge - besonders deutlich war dies beim 2. Hangendgang - verfolgen - liegen, wie der Hauptgang; in nahezu ss-parallelen Trümmerzonen. Auch bei den Nebengängen konnte man die Beobachtung machen, daß sie oft auf etliche m derselben Dolomitlage folgten, dann aber plötzlich auf andere Lagen übersprangen. Es wurde früher auch schon der interessanten Tatsache gedacht, daß die Nebengänge unvermittelt dort einsetzten, wo der Hauptgang auskeilte und damit ein Lagerstättenbereich zu verarmen drohte. So keilte beispielsweise an einer Stelle zwischen 4 und 8 m über der 250 m - Sohle der Hauptgang aus, worauf ein Nebengang (südlich des Schachtes 2) 4 m über der erwähnten Sohle einsetzte. Auf der 250 m - Sohle erreichte dieser Nebengang schon eine Mächtigkeit von 1,5 m.

Ein weiteres Beispiel möge die starke Absetzigkeit der Nebengänge veranschaulichen: Im Abbau des 2. Hangendganges südöstlich des Schachtes 2 lag 6 m über der 250 m - Sohle stellenweise noch eine Erzmächtigkeit von über 4 m vor, die Firste dieses Abbaues, lediglich etwas über 2 m darüber gelegen, war schon nahezu steril. Diese starken Mächtigkeitszu- und -abnahmen kamen auch in einem Aufbruch von der 275 m - auf die 250 m - Sohle gut zu Geltung. Hier war der 2. Hangendgang oft nur mehr an einer mm - dicken Erzschnur kenntlich, manchmal setzte er überhaupt aus.

Wie auch schon früher erwähnt, erwiesen sich die Nebengänge zum Unterschied vom Hauptgang auch im Streichen als stark absetzig. Dies ging nicht ausschließlich auf s-parallele und diskordante Verwerfungen zurück, sondern war auch in der Anlage der Trümmerzonen begründet.

Stoffliche, d.h. petrographische, Inhomogenitäten scheiden als Erklärung für die unterschiedliche Ausbildung der verschiedenen, später vererzten

Trümmerzonen aus. So verbleiben als Erklärung nur die Annahme ungleichartig wirkender tektonischer Kräfte: Während an der Südgrenze des Dolomites gleichmäßig angreifende Scherkräfte die Ausbildung einer auf 100 m und mehr gleichbleibenden Ruschelzone bedingten, wurden die absetzigen Trümmerzonen im SW durch verschiedene starke oder zumindest ungleichartig angreifende Scherspannungen verursacht.

Es versteht sich nach dem Gesagten von selbst, daß alle drei Trümmerzonen älter als die Vererzung sind. Dies bedeutet aber nicht ein gleiches Alter der ENE - WSW-verlaufenden Ruschel des Hauptganges und der NE - SW-streichenden Trümmerzonen der beiden Nebengänge. Aus dem bisher Beschriebenen geht vielmehr hervor, daß der Hauptgang dem älteren Schuppenbau folgt, wogegen (wie dies auch die Megagefügeanalyse bestätigte) die Nebengänge den Richtungen der jüngeren Schuppen, die nach A.RUTTNER bei Ozbak-Kuh den älteren Bau überwältigten, entsprechen. Daraus ergibt sich der wichtige Schluß, daß die metasomatische Vererzung erst nach abgeschlossenem Schuppenbau abließ.

### Ablauf der Mineralisation

O.M.FRIEDRICH (1956, 1960) wies den hydrothermal-metasomatischen Charakter der bis damals bekannten Pb - Zn - Mineralisation und den dreistufigen Ablauf der Lagerstätten-genese nach:

- a) Bildung des sogenannten Netzkalkes,
- b) Mg - Fe - Metasomatose, die das Trärgestein (d.h. den "Metasomatischen Dolomit" bzw. "Ankerit") bildete,
- c) eigentliche Pb - Zn - Mineralisation.

Nach A.RUTTNER ist die vulkanische Tätigkeit als sicher postkretazisch anzusehen. Wie schon früher erwähnt, wurden beim Aufstieg der Vulkanite die Nebengesteine kontaktmetamorphosiert. Möglicherweise gehört zu diesen Vorgängen auch die Bildung der Netzkalke, d.h. die sicher postunterkretazische starke Zerbrechung der paläozoischen Kalke (Alter der Zerbrechung nach A.RUTTNER: Apt - Alb) und die nachträgliche Ausheilung der Klüfte durch Calcit.

Die Mg - Fe - Mobilisation bzw. - Metasomatose könnte nach O.M.FRIEDRICH von tiefmagmatischen Bereichen ausgegangen sein, dies etwa während einer Orogenphase in der Zeit Oberkreide / Untertertiär (A.RUTTNER).

Wie A.RUTTNER zeigen konnte, wurden auch noch untertertiäre Gesteine von der metasomatischen Erzmineralisation betroffen. Daraus ergibt sich für diese Vererzung ein tertiäres Alter und für die postgenetischen Deformationen ein obertertiäres bis rezentes.

Durch die vorliegenden Untersuchungen des Verfassers ergibt sich eine weitgehende Bestätigung des von O.M.FRIEDRICH festgestellten Vererzungsschemas, darüber hinaus aber auch, daß die tertiäre Pb - Zn - Mineralisation möglicherweise nur eine hydrothermale Konzentration (und metasomatische Lagerstättenbildung) einer bereits im Oberdevon syngenetisch erfolgten Pb - Zn - (Fe-)Metallisation (Protoerzbildung) darstellt. Als Agens kann dabei der andesitische Vulkanismus angesehen werden.

Die einzelnen Stufen der Lagerstättenbildung sollen durch die Phototafeln 2 - 10 belegt werden.

Das Paläosom wird üblicherweise von einem von Pyrit durchstäubten Dolomit (Phototaf. 3, Fig. 1, 2) gebildet, doch zeigen wenige erhaltene Reste, daß eine Dolomitvarietät zumindest Zinkblende als syngenetische Ausscheidung führt (Phototaf. 3, Fig. 2-4, 6, 8). Leider könnten bisher ähnliche Relikte von Bleiglanz noch nicht nachgewiesen werden.

Postgenetisch erfolgte eine Zerbrechung, offensichtlich in verschiedenen Einzelphasen, denen wieder Kluffüllungen unterschiedlicher Zusammensetzung folgten (Phototaf. 3, Fig. 3-8). Ganz augenscheinlich kam es im Zuge dieser Kataklassen auch zu einer teilweisen chemischen Mobilisation des Paläosoms (und damit der Zn - Mineralisation), die in der Folge zu einer ersten Konzentration in Form an Zinkblende reicher Kluffüllungen führte. Diese Mobilisation brachte eine teilweise Um- und Sammelkristallisation der karbonatischen Grundmasse mit sich (Phototaf. 4, Fig. 1-4); dies geschah anscheinend in einer tektonischen Ruhephase, wie örtlich reliktsische Kluffüllungen im Paläosom beweisen können (Phototaf. 4, Fig. 1, 2).

Während diese erste Phase einer epigenetischen Zinkblende-Vererzung nur mikroskopisch nachweisbar ist, fällt die nachfolgende Bildung der verschiedenen Typen einer eigenartig-krümeligen (und vermutlich ursprünglich gelförmig ausgeschiedenen) Zinkblende bereits megaskopisch auf. Zwischen den beiden epigenetischen Zn - Mineralisationen liegt ein deutlicher Hiatus, denn es kann immer wieder gezeigt werden, daß die krümeligen Blenden nicht nur jünger als der Dolomit des Paläosoms sind (Phototaf. 2, Fig. 1, 4), sondern auch der Bildung des Metasomatischen Dolomits (MD) nachfolgen (Phototaf. 2, Fig. 2, 5, 6).

Wie schon früher erwähnt, tritt die krümelige Zinkblende in mehreren Varietäten auf, manchmal mehr oder minder rein (Phototaf. 4, Fig. 5), das andere Mal zusammen mit Pyrit, Karbonat und Quarz (Phototaf. 4, Fig. 6-8; Phototaf. 5, Fig. 1-3; Phototaf. 6, Fig. 4, 5). Hauptgangart der krümeligen Blenden ist ein weißer Dolomit.

Den krümeligen Zinkblenden folgte eine helle, glatte, schalig aufgebaute und verhältnismäßig reine Blende (Honigblende) nach. Diese kann fallweise in der krümeligen Blende nachgewiesen werden (Phototaf. 4, Fig. 8), häufiger an den Rändern von Paläosomschollen (Phototaf. 5, Fig. 4, 8; Phototaf. 6, Fig. 1, 2, 7), Zinkblendebrocken (Phototaf. 2, Fig. 5) oder verschiedenen älteren Klüften und Ruscheln folgend (Phototaf. 5, Fig. 6, 7). Fallweise kam es auch zu einer Verdrängung des Altbestandes durch diese Honigblende. Dabei geschah diese in Form einer reinigenden Metasomatose (Phototaf. 6, Fig. 2), die manchmal auch einen zonaren Aufbau des Metasoms hervorbrachte (Phototaf. 6, Fig. 1). Auch bei dieser Mineralisationsphase bildet Dolomit die Gangart. Im Laufe dieser Metasomatose scheint es auch zu einer Markasitbildung gekommen zu sein (Phototaf. 6, Fig. 2).

Wahrscheinlich gleichzeitig tritt an anderen Stellen eine sattbraune, derbe Zinkblende auf, die manchmal feinkörnige Bleiglanzeinschlüsse enthält. Diese könnten die frühesten Belege für die Pb - Mineralisation darstellen.

Auch der erste megaskopisch nachweisbare Bleiglanz (möglicherweise wieder zusammen mit Markasit und Dolomit gebildet) dürfte, wenn überhaupt, so nur unwesentlich jünger als die Honigblende sein (Phototaf. 6, Fig. 5-7).

Man kann örtlich zwei Bleiglanzarten unterschiedlichen Alters feststellen (Phototaf. 2, Fig. 2, 6; Phototaf. 6, Fig. 8; Phototaf. 7, Fig. 1), die in ihrer Ge-

nese durch eine kurzzeitige Eisensulfidabscheidung zeitlich voneinander getrennt sind.

Der Bleiglanz drang längs von Rissen in den Altbestand ein (Phototaf. 6, Fig.8; Phototaf.7, Fig.1,5,8; Phototaf.8, Fig.1,2) und verdrängte diesen, teilweise unter Bildung von Karbonatidioblasten (Phototaf.7, Fig.5,8; Phototaf.8, Fig.1,3-8; Phototaf.9, Fig.1-3,5-7). Manchmal füllte der Glanz auch Risse in älteren Mineralen, wie Pyrit (Phototaf.7, Fig.3) oder Zinkblende (Phototaf.7, Fig.7). Auch die zuletzt genannten Minerale wurden angelöst (Phototaf.7, Fig.4,6; Phototaf.8, Fig.3). Der im Zuge dieser metasomatischen Phase gebildete Dolomit ist siebartig von Bleiglanz durchsetzt (Phototaf.8, Fig.3-8; Phototaf.9, Fig.1-3), zonar aufgebaut, wobei diese Zonartität teilweise schon gut durch die Anordnung der Bleiglanzeinschlüsse zum Ausdruck kommt (Phototaf.8, Fig.4-6,8), besonders aber nach der Ätzung mit einer Aluminiumnitratlösung (Phototaf.8, Fig.6,7; Phototaf.9, Fig.2-4).

Der oben geschilderten Bleiglanz - Dolomit - Phase folgte eine Kataklyse und die Abscheidung eines nichtzonaren Dolomits, dann eine Pb - Zn - Phase (Phototaf.2, Fig.3; Phototaf.9, Fig.7).

Wie die Spaltausbrüche vermuten lassen, geschah die Bleiglanzbildung zumindest fallweise zu Zeiten tektonischer Unruhe (Phototaf.7, Fig.5,6; Phototaf.9, Fig.8; Phototaf.10, Fig.1).

Postgenetische Deformationen führten häufig zur Bleischweifbildung und zu gleichzeitiger Karbonatidioblastese (Phototaf.2, Fig.2,3).

Diese bisher geschilderte Abfolge konnte auch durch den Befund in den Ozbak-Kuh benachbarten Gruben von Schureh bestätigt werden (als Beispiel dafür: Phototaf.10, Fig.4-6).

An supergenen Bildungen konnte von Ozbak-Kuh und Schureh nur Gips nachgewiesen werden (Phototaf.10, Fig.6), von Schureh sind noch Fundstücke von Wulfenit, aus Sibzar noch solche von Hemimorphit und Pyromorphit erhalten (Phototaf.10, Fig.7,8). Über weitere sekundäre Bildungen berichtete O.M.FRIEDRICH (1960).

Somit ergibt sich für Ozbak-Kuh zusammenfassend die in der Tabelle 5 wiedergegebene Mineralisationsabfolge.

Tabelle 5

1. Paläosom (Dolomit + Pyrit + Zinkblende)	<u>Oberdevon</u>
2. Zerkochung	<u>Apt - Alb</u>
3. Netzkalkbildung (nach O.M.FRIEDRICH), ?gleichzeitig erste Zn - Konzentration (Kluft- füllung mit Dolomit und Zinkblende)	
4. Bildung des Metasomatischen Dolomits (MD)	<u>Oberkreide/Untertertiär</u>
5. Hauptphase der Erzmineralisation: Krümelige Zinkblende + Pyrit + Quarz + weißer Dolomit	
6. Kokardenbildung: Honigblende + Dolomit (? + Pyrit ? + Markasit); ?gleichzeitig: satt- braune Zinkblende + Bleiglanz	
7. Bleiglanz + Dolomit (? + Markasit)	
8. Bleiglanz + zonarer Dolomit	
9. Zerkochung	
10. nichtzonarer Dolomit	
11. Nachphase (Bleiglanz + Zinkblende)	
12. Postgenetische Deformation (Bleischweifbil- dung)	<u>Obertertiär -</u>
13. Bildung supergener Minerale	<u>rezent</u>

Schrifttum

- BARIAND, P., V. ISSAKHANIAN & M. SADRZADEH (1965): Preliminary metallogenetic map of Iran. - Geol. Survey Iran, Rep. 7
- BURNOL, L. (1968): Contribution à l'Etude des gisements de plomb et zinc de l'Iran. Essais de classification paragenetique. - Geol. Survey Iran, Rep. 11
- FLÜGEL, H. (1962): Korallen aus dem Silur von Ozbak-Kuh (NE - Iran). - Jb. Geol. B.-A., 105, 2: 287 - 330.
- & A. RUTTNER (1962): Vorbericht über paläontologisch-stratigraphische Untersuchungen im Paläozoikum von Ozbak-Kuh (NE - Iran). - Verh. Geol. B.-A., 1: 146 - 150.
- FRIEDRICH, O.M. (1956): Berichte über die besichtigten Erzvorkommen der Société MINAK, Teheran. - Unveröffentl. Ber., 71 p.
- (1960): Zur Genesis und Mineralogie einiger ostpersischer Blei- und Zinklagerstätten. - N. Jb. Miner., Abh., 94 (Fb.RAMDOHR): 430 - 468.
- N.N. (1964): Geology and Mineralization in the Ozbak-Kuh Area (East Iran). - Geol. Survey Iran, 21 p., 5 pl.

- (?): Geology and Mineralization in Ozbak-Kuh Area (East Iran). - 4 p., 5 pl.
- RUTTNER, A. (1961): Bericht über geologische Aufnahmen in Nordost - Persien 1959/60. - Verh. Geol. B.-A., 3: A 97 - A 100.
- (1961): Geology of the Area Ozbak-Kuh - Garedu. Report 1: The Environs of the Ozbak-Kuh Mine (Preliminary Report). - 3 p., 3 pl.
  - (?): Geological Map of the Ozbak-Kuh - Gushkamar Area, based on the geological field work of A. RUTTNER and F. MISSAGHI and on a photogeological map prepared by G.A. MOHADJER, compiled by A. RUTTNER. - 1 : 25.000.
- STÖCKLIN, J., A. RUTTNER & M. NABA VI (1964): New data on the Lower Paleozoic and Pre-Cambrian of North Iran. - Geol. Survey Iran, Rep. 1

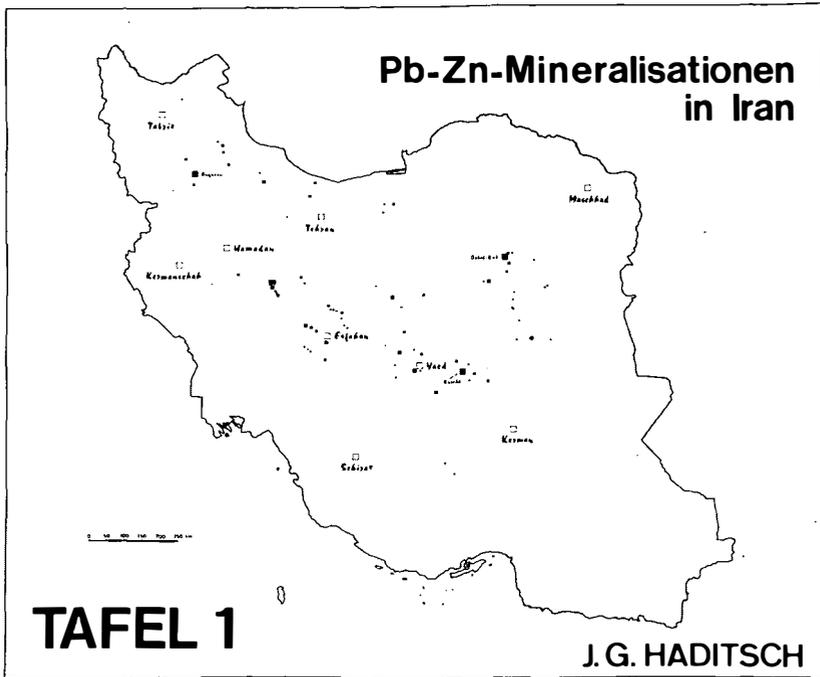
### Danksagung

Herzlicher Dank gebührt Herrn Bergdir. Bergrat Dipl.Ing. M. MACZEK (+), der diese Untersuchung anregte, und Herrn Univ.Prof. Dr.Ing. O.M. FRIEDRICH (Leoben), der die Arbeiten maßgeblich förderte. Besonderer Dank sei an dieser Stelle auch der Société Maden Loute (Tehran), namentlich deren seinerzeitigem Generaldirektor, Herrn Eng.F. ZAHEDI, für die vielfältige Hilfe ausgesprochen. Herrn Dir. A. MOHAMMADI bin ich für die Genehmigung zur Drucklegung dieser Arbeit zu großem Dank verpflichtet.

### Beilagen

#### Tafeln

- TAFEL 1: Pb - Zn - Mineralisationen im Iran
- 2: Erzmineralisationen im Raum Ozbak-Kuh
  - 3: Geologie von Ozbak-Kuh
  - 4: Ozbak-Kuh (Grund- und Aufriß)
  - 5: Erzgänge im Dolomit von Ozbak-Kuh
  - 6: Gangfläche des Hauptganges von Ozbak-Kuh



Die Tafel 1 soll die Verteilung der Pb-Zn-Vorkommen im Iran veranschaulichen. Hauptsächlich sind diese Vererzungen auf die die Große Salzwüste umgebenden Randgebirge beschränkt. Geologisch-lagerstättenkundlich lassen sich vier verschiedene Regionen abgrenzen:

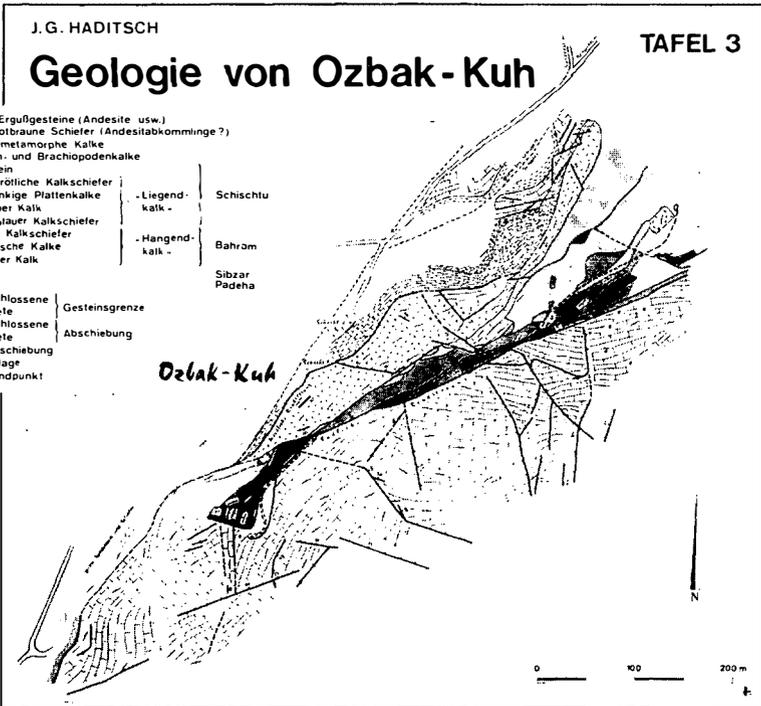
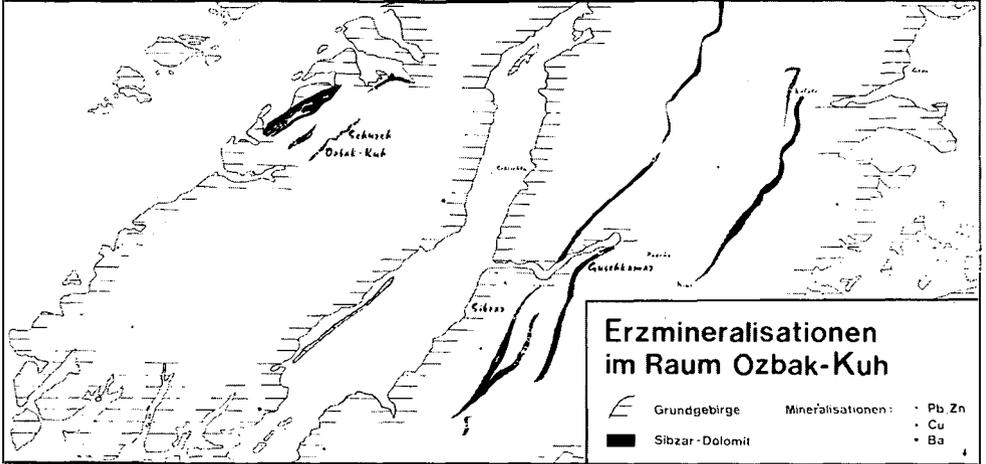
1. Aserbeidschan und Alburs
2. Raum Esfahan-Arak
3. Bereich Anarak-Yazd
4. Ostkette der Kavir zwischen Ferdous und Tabas

Im zuerst genannten Gebiet liegt die größte und z.T. karstiforme Blei-Zink-Lagerstätte des Iran: Anguran. Zwischen ihr und den Vorkommen in den Alburs-Ketten gibt es bei Rascht einige Gangmineralisationen in tertiären Vulkaniten (z.B. Zahbad).

Im zentralen Teil des Iran gibt es bekannte Vererzungen in der unmittelbaren Umgebung von Esfahan und weitere gegen NW gegen Golpaygan und Arak (z.B. Lakan, Hosseinabad).

Die Region um Anarak und Yazd birgt mit Kuschik, Nachlak, Merdscherd (Merjard) und Zirakan einige bekannte Vorkommen.

Von den Mineralisationen in den östlichen Randketten der Kavir ist Ozbak-Kuh die bekannteste und größte.



Auf der Tafel 2 wurden alle Pb-Zn-, Cu- und Ba-Mineralisationen der Umgebung von Ozbak-Kuh zusammengefaßt. Besonders klar tritt aus dieser Darstellung die enge Bindung der Pb-Zn-Erzvorkommen (Ozbak-Kuh, Schureh, Sibzar, Guschkamar, Kalate) an den Sibzar-Dolomit hervor.

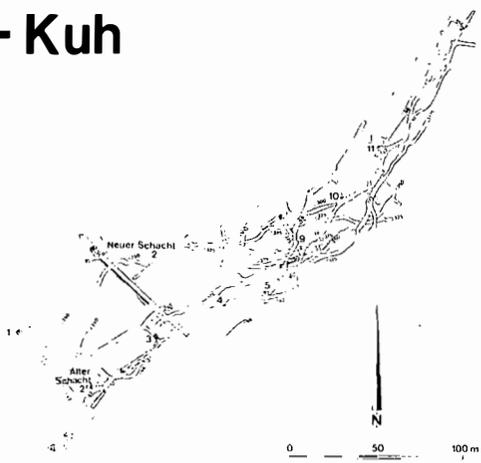
Auf der Tafel 3 ist die unmittelbare Umgebung der Lagerstätte Ozbak-Kuh dargestellt. Der Bergbau (mit den Schächten 1 und 2) ging hauptsächlich im Sibzar-Dolomit (in der Mitte der Tafel 3) um. Sehr deutlich tritt hier die tektonische Beanspruchung dieses Raumes und die unterschiedliche Bedeutung der verschiedenen tektonischen Trennflächen hervor: Es ist klar zu erkennen, daß den SW-NE-verlaufenden Störungen die größte Bedeutung zukommt. Derartige Bruchflächen, nämlich die beiden aufeinander zuscharenden Randstörungen, führen auch zu einem Auskeilen des Erzträgers im SW. Auch die in der Teufe wirksame Südliche Störungszone (bereits außerhalb des dargestellten Bereiches gelegen) zeigt ein ähnliches Streichen.

In der Tafel 4 ist das Grubengebäude von Ozbak-Kuh im Grund- und Aufriß wiedergegeben. Die Lagerstätte wurde durch zwölf Schächte und mehrere Sohlen bis in eine Teufe von - 375 m aufgeschlossen. Bis zum Grundwasserspiegel herab (bei etwa - 42 m) wurde Ozbak-Kuh bereits von den Alten bebaut. Die tieferen Sohlen stammen aus der jüngsten Zeit.

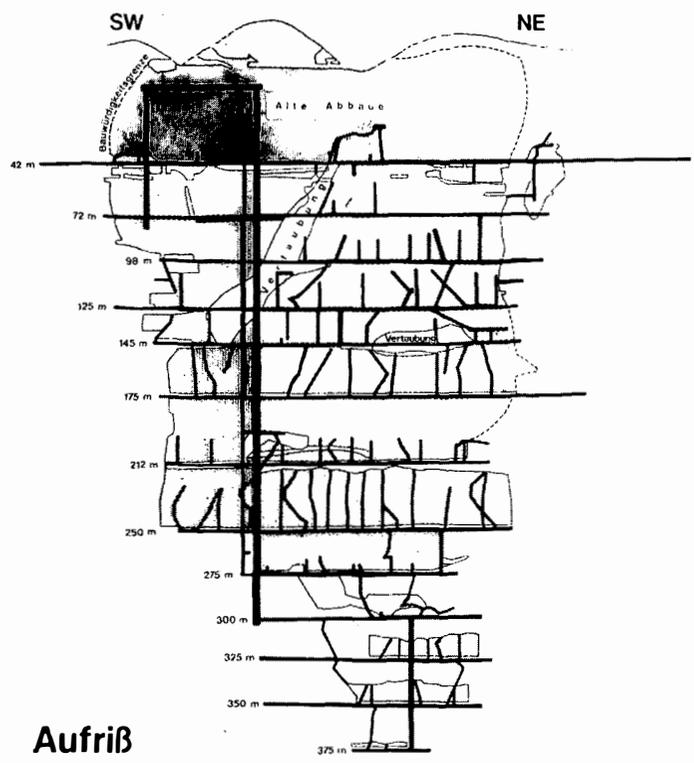
Dem Aufriß kann sehr deutlich die Abnahme der bauwürdigen Bereiche mit zunehmender Teufe entnommen werden. Diese Gegebenheit wird im SW und in der Teufe sehr stark durch die örtliche Tektonik bedingt, in der Teufe ausschließlich durch das Abschneiden des erzführenden Sibzar-Dolomits durch die Südliche Störungszone.

J. G. HADITSCH

# Ozbak - Kuh

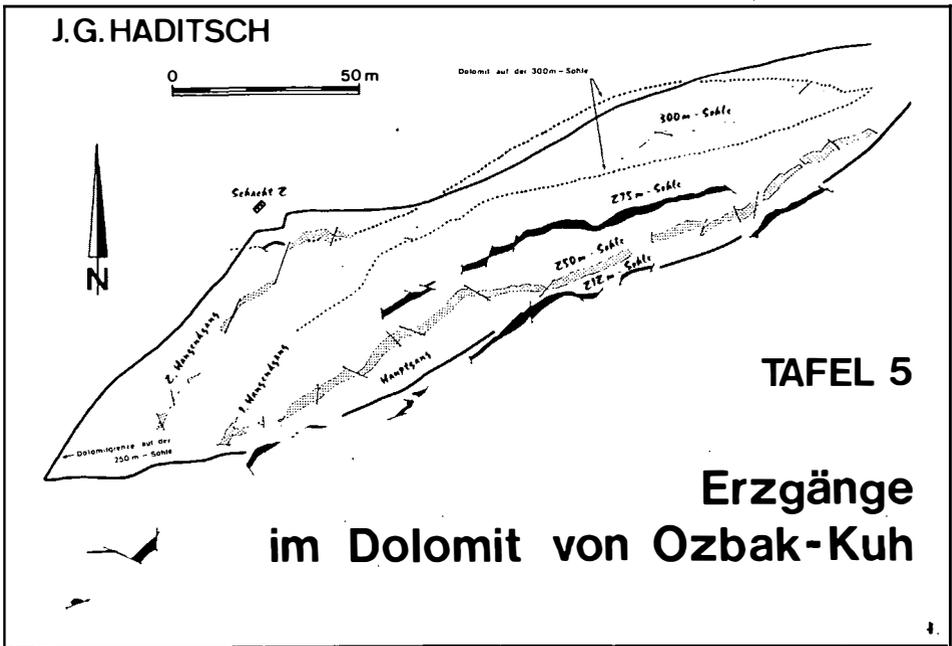


Grundriß



Aufriß

TAFEL 4

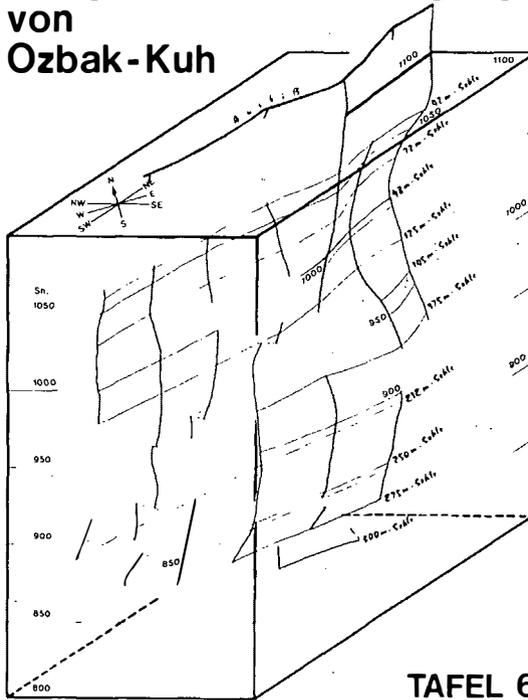


Auf der Tafel 5 wurde versucht, den Verlauf und die Mächtigkeiten des Hauptganges und der beiden Hangendgänge auf verschiedenen Sohlen und den Zusammenhang der Vererzung mit der Form und tektonischen Prägung des Sibzar-Dolomits darzustellen.

Aus der Tafel ist die tektonische Kontrolle der Mineralisation deutlich entnehmbar. So zeigt sich z.B. auf der 250-m-Sohle eine deutliche Bindung des Hauptganges und des 2. Hangendganges an die grenznahen Bereiche des Dolomits. Darüber hinaus erkennt man auch sehr klar die Mächtigkeitsabnahme des Dolomits und, damit einhergehend, die zunehmende Verarmung und Absetzigkeit der Vererzung mit zunehmender Teufe.

J.G. HADITSCH

## Gangfläche des Hauptganges von Ozbak-Kuh



TAFEL 6

Die Tafel 6 soll die Form des Hauptganges und dessen in bezug auf die epigenetische Vererzung postgenetische Verformung, vor allem durch flachliegende Störungen ("Deckelklüfte"), veranschaulichen. Das wellenförmige Niedersetzen des Hauptganges verläuft nur bei einer oberflächlichen Betrachtung nahezu parallel zur südlichen Begrenzung des Erzträgers, d.h. des Sibzar-Dolomits. In Wirklichkeit liegt die Vererzung hier in einer tektonisch aufbereiteten Zone innerhalb des Dolomits, die zwar an manchen Orten streng dem ss folgt, an anderen Orten aber schräg dazu verläuft.

## Erklärung der Phototafeln

### PHOTOTAFEL 1

- Fig. 1: Blick von SW gegen den Höhenrücken mit den Koten 1208, 1238 und 1258 m südöstlich des Bergbaues Ozbak-Kuh (dieser lag jenseits des Bergkammes). In der Bildmitte (am Weg von Ozbak-Kuh nach Guschkamar) sind die Kalkschiefer der Schirgescht - Formation aufgeschlossen. Der oben genannte Bergkamm wird durch Bahram - Kalke aufgebaut. Diese werden diskordant durch die Südliche Störungszone mit den hellen Gipsen der Padeha - Formation, denen Schollen anderer Gesteine eingelagert sind, unterlagert.
- Fig. 2: Im Vordergrund Bahram - Kalke, der Gipfel des Gatsch-Kuh ("Gips-Berg") - im Hintergrund - wird von dunklem Sibzar - Dolomit und hellem Padeha - Gips aufgebaut.
- Fig. 3: Sibzar - Dolomit (links) und Gips. Umgebung des Gatsch-Kuh.
- Fig. 4: Der Gipfel des Zach-Kuh (am linken Bildrand) wird durch Korallenkalke der Schischtu - Formation aufgebaut. Darunter und im Sattel zwischen dem Zach-Kuh und dem nächsten Gipfel (P. 1395) liegt die sandig-schieferige Abfolge der Schischtu - Formation. Der zuletzt genannte Gipfel wird von Bahram - Brachiopodenkalcken gebildet, die in einem tektonischen Kontakt zu den Gesteinen der Derendschal - Formation stehen.
- Fig. 5: Bergbau Ozbak-Kuh. Im Hintergrund der Zach-Kuh, direkt davor (heller Fleck) Gips, der, zusammen mit den bräunlich-rötlichen Kalkschiefern der Schischtu - Formation, die auch im Bild einigermaßen gut erkennbare, gegen rechts einfallende Südliche Randstörung begleitet. Die Bergflanke am rechten Bildrand zeigt Bahram - Kalke. Links vom Gips (und deutlich dunkler als dieser) ist der erzführende Sibzar - Dolomit zu sehen, der (oberhalb der Erzbunker) durch die Nördliche Randstörung (im Bild deutlich dunkler) begrenzt wird. Links davon, etwa in der Bildmitte, der Turm des Schachtes 2.
- Fig. 6: Bergbau Ozbak-Kuh. Links der Bildmitte der Turm des Schachtes 2, dessen Spitze auf die Nördliche Randstörung weist, die von dort, im Bild leicht wellig, zum linken Bildrand zieht. Darunter liegen die Hangendkalke (Bahram), darüber und rechts davon, jenseits einer kleinen Rinne, die vererzten Sibzar - Dolomite. Die Gebäude auf der Halde beherbergten die Markscheiderei und die Werkstätten.

### PHOTOTAFEL 2

- Fig. 1: Poliertes Handstück. Eine teilweise verdrängte Scholle des Sibzar-Dolomites schwimmt in einer krümeligen Zinkblende, die nachträglich zerbrochen wurde. Die Risse wurden durch Bleiglanz (schwarz), eine jüngere, schalige Zinkblende (hellgrau, am unteren Rand der Dolomitscholle) und spätes Karbonat (weiß) ausgeheilt.
- Fig. 2: Poliertes Handstück. Grobspätige Dolomitbrocken (MD) schwimmen (links und unten) in Zinkblende und weißem Dolomit. Diese Minerale heilten auch die Klüfte in den Dolomitbruchstücken aus. Spä-

ter drang längs bevorzugter Rupturen (Grenze Dolomit/Zinkblende; Spaltrisse des weißen Dolomites) Bleiglanz (schwarz) ein. An der Grenze des Bleiglanzes gegen den Dolomit erkennt man einen feinen Kiessaum.

- Fig. 3: Ausschnitt aus voriger Aufnahme. Der Metasomatische Dolomit wird von Klüften durchschlagen, die durch Zinkblende und weißen Dolomit ausgeheilt wurden. Die Risse im weißen, grobspätigen Dolomit sind mit Bleiglanz gefüllt (rechts oben).
- Fig. 4: Paläosom - Scholle (dunkel) schwimmt in krümeliger Zinkblende. Paläo- und Metasom wurden später zerbrochen, Risse, wie z.B. auch die Rupturen der vorliegenden Abbildung, durch eine helle Zinkblende ausgeheilt.
- Fig. 5: Dolomit (rechts oben; rechte untere Ecke) schwimmt in krümeliger Zinkblende, die zerbrochen und teilweise auch mobilisiert wurde. Die Risse wurden zunächst von einer jüngeren Zinkblende (welche zusammen mit der älteren auch Kokarden bildet), später auch durch Bleiglanz ausgeheilt.
- Fig. 6: Ausschnitt aus Fig. 2: Zwischen zwei stark kataklastischen und später zusätzlich von einem Zinkblendegäader durchzogenen MD - Schollen (ältere) Zinkblende und (jüngerer) Bleiglanz. An der Grenze des MD gegen den Bleiglanz ein feiner Kiessaum (weiß).

### PHOTOTAFEL 3

- Fig. 1: Paläosom: Dolomitmplaster, von Pyrit durchstäubt. Durch die Kornflächenätzung (2' mit 30 %iger Aluminiumnitratlösung) kommt das Gefüge gut zur Geltung. Kein Pol., 50 x.
- Fig. 2: Feinkörniger Dolomit (im Bild unten) enthält nur Pyrit. Der gröberkörnige Dolomit der oberen Bildhälfte führt Zinkblende. Im Grenzbereich beider Dolomite tritt die Zinkblende auch im feinerkörnigen Karbonat auf (am rechten Bildrand). Dies kann auf eine Syngenesese des feinerkörnigen Dolomits mit der Blende oder auf eine epigenetische Verdrängung, die vorzugsweise der Grenzflächen gefolgt wäre, hindeuten. 1 Pol., 21 x.
- Fig. 3: Linsenförmige Paläosomschollen schwimmen in jüngerem Karbonat. Während die Scholle aus feinerkörnigem Dolomit (im Bild unten) an syngenetischen Mineralen nur Pyrit enthält, zeigt die andere Linse neben größerem Dolomit auch eine gleichalte Zinkblende. Im groben Karbonat zwischen den Schollen und in den Rupturen Zinkblende und Pyrit. 1 Pol., 20 x.
- Fig. 4: Paläosomscholle mit syngenetischer Zinkblende, umgeben von einem zonaren, verhältnismäßig eisenreichen Karbonat. Dieses wird teilweise durch Zinkblende verdrängt. Ein nichtzonarer Dolomit, der links der Bildmitte eine Kluft ausheilt, ist jünger als das zonare Karbonat. 1 Pol., Ätzung (2' mit 30 %iger Aluminiumnitratlösung), 19 x.
- Fig. 5: Das Paläosom (pyritführender Dolomit) wird von verschiedenen alten dolomitischen und ankeritischen Klüften durchrissen. Teilweise

ist das Karbonat in diesen Rupturen zonar aufgebaut. Eine der jüngsten Rupturen, nämlich die den unteren Bildrand entlangführende Kluft enthält (außerhalb des Bildes) Zinkblende. Kein Pol., Ätzung (wie oben), 51 x.

- Fig. 6: Zinkblende im Paläosom und in verschiedenen alten Kluftfüllungen. 1 Pol., 20 x.
- Fig. 7: Zinkblende in verschiedenen alten Kluftfüllungen, teilweise, wie z.B. am oberen Bildrand, das Paläosom verdrängend. 1 Pol., geätzt (wie oben), 20 x.
- Fig. 8: Durch Zinkblende und Karbonat ausgeheilte Kluft im Paläosom, das auch vereinzelte Blendekörner enthält. 1 Pol., 20 x.

#### PHOTOTAFEL 4

- Fig. 1: Eine Kluft im Paläosom wurde durch Zinkblende ausgeheilt. Von dieser Mineralisation wurde auch ein Blende führender Riß erfaßt, dessen Karbonat im Kluftbereich (Bildmitte) umkristallisiert wurde. 1 Pol., 19 x.
- Fig. 2: Ausschnitt aus voriger Abbildung. Karbonatidioblasten als Produkt einer Umkristallisation im Zuge einer Zn - Vererzung. Dieses jüngere Karbonat ist von Zinkblende durchsetzt. Im Paläosom Pyrit. 1 Pol., 46 x.
- Fig. 3: Auflösung des Paläosoms unter teilweiser Verdrängung durch Zinkblende und unter randlicher Umkristallisation (Idioblastenbildung) des Karbonats. 1 Pol., 46,5 x.
- Fig. 4: Rekristallisiertes Karbonat in Zinkblende. In der rechten unteren Bildecke ist noch ein wenig Paläosom zu sehen. 1 Pol., 46 x.
- Fig. 5: Krümelige Zinkblende. 1 Pol., 19 x.
- Fig. 6: Krümelige Zinkblende mit teilweiser Füllung der Zwickel durch Karbonat. 1 Pol., 19 x.
- Fig. 7: Ein anderer Typ der krümeligen Zinkblende. 1 Pol., 18,5 x.
- Fig. 8: Krümelige Zinkblende (mit Karbonat) wird von glatter durchschlagen. 1 Pol., 18,5 x.

#### PHOTOTAFEL 5

- Fig. 1: Krümelige Zinkblende eines weiteren Typs enthält viel Karbonat und etwas Pyrit. 1 Pol., 19 x.
- Fig. 2: Quarz- und Karbonatidioblasten in krümeliger Zinkblende. 1 Pol., 18,5 x.

- Fig. 3: Ausschnitt aus voriger Aufnahme. Idiomorphe Quarzkristalle umschließen Kies und Zinkblende.  
1 Pol., 46 x.
- Fig. 4: Paläosom (feinkörniger Dolomit, am unteren Bildrand), z.T. aufgelöst (Bildmitte), mit gröberkörnigem Karbonat und Zinkblende mit Karbonatidioblasten.  
1 Pol., 19 x.
- Fig. 5: Paläosom mit unterschiedlich alten Klüften, deren eine auch Zinkblende führt.  
1 Pol., geätzt (wie oben), 46 x.
- Fig. 6: Paläosom wird durch Karbonat und Zinkblende verdrängt.  
Kein Pol., geätzt (wie oben), 18 x.
- Fig. 7: Die Verdrängung folgt fallweise älteren Klüften (mit dem zonaren Karbonat).  
1 Pol., geätzt (wie oben), 18 x.
- Fig. 8: Zinkblendefreies Paläosom (rechts) und blendeführendes und gröberkörniges (Bildmitte). Dieses wird aufgelöst und durch Zinkblende verdrängt. Schollen des Paläosoms, Kies und im Zuge der Metasomatose gebildete Dolomitidioblasten schwimmen in der jüngeren Zinkblende.  
1 Pol., 19 x.

#### PHOTOTAFEL 6

- Fig. 1: Der Angriff der hydrothermalen Lösungen bewirkte örtlich einen zonaren Aufbau des Metasoms: Am Rand des Paläosoms sind Dolomitidioblasten zu erkennen, die von einer Zone aus Zinkblende und Dolomitidioblasten umgeben werden. Auf einen Bereich mit gröberkörnigem Karbonat folgt reine Zinkblende. Durch hypogene Vorgänge wurden später Sulfid- (wahrscheinlich Bleiglanz-) Körner in Gips umgesetzt (dunkler Fleck in der rechten oberen Ecke).  
1 Pol., geätzt (mit Wasser), 47 x.
- Fig. 2: Reinigende Metasomatose: Der Pyrit des Paläosoms wurde bei der Verdrängung an der Grenze Altbestand/Metasom (ZnS) konzentriert, z.T. auch in Markasit und gröberkörnigen Pyrit umgesetzt.  
1 Pol., 47 x.
- Fig. 3: Die Dolomitidioblasten in der Zinkblende zeigen einen zonaren Aufbau, der auch durch die ZnS - Einschlüsse angedeutet wird.  
1 Pol., 120 x, Ölimmersion.
- Fig. 4: Markasit und Karbonatidioblasten an der Grenze einzelner Zinkblendekrümel.  
1 Pol., 18,5 x.
- Fig. 5: Markasit, Karbonat und Bleiglanz (weiß, glatt) an den Kerngrenzen der Zinkblende.  
1 Pol., 18,5 x.
- Fig. 6: Die gröberen Markasitkörner sind an Bleiglanz und eine junge, helle Zinkblende gebunden. Gangart ist ein idioblastischer einschlußreicher Dolomit.  
1 Pol., 18,5 x.

- Fig. 7: Einschlußreiche Zinkblende (rechts), jüngere, fast reine Zinkblende (Bildmitte) und Bleiglanz mit angelösten Zinkblendeschollen (linker Bildrand). Den Bleiglanz trifft man manchmal auch in besonders wegsamen Klüften (rechts der Bildmitte).  
1 Pol., 18 x.
- Fig. 8: Ein älterer Bleiglanz (mit Karbonatidioblasten) durchschlug das Paläosom, ein jüngerer verdrängt den älteren und das Paläosom. Beide Bleiglanzarten werden voneinander durch einen Kiessaum getrennt.  
1 Pol., 47 x.

#### PHOTOTAFEL 7

- Fig. 1: Ähnliche Verhältnisse, wie in Phototaf.6, Fig.8 dargestellt. Im jüngeren Bleiglanz schwimmt eine ZnS - Scholle.  
1 Pol., 46,5 x.
- Fig. 2: Anisotroper, poriger und glatter Pyrit, z.T. idiomorph, am oberen Bildrand Zinkblende, daneben Dolomit.  
1 Pol., 18 x.
- Fig. 3: Anisotroper poriger und glatter Pyrit, in den Klüften Bleiglanz.  
1 Pol., 45,5 x.
- Fig. 4: Im Bleiglanz (weiß) Dolomitidioblasten (schwarz) und zwei größere Kieskörner. Das rechte besteht ausschließlich aus Pyrit, das linke teilweise auch aus Markasit. In der linken oberen Ecke Zinkblende.  
1 Pol., 118 x, Ölimmersion.
- Fig. 5: Bleiglanz verdrängt, von einer Kluft ausgehend, das Paläosom und jüngere Zinkblende.  
1 Pol., 18,5 x.
- Fig. 6: Verdrängung der Zinkblende unter Neubildung von einschlußreichem Karbonat (an den Bländerändern) und Kies.  
1 Pol., 19 x.
- Fig. 7: Bleiglanz verdrängt jüngere Zinkblende.  
1 Pol., 19 x.
- Fig. 8: Verdrängung des Paläosoms unter Bildung von einschlußreichem Karbonat (an den Paläosomrändern und als Idioblasten im Bleiglanz).  
1 Pol., 47,5 x.

#### PHOTOTAFEL 8

- Fig. 1: Weitergehende Auflösung des Altbestandes und Verdrängung durch Bleiglanz.  
1 Pol., 48 x.
- Fig. 2: Paläosom wird von Klüften mit Bleiglanz und wenig Zinkblende (oben rechts) durchschlagen.  
1 Pol., 19 x.
- Fig. 3: Teilweise resorbierter Pyrit (mit starkem Relief), zonarer und einschlußreicher Dolomit, Bleiglanz.  
1 Pol., 48 x.

- Fig. 4: Zinkblende mit Karbonatidioblasten wird von Bleiglanz und größeren, zonaren Dolomitidioblasten verdrängt.  
1 Pol., 19 x.
- Fig. 5: Ausschnitt aus voriger Aufnahme. Die Idioblasten enthalten Einschlüsse, die dem jeweiligen Wirtsmineal entsprechen: Zinkblende (rechts) bzw. Bleiglanz (links oben).  
1 Pol., 48 x.
- Fig. 6: Zonarer Dolomit und Bleiglanz.  
1 Pol., geätzt (2' mit 30 %iger Aluminiumnitratlösung), 48 x.
- Fig. 7: Zinkblende (unten), zonarer, einschlußreicher, idiomorpher Dolomit und Bleiglanz.  
1 Pol., geätzt (wie oben), 47 x.
- Fig. 8: Dolomitidioblasten scheinen im Bleiglanz besonders häufig in der Nähe resorbierter Zinkblende aufgesproßt zu sein.  
1 Pol., 48 x.

#### PHOTOTAFEL 9

- Fig. 1: Zonarer Dolomitidioblast in Bleiglanz.  
1 Pol., 110 x, Ölimmersion.
- Fig. 2: Zonarer Dolomit in Bleiglanz, daneben großteils resorbierte Zinkblende (am unteren Bildrand) und etwas Pyrit.  
1 Pol., geätzt (wie oben), 46 x.
- Fig. 3: Zonarer Dolomit, Bleiglanz, einzelne Pyritkörnchen.  
1 Pol., geätzt (wie oben), 119 x.
- Fig. 4: Der zonare und mit dem Bleiglanz syngenetische Dolomit kann auch fernab der Erzmineralisation nachgewiesen werden. In der Abbildung sind drei verschiedene Dolomitgenerationen festgehalten: Dolomit des Paläosoms; ältere, nichtzonare Dolomitidioblasten; zonarer Dolomit.  
1 Pol., geätzt (wie oben), 47 x.
- Fig. 5: Zonarer, weißer Dolomit, zusammen mit wenig Zinkblende, in Bleiglanz.  
1 Pol., geätzt (wie oben), 46 x.
- Fig. 6: Zonarer, weißer Dolomit, teilweise durch Bleiglanz angegriffen. Der Glanz drang auch längs feiner Risse in den Dolomit ein.  
1 Pol., geätzt (wie oben), 19 x.
- Fig. 7: Mehrere Dolomitgenerationen. Auch der jüngste, nichtzonare Dolomit wurde vom Bleiglanz verdrängt. Im Glanz einzelne Kiesfunken.  
1 Pol., geätzt (wie oben), 19 x.
- Fig. 8: Die Spaltausbrüche des Bleiglanzes geben die syn- bis postgenetischen Deformationen wieder.  
1 Pol., 18,5 x.

#### PHOTOTAFEL 10

- Fig. 1: Interngefüge des Bleiglanzes, kenntlich an den Spaltausbrüchen.  
1 Pol., 18 x.

- Fig. 2: Eine postgenetische Deformation führte auch zur Bleischweifbildung, d. h. zu einer der tektonischen Beanspruchung entsprechenden Ausrichtung der Karbonat - (dunkelgrau), Zinkblende - (mittelgrau) und Kies - (hellgrau) Bruchstücke im Bleiglanz.  
1 Pol., 18 x.
- Fig. 3: Während der Bleischweifbildung ist es offenbar auch zum Aufspalten von Karbonat gekommen (dunkle Idioblasten, besonders in der linken Bildhälfte).  
1 Pol., 46 x.
- Fig. 4: Bergbau Schureh: Fast völlig resorbierte Zinkblende in Bleiglanz mit Dolomitidioblasten.  
1 Pol., 46 x.
- Fig. 5: Bergbau Schureh: Altbestand (verzahnter Dolomit mit einzelnen Pyritkörnern), Bleiglanz und idioblastischer Dolomit mit Bleiglanzeinschlüssen.  
1 Pol., 60 x.
- Fig. 6: Bergbau Schureh: Dolomit als Paläosom und in Form mit Bleiglanz syngenetischer Idioblasten. Der Bleiglanz ist am Ausgehenden des Ganges in Gips umgesetzt worden (dunkelgrau, streifig).  
1 Pol., 46 x.
- Fig. 7: Bergbau Sibzar: Hemimorphit-xx.  
leg. O.M.FRIEDRICH
- Fig. 8: Bergbau Sibzar: Pyromorphit-xx.  
leg. O.M.FRIEDRICH



1



4



2



5

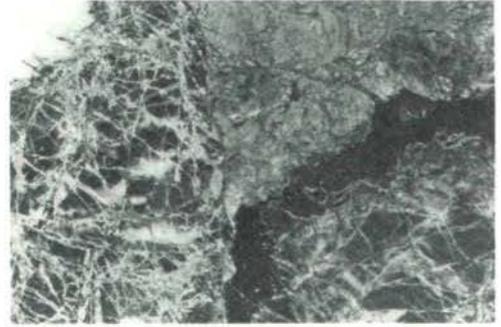
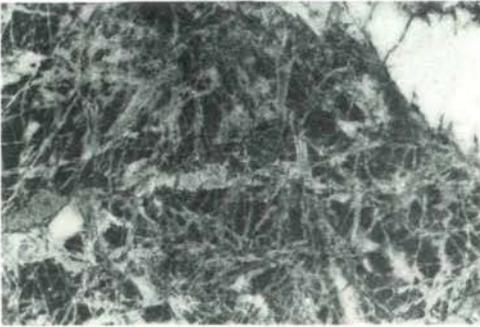
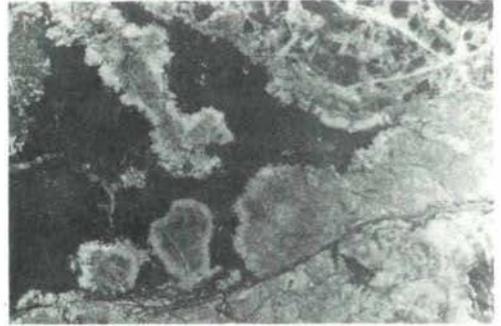


3

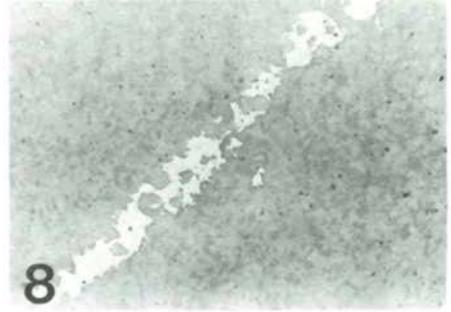
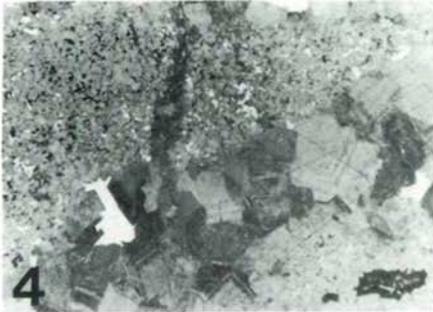
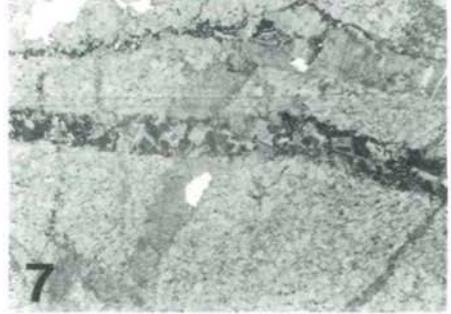
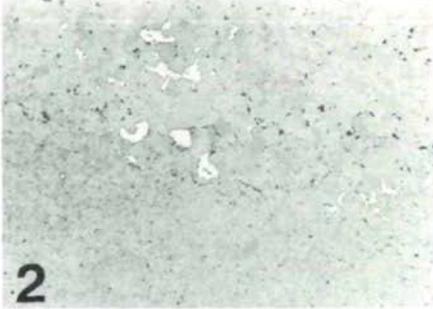
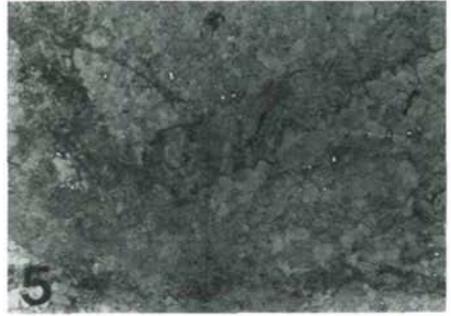


6

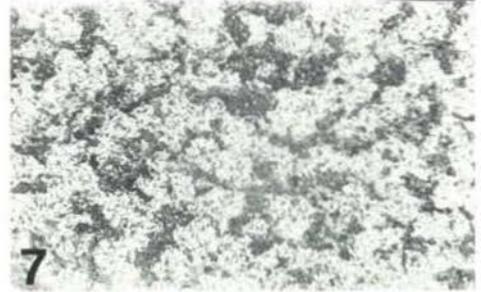
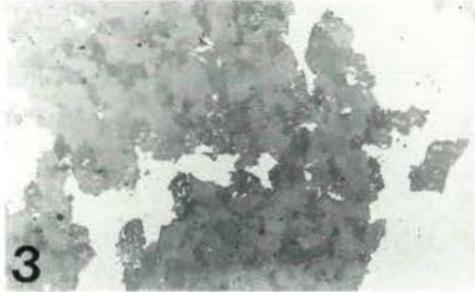
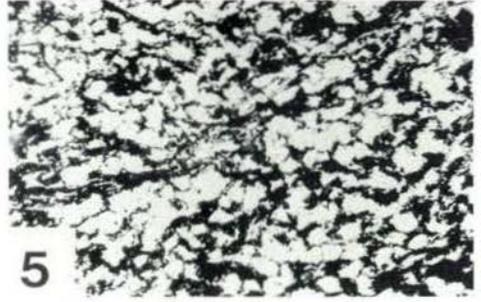
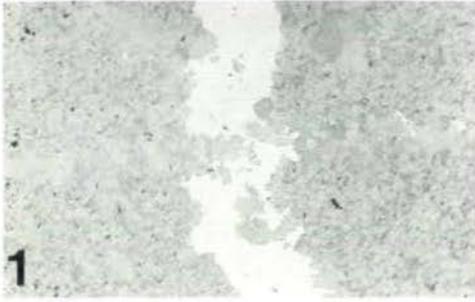
# Phototafel 1



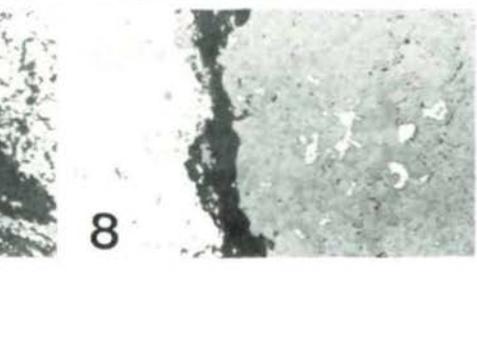
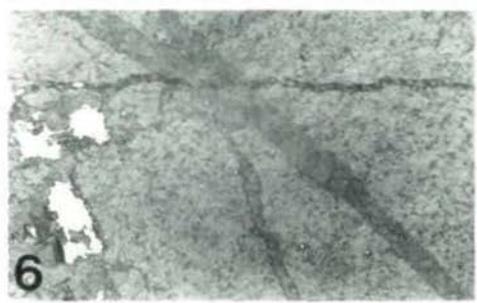
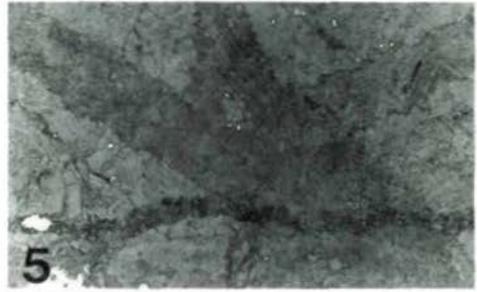
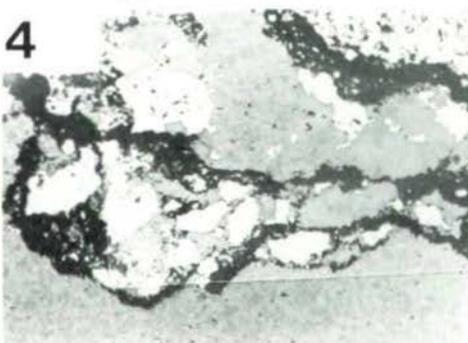
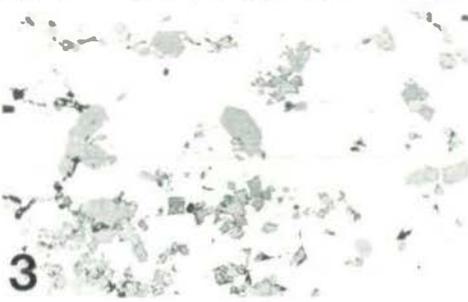
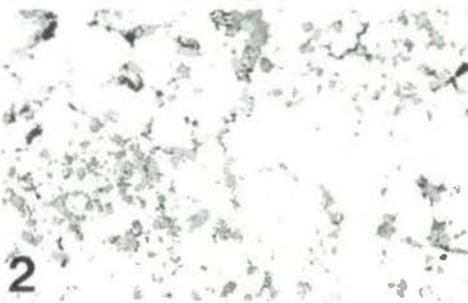
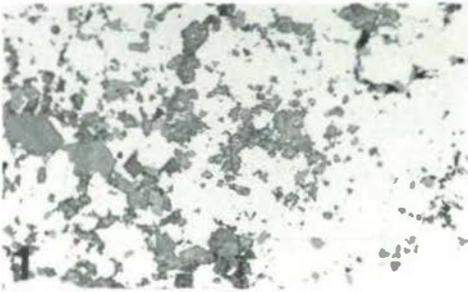
# Phototafel 2



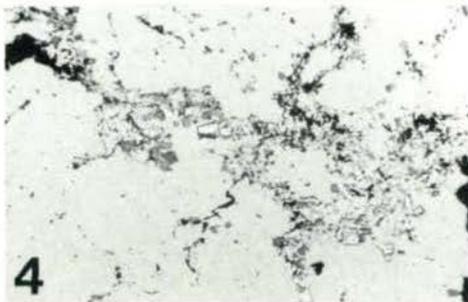
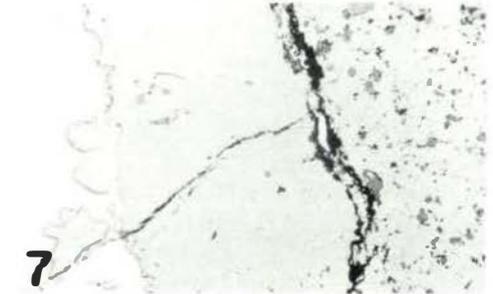
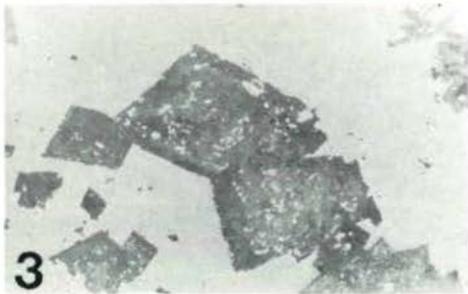
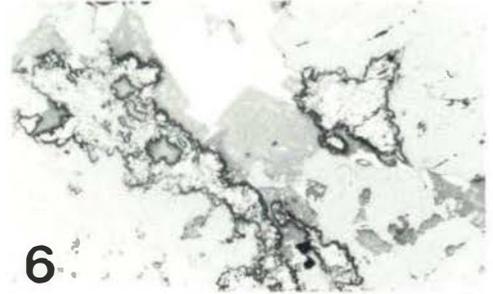
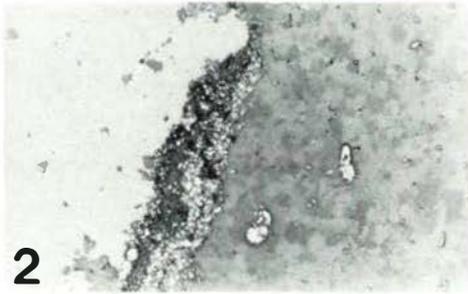
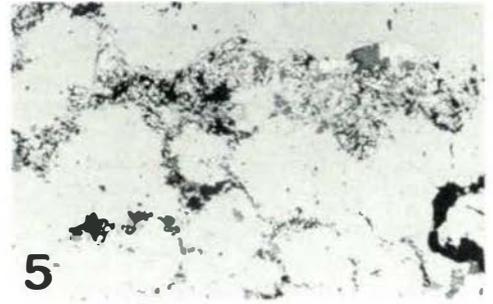
# Phototafel 3



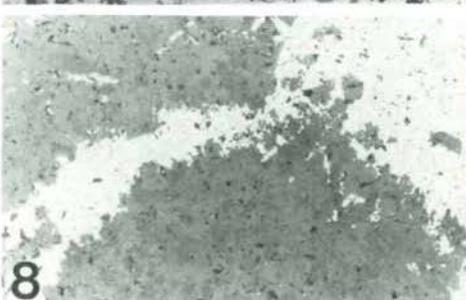
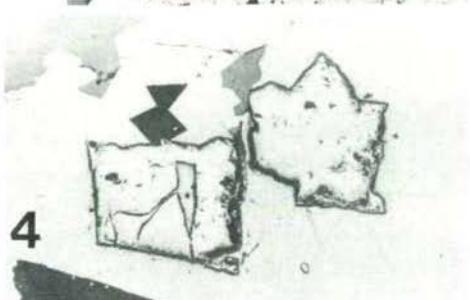
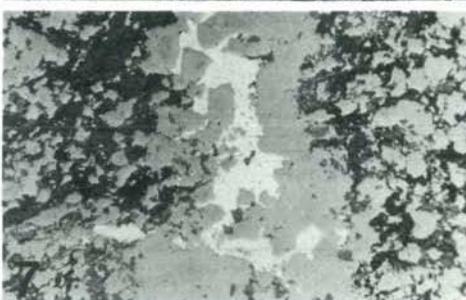
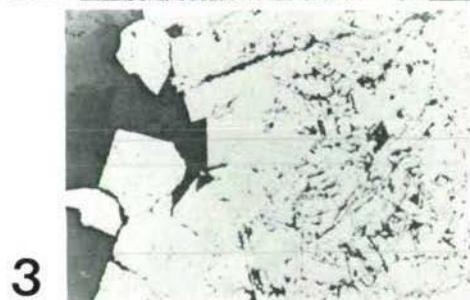
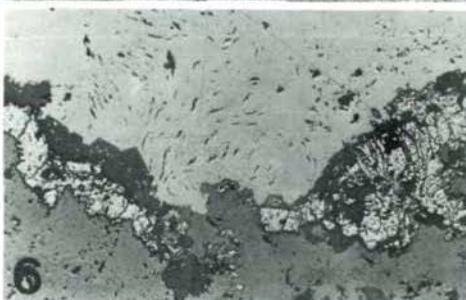
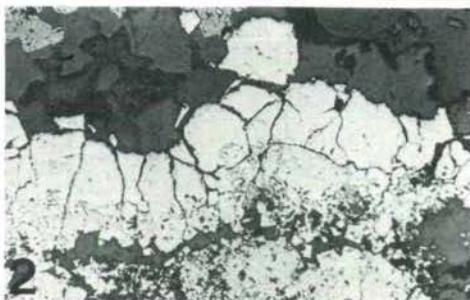
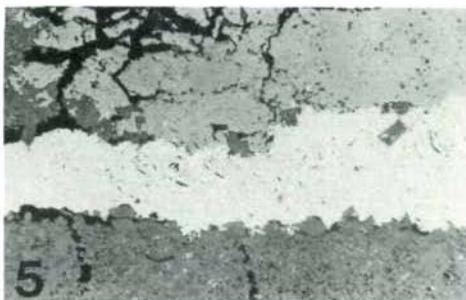
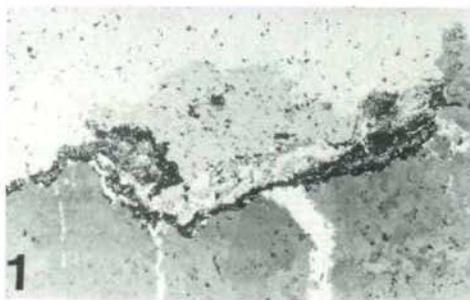
# Phototafel 4



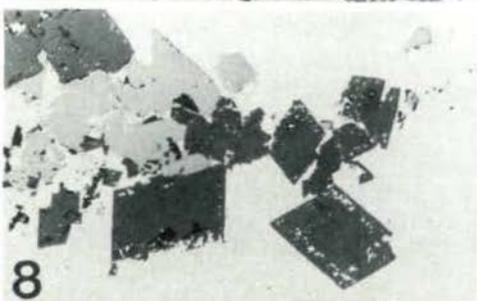
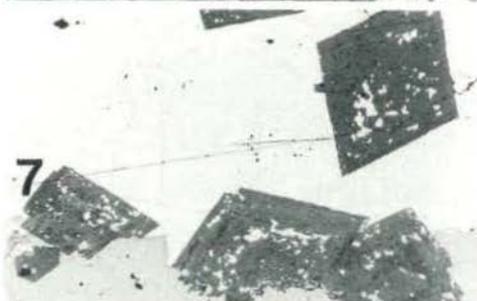
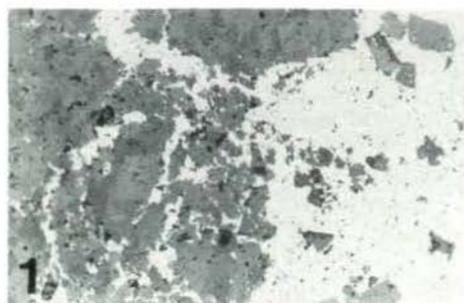
# Phototafel 5



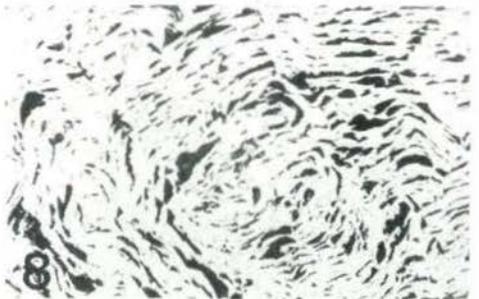
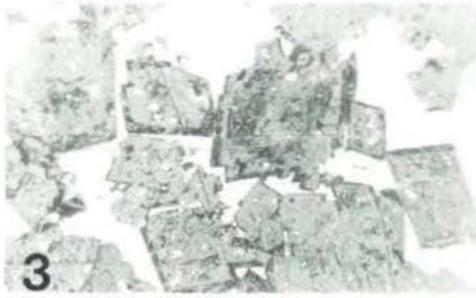
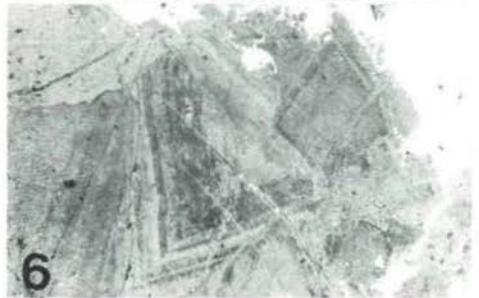
# Phototafel 6



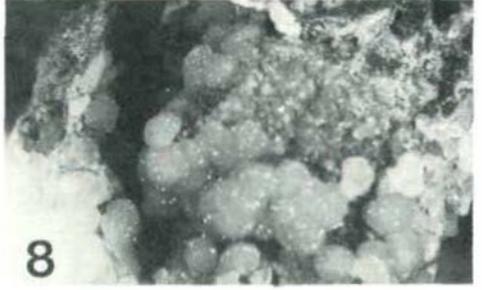
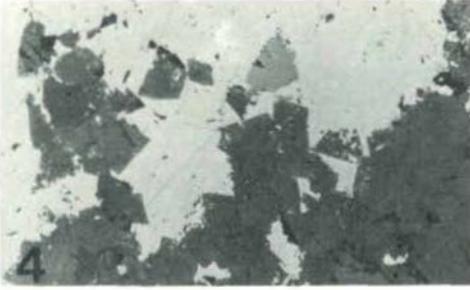
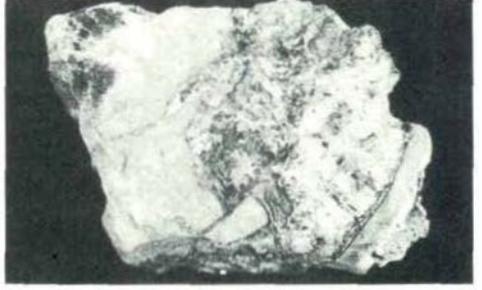
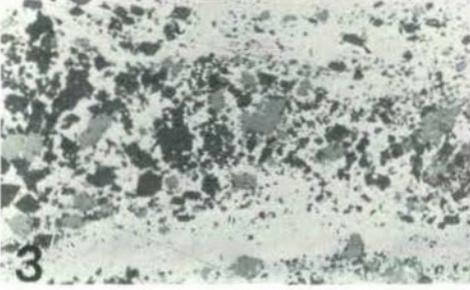
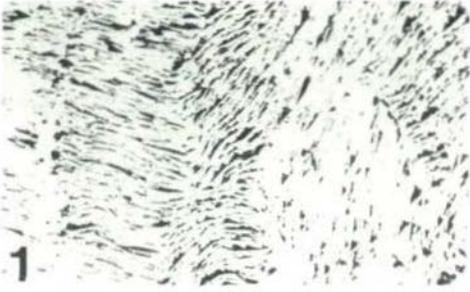
# Phototafel 7



# Phototafel 8



# Phototafel 9



# Phototafel 10