

Geologische Reise zu Erzlagerstätten des Mittleren und Südlichen Ural.

(Mit 12 Abbildungen.)

Von **Gustav Hiessleitner.**

Einleitung. Als Teilnehmer der Uralexkursion des XVII. Internationalen Geologenkongresses, Moskau 1937, hatte ich Gelegenheit, eine Reihe interessanter Lagerstättengebiete des Mittleren und Südlichen Ural kennen zu lernen.*) Das Reiseprogramm war abgestimmt hauptsächlich auf den Besuch der großen magmatischen, bzw. kontaktmetasomatischen bis pneumatolytischen Eisenerzlagerstätten, einiger weniger hydrothermaler Gangvorkommen und insbesondere auf den Lagerstättenzyklus in Abhängigkeit, unmittelbar und mittelbar, von basischen Eruptivmassen.

Ein eingehender „Geologischer Führer zur Uralexkursion“, herausgegeben in englischer und russischer Sprache von Prof. A. N. Zavaritsky, dem unermüdlichen Führer auf der Exkursion selbst, und seinen Mitarbeitern, stand den Exkursionsteilnehmern zur Verfügung. Der „Geologische Führer“ ist mit Karten und Profilen der einzelnen besuchten Lagerstättengebiete ausgestattet und enthält auch die auf neuzeitlichen Stand gebrachten Hinweise auf weiteres Schrifttum.

Zweck des vorliegenden Aufsatzes soll es sein, an Hand des „Geologischen Führers“ auszugsweise eine kurze geologische Kennzeichnung der Vorkommen zu bringen und dabei jene geologischen Bedingungen und während der Exkursionen gewonnenen Einblicke hervorzuheben, die einem mit lagerstättengeologischen Fragen der Alpen und des Balkans bewanderten Geologen am meisten bemerkenswert erschienen. Hinsichtlich geologischer Karten und Profile wird ausschließlich auf den „Geologischen Führer“ verwiesen; die hier gebrachten Abbildungen stellen nur fallweise Ergänzungen dar, die während der Exkursionen und in den jeweiligen Bergbaumuseen hinzugewonnen wurden.

Eine lagerstättenkundliche Aufsammlung aller besuchten Gebiete ermöglicht auch noch nachfolgende Heimarbeit. Während der Exkursion wurde das Material der Aufsammlung stets noch mit meinem engeren Reisegefährten, Prof. H. Huttenlocher-Bern, durch-

*) Dem Interesse einer englischen Bergbaugesellschaft am Balkan, deren beratender Geologe ich seit Jahren bin, hatte ich es zu danken, daß mir die Reise materiell ermöglicht wurde; meine geologische Erfahrung an Lagerstätten im Verbands basischer Eruptivgesteine des Balkans sollte mir durch den Besuch ähnlich gearteter Lagerstätten des Ural erweitert werden.

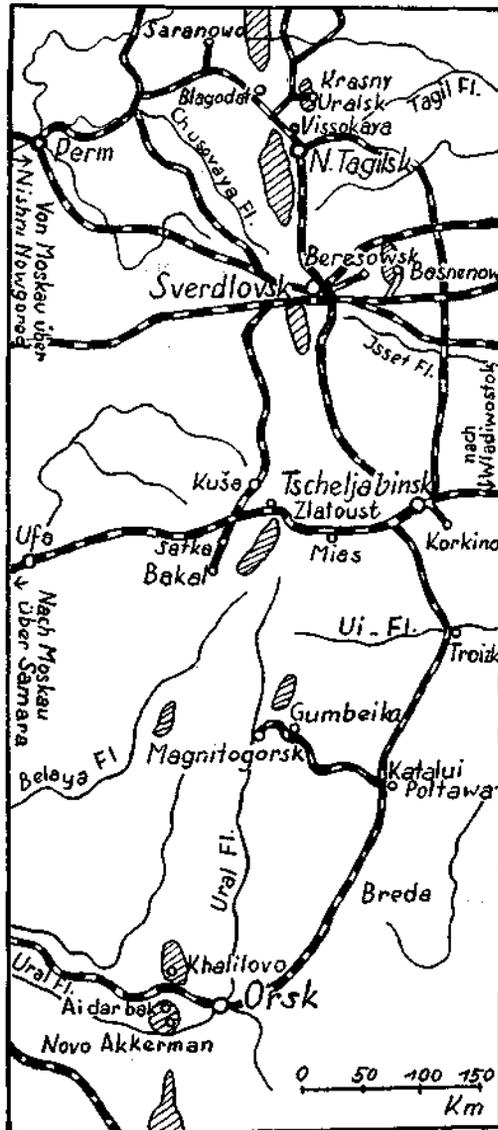


Abb. 1. Übersichtskarte mit den besuchten Örtlichkeiten im Mittleren und Südlichen Ural.
(Schraffiert: Größere basische Massive.)

besprochen, wobei ich diesem erfahrenen Exkursionsmann manche Anregung zu danken habe.

Die Einzelschilderung wird nicht in der chronologischen Folge des Reisens vorgenommen, sondern folgt der nachstehenden nach genetischen Gesichtspunkten geordneten Übersicht der besuchten Erzlagerstätten:

- I. Lagerstätten in Abhängigkeit von peridotitischen Intrusivmassen:
 - a) Primärmagmatische Vorkommen:
Chromit von Saranowskaya,
Cr-Pt von Krasnouralsk.
 - b) Durch Graniteinwirkung auf Peridotite entstandene Asbestlagerstätten: Baschenowo.
 - c) Lagerstätten entstanden durch in-situ-Zersetzung von Peridotitserpentin in Abhängigkeit von alten Landoberflächen:
Ni-Erzvorkommen bei Orsk (Aidarbak, Novo Akkerman),
Dichter Magnesit bei Orsk.
 - d) Lagerstätten entstanden durch Umlagerung peridotitischer Zersetzungszone in Abhängigkeit von alten Landoberflächen:
Fe-Erzlager von Khalilovo bei Orsk.
- II. Eisenerzlager in genetischem Verbands mit basischen Eruptivgesteinen (Gabbro, Amphibolit):
Ti-, Vd-hältiger Magnetit von Kusa.
- III. Lagerstätten in weiterer Abhängigkeit von basischen Gesteinsmassen:
Kristalline Magnesite von Satka,
Spateisen von Bakal.
- IV. Magmatische bis kontaktmetasomatische Typen von Eisenerzlagerstätten:
Magneteisen von Blagodat,
Magneteisen von Vissokaya.
- V. Magmatisch-pneumatolytische Typen von Eisenerzlagerstätten:
Magneteisen von Magnitnaya.
- VI. Hydrothermale Lagerstätten abhängig von sauren Eruptiven:
Goldfeld von Beresowsk,
Scheelitgänge von Gumbelka.
- VII. Minerallagerstätten seltener Elemente in Pegmatiten innerhalb Alkaligesteinskomplexen:
Zirkon, Samarskit, Orthit usw. von Mias.
- VIII. Jurassisches Kohlenfeld von Korkino.

Allgemeine Bemerkungen zu Uralgeologie und Reiseroute.

Die Bauelemente des Uralgebirges ordnen sich im allgemeinen demselben meridionalen Streichen ein, welches auch ein Grundzug der gegenwärtigen Morphologie ist. Die Gebirgsbildung der Uraliden erfolgte in letzter Phase zeitlich gemeinsam mit jener der Alpen, dort wie hier werden ältere Gebirgsstrukturen überwältigt. Die orogenetische Hauptphase im Ural lag in permischer Zeit mit Auswirkung bis in die Trias und hatte Vorgänger in kaledonischer und preordovizischer Epoche. Eine gewaltige Magmenbewegung, basisch-sauer in mehreren Zyklen, ist insbesondere mit der orogenetischen Hauptphase verknüpft.

Das Kettengebirge des Ural erstreckt sich in meridionaler Richtung über 2500 km Länge; nach Norden streicht es, an der Eismeerküste abknickend, über Nowaya Semlja in das Polarmeer aus; im

Süden verschwindet es, nach Südost abbiegend, unter die Ebene der Kirgisensteppe.

Orographisch wird im Nordural die größte Erhebung mit ca. 2000 m erreicht. Der Mittelural bei Perm steigt aus der Russischen Tafel SH 70 m auf, erreicht in der zentralen Zone flach gewölbte Plateaulandschaften von 600—650 m SH und fällt nach Osten ebenso flach zur Ebene des sibirischen Schildes ca. SH 250 m ab. Die Seen- und Berglandschaft des Südlichen Ural bei Mias bildet ein bewegteres Relief, einzelne Bergketten steigen bis 1600 m SH auf. Im südlichen Abschnitt, bei Orsk, streicht die Uralkette als verflachtes niedriges Bergland des Ural-Tau in die Kirgisensteppe aus.

Die Breite des Gebirges wechselt; von durchschnittlich 60—80 km sinkt die — morphologische — Breite bei Sverdlovsk bis auf 6 km ab. Der Tektonik des Ural liegen Faltungs- und Überschiebungsstrukturen zugrunde, die in eine Reihe von meridional streichenden Zonen aufgelöst werden können. Es liegt kein symmetrischer Bau vor. Die Kernzone des Gebirges wird von alten, z. T. mesokristallinen, z. T. epikristallinen Gesteinen eingenommen: Glimmerschiefer, Gneise, Amphibolite — intrudiert von präkambrischen Graniten. An der Westflanke des Mittleren Ural sind die in der russischen Tafel flachgelagerten permokarbonischen Sedimente zu Nord—Süd-streichendem Faltenwurf gestaucht; längs meridional verlaufenden Überschiebungen tauchen ostwärts immer ältere, über die jüngeren aufgeschobene paläozoische Sedimentserien auf, bis herab zum Kambrium. Im Osten der Kernzone des Gebirges treten ebenfalls ältere, paläozoische Sedimentserien mit reichlichem Anteil an Tuffen, Diabasen und Porphyren zutage; Mesozoikum erscheint in beschränktem Ausmaße; hingegen verschwinden die älteren Bauelemente bald unter mächtiger Tertiärverhüllung, derart die östliche tektonische Gebirgsgrenze zur sibirischen Tafel der Einsicht entziehend. Gewaltige Magmenmassen sind entlang der alten Strukturlinien emporgedrungen; ihnen ist der ungeheure Erzreichtum des Uralgebirges zu verdanken.

Die Reiseroute führte von Moskau über Nischni Nowgorod, wo die Wolga zum ersten Male überquert wurde, nach Perm. Aus dem fast sôhlig gelagerten, rötlichen Buntsandstein der russischen Ebene windet sich die Bahnlinie in sanfter Steigung an der östlichen Uralabdachung empor; in westwärts gerichteten, ziemlich steil gegen Ost in die Tiefe sinkenden Falten und Überschiebungszonen schälen sich die älteren Baubestandteile des Ural allmählich heraus. Die sanft gewölbte, plateauähnliche Landschaft ist teilweise von hochstämmigen Fichtenwäldern bestanden, Birke und eine Erlen?-art sind häufig zugesellt. Obwohl die Bergrücken und Plateaukuppen des Mittleren Ural nur geringe Höhen (600—650 m SH) aufweisen, umspannt das Auge doch gewaltige Weiten. Wie schon in der russischen Tafellandschaft, ist noch mehr im Mittleren als auch Südlichen Ural auffällig, daß an den vielen klaren, sonnigen Tagen auch eine prächtige lockere Wolkenbildung häufig ist, die Farbigkeit der Landschaft ungemein erhöhend.

Erste Bergbaustation auf den Höhen des Mittleren Ural ist die Lagerstätte Saranowskaya (Cr). Von hier nach Osten folgt Gora

Blagodät (Fe), weiter östlich Vissokaya (Fe) am Nordrande der alten Bergstadt Nischni Tagilsk. Von diesem wichtigen Bergbauorte aus wird Krasno-Uralsk (Pt) besucht. Am Ostrand des Ural entlang wird die Fahrt nach Sverdlovsk (Jekaterinenburg) fortgesetzt, von wo aus Beresowsk (Au) und Baschenowo (Asbest) aufgesucht werden. Weiter nach Süden wird Tscheljabinsk erreicht und ein Vorstoß ins sibirische Flachland, nach Korkino (Kohle) gemacht. Den Ural verquerend nach Westen zurück, geht es in die freundliche Berg- und Seelandschaft der Ilmenstation bei Mias, wo ein verdienter Rasttag gehalten wird. Anschließend werden Satka (Magnesit) und Bakal (Fe) besucht. Wieder zurück nach Osten, wird, dem Ostrand des Ural entlang, schon ganz im Bereich der sibirischen Ebene, die Fahrt nach Orsk im Südrum fortgesetzt. Die Landschaft nimmt steppenartigen Charakter an, das Kamel als Zugtier tritt in Erscheinung, Sandsturm und Steppenbrand werden erlebt. Östlich Orsk galt der Besuch den Lagerstätten Khalilovo (Fe), Aidarbak (Ni, Magnesit) und Novo Akkerman (Ni). Ein kurzer Ausflug führt SO von Orsk zu den Jaspisbrüchen (devone Kieselschiefer) am Rande der Kirgisensteppe. Von Orsk zurück geht die Reise in den nördlichen Abschnitt des zentralen Südlichen Ural zu den Lagerstätten Gumbeika (W) und Magnitnaya (Fe). Hier erreicht die Exkursion mit dem Besuche des Magneteisenberges und der Hüttenwerke Magnitogorsk ihren Abschluß. Die Rückreise führt über Tscheljabinsk, Zlatoust Ufa, Samara — wo ein zweites Mal die hier schon viel mächtigere Wolga gekreuzt wird — nach Moskau zurück.

Der Aufenthalt im Ural währte drei Wochen. Dank dem Umstande, daß der bequem eingerichtete Sonderzug in der Regel auch das Nachtquartier abgab, stets bis in unmittelbare Nähe der Lagerstätte fuhr und die oft beträchtlichen Entfernungen von Lagerstätte zu Lagerstätte in Nachtfahrten zurückgelegt wurden, konnte das reichhaltige Exkursionsprogramm fast lückenlos bewältigt werden.

Die Chromerzlagerstätte Saranowskaya.

Dieses größte Chromerzvorkommen des Urals, wohl zu den größten Chromerzvorkommen dieses Typus in der Welt überhaupt zählend, befindet sich in der westlichen Randzone des Mittleren Ural, an einer Zweigbahn nahe zur Bahnlinie Perm—Nischni Tagil. Das Bergbaugelände liegt 500 m SH, in einem reich bewaldeten (Fichte) Bergland mit weitgespannten, sanft abfallenden Bergrücken, die sich zu einer Landschaft plateauähnlichen Charakters zusammenfügen.

Der Peridotit als Muttergestein nimmt im Vergleich zu den Ausmaßen der von ihm beherbergten Chromerzlagerstätte eine erstaunlich geringe Fläche ein, als meridional längsgestreckte, 80 bis 150 m breite Gesteinszone. In der Hauptsache ist es Pyroxen-führender Peridotit, Harzburgit, weitgehend in Serpentin verändert, unter Chloritisierung des Pyroxens. Der Peridotit steht in Verband mit gabbrodioritischen Gesteinen und intrudiert steilgefaltete, N—S-streichende Quarzglimmerschiefer und Chlorit führende Schiefer einer altpaläozoischen Serie.

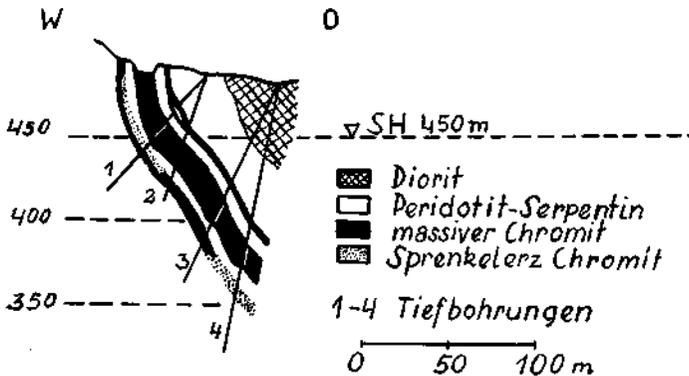


Abb. 2. Querprofil über den Südteil der Saranowo-Chromerzlagerstätte.
(Abb. aus dem Werke „Chromit in USSR.“, Moskau 1937, S. 121.)

Der Haupterzkörper setzt sich aus drei steil (60° – 80°) in die Tiefe setzende Erzplatten zusammen, welche der meridionalen Längserstreckung des Peridotitzuges ungefähr parallel streichen und eine Länge von 760–820 m aufweisen. Die Mächtigkeit der westlichen Erzplatte beträgt durchschnittlich 4,3 m, der mittleren 9,2 m und der östlichen 7,2 m. Die Stärke der beiden tauben Zwischengesteinslagen erreicht 12–15 m. Jüngere Gänge gabbrodioritischer Gesteine durchsetzen die Lagerstätte. Das Ausmaß jüngerer tektonischer Störungen ist gering. Bohrungen haben das Tiefersetzen der Erzplatten mit ungefähr gleicher Mächtigkeit bis auf 150 m nachgewiesen. Profile, in der Moskauer Ausstellung gezeigt, bringen für die weitere Teufe ein Nachlassen der Mächtigkeit, Übergang in Sprenkelerz, bzw. Auskeilen der Lagerstätten zum Ausdruck.

Der westliche Erzkörper, 36% Cr_2O_3 im Durchschnitt haltend, weist keine scharfe Grenze zu Serpentin auf, sondern allmähliche Abnahme der Erzkornstreuung. Scharf abgegrenzt ist der mittlere, reichste Erzkörper, mit 38% Cr_2O_3 im Durchschnitt. Am ärmsten und derzeit nicht in Abbau genommen ist das östliche Erzlager mit 33,5% Cr_2O_3 .

Gebänderte Strukturen herrschen vor; lockere, zumeist in Ebenen gescharte Erzkornreihen gehen unter dichter Packung in Derberze über. Das Strukturbild ist ähnlich jenem der „Schlierenplatten“ mazedonischer Vorkommen.

Das Erzmolekül zeigt hohen Al-Gehalt, woraus sich auch der verhältnismäßig niedrige Cr_2O_3 -Gehalt der Derberze erklärt. Eine Totalanalyse von Derberz dieser Lagerstätte wird angegeben mit:

SiO_2	3,5%	MgO	14,7 %
Cr_2O_3	40,5%	MnO	0,15%
Al_2O_3	17,2%	CaO	1,37%
Fe_2O_3	6,8%	S	0,02%
FeO	12,9%	P	Spur

Die Kristallisationsfolge im Peridotit mit akzessorischem Chromit wird angeführt mit: Olivin-Chromit-Pyroxen. Der Chromit des reichen Sprenkelerzes der Lagerstätte nimmt vorzüglich den Raum des Pyroxens in Anspruch. Aus dem Dünnschliff der Derberze werden nur mehr Reste von serpentinisiertem Olivin und chloritisiertem Pyroxen genannt.

Die Bildung der Lagerstätte wird als gleichzeitige Erstarrung mit dem Nebengestein aufgefaßt.

Der gegenwärtige Bergbau arbeitet im Tagbau und Stollenbau auf das mittlere und westliche Lager. Die Längsauffahrung beträgt etwa 300—400 m, die bisherige Tiefenentwicklung etwa 35—50 m. Preßluftbetrieb, Pferdeförderung. Die Jahresproduktion wird mit 50.000 t handgekutteter Erze mit durchschnittlich 32—35% Cr_2O_3 angegeben. Im nächsten Jahr soll bereits das Doppelte dieser Förderung erreicht werden. Gegenwärtig werden 20.000 t für die Kaliumbichromaterzeugung, der Rest für Herstellung ff. Steine verwertet. Eine Anreicherung ist aus oben genannten Gründen nicht möglich, es sei denn durch eine „chemische Aufbereitung“, worüber angeblich ein Vorhaben besteht.

Die totalen Erzreserven werden mit 7 Millionen Tonnen ausgewiesen; diese Erzmengung allein würde bei gleichbleibenden Mächtigkeiten keine über 150 m Teufe hinausreichende Erzfortsetzung wahrscheinlich machen. Die Menge des in Sicht gestellten Erzes von 40% Cr_2O_3 wird mit 550.000 t bezeichnet.

An mineralogischen Eigentümlichkeiten sei erwähnt: Auftreten von Uwarowit, Klinochlor, von Karbonaten und chromhaltigen Chloriten in Hohlräumen des Erzes als auch die Grundmasse ersetzend. Als Besonderheit chromhaltiger Perowskit.

Ganz allgemein wird angegeben, daß 93% aller uralischen Chromerzvorrate Erze unter 40% Cr_2O_3 umfassen.

In diesem Zusammenhang sei auf das umfangreiche Werk „Chromit in USSR.“ hingewiesen, ausgegeben vom Lomonossov-Institut in Moskau, 1937, das neben eingehenden geologischen Darstellungen insbesondere von Fersmann und Betekhtin zahlreiche geologische Karten, Dünnschliffbilder und Analysentabellen enthält; leider besteht keine Übersetzung des in russischer Sprache abgefaßten Textes.

Gelegentlich der Museumsbesuche in Moskau und in Sverdlovsk (Jekaterinenburg) erschien mir für die Mineralogie der Chromitlagerstätten folgendes bemerkenswert: Im Moskauer Lomonossov-Institut, wo die Aufstellung der mineralogischen Sammlung auch nach geochemischen Gesichtspunkten erfolgt ist, findet sich über den Ausstellungsbereich der Geochemie der Chromminerale die in Abb. 3 wiedergegebene Tabelle von Prof. Fersmann. In der Sammlung bemerkenswert: Kämmererit in Drusen; Fuchsit in radialstrahligen Kristallbüscheln; Kotschubeyit (chromhaltiger Klinochlor), Chromvesuvian, Chromdiopsid und Chromgranat aus Chromlagerstätten in Granitnähe; Cr-Turmalin (4,3% Cr_2O_3) in Chloritschiefer und in Drusen auf Opal. Als Uwarowit sind bezeichnet auch die grünen,

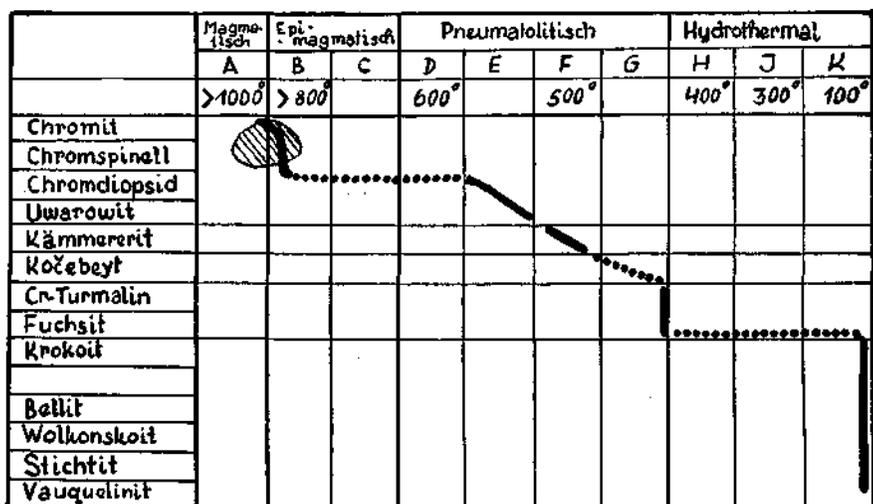


Abb. 3. Bildungstemperaturen der Chromminerale (nach Prof. Fersmann).
(Schraffiert: Hauptphase.)
Schaubild im Lomonossov-Museum, Moskau.

feinpolierten Harnische an Störungsflächen, Chromitlager durchsetzend (mylonitisierte Uwarowite!). Chromhaltiger Perowskit.

Das sogenannte Leopardierz Mazedoniens ("grape ore" in Quebec, Kanada) ist auch im Ural häufig; ebenso ist das „negative Leopardierz“ Mazedoniens mit von Chromerz umflossenen Serpentinoiden wie aus Quebec so auch aus dem Ural bekannt. Leopardierz mit zweiter Erzschele, das ich aus dem Radoschabezirk in Südserbien beschrieb (Berg- u. Hüttenm. Jahrb. 1931, S. 53), von W. D. Johnston von einer kalifornischen Lagerstätte abgebildet wurde (Econ. Geology 1936, S. 319), findet sich von der Chromerzlagerstätte Dohetigara (Süduural) im Sverdlovsker Museum ausgestellt.

Die Platin-Lagerstätte Krasny Uralsk im Nischni Tagilsk Dunitmassiv.

Dieses altbebaute Vorkommen, ca. 50 km nördlich des bekannten Bergbauortes Nischni Tagilsk gelegen, ist durch Schmalspurbahn an die Hauptlinie angeschlossen.

Das Dunitgebiet von Krasny Uralsk gehört einer Zone von Eruptivgesteinen an, die, bis in den Süduural sich erstreckend, in ihren basischen Gliedern hauptsächlich aus Gabbro und meridional gestreckten Stöcken von Peridotit bestehen und stets in Begleitung mittelsaurer bis saurer Eruptivgesteine, Diorite, Quarzdiorite, Syenite und Granite auftreten. Basische wie saure Gesteine, beide paläozoischen Alters, werden einem Eruptionszyklus zugeordnet.

Der Dunitstock von Krasny Uralsk mißt etwa 10 km in meridionaler Länge, 2–6 km in der Breite, und ist ringartig von einer 0,2–2 km starken Zone von Pyroxeniten umgeben, an deren inneren Kontakten vielfach ein Streifen Antigoritserpentin zwischengeschaltet

ist. Der hochbasische Stock und seine Randzone werden von weniger basischen Gesteinen eingeschlossen, von mehr oder weniger veränderten, amphibolitisiertem Gabbro, Gabbrodiorit, die nach außen an Glimmerschiefer, Tonschiefer und Kalke angrenzen. Es ist bezeichnend, daß auftretende Bandstruktur im Gabbro den Umrißlinien des Dunitmassivs konform verläuft. Die Stockform des Nischni-Tagilsk-Dunits scheint mehr ein Sonderfall gegenüber der mehr verbreiteten fladen- oder lagerähnlichen Ausbreitung der Peridotitmassen zu sein.

Der Dunit ist weitgehend serpentiniert. Im Pt-führenden Dunit ist das Vorhandensein miarolithischer Hohlräume nachgewiesen worden, die mit amorphem Serpentin erfüllt sind. Wände dieser Hohlräume sind mitunter von Kristallen von Uwarowit, Chromglimmer, Chromvesuvian und Chromdiopsid bedeckt.

Bohrungen haben noch in 600 m Teufe Dunit festgestellt; im allgemeinen wurde der Tiefgang uralischer Peridotitmassen mit Hilfe von Schweremessungen als gering erkannt, 1,5 km nicht überschreitend.

Aus einem Bohrloch im Dunit von Nischni Tagilsk fand bei 600 m Tiefe ein vorübergehender Gas- und Wasserausbruch statt. Die Zusammensetzung des Gases war: 66,5% H_2 , 20,74% N_2 und Edelgase, 9,5% CH_4 , 3,8% O_2 ; Gesamtmenge der Edelgase 0,22%, jedoch kein He enthaltend.

Der petrographische Aufbau des Dunitstockes von Nischni Tagilsk, seine pyroxenitische Randfazies, die Zugehörigkeit zu einem auch saure Gesteinsglieder umfassenden Magmenzyklus ist bezeichnend nicht nur für die betreffende Uralzone; ähnliche Verhältnisse finden sich auch in basischen Gesteinszonen des Balkans und Kleinasiens und reihen sich in weltweit verbreitete Erscheinungen ein.

Die primäre Pt-Führung des Dunits von Krasny Uralsk: Das Überraschendste bei dem Besuche der Pt-Erzvorkommen ist, daß es sich eigentlich um Bergbaue auf Chromerz handelt, dessen Gehalt an gediegenem Pt dem unbewaffneten Auge in der Regel verborgen bleibt. Die Pt-führenden Chromerzvorkommen sind ohne Regel einzeln oder in Gruppen innerhalb des Dunitmassivs verstreut. Es handelt sich hinsichtlich Chromerzinhalt um kleine bis kleinste Vorkommen: isolierte Nester, Streifen, unregelmäßige Bänder, Schwärme von gesprenkeltem Erz, strähniges Chromerz mit Typen ähnlich negativem Leopardertz, aber auch gangähnliche Vorkommen. Mächtigkeiten schwanken von einigen Zentimetern bis zu mehreren Dezimetern; Teufe und Längerstreckung bis zu einigen 10 m. Ausnahmsweise wurde eine Teufe von 150 m erreicht, die schachtmäßig verfolgt wurde.

Kennzeichnend für die Pt-führenden Chromerzvorkommen ist das bereits erwähnte Auftreten miarolithischer Hohlräume in Lagerstätte und Nebengestein. Neben den genannten Silikaten erscheinen hier noch Sulfide, Pentlandit, Magnetkies, ein dem Kubanit ähnlicher Cu-Kies. Außer gediegen Pt treten auf Pt-Fe, Pt-Ir-Fe und Os-Ir. Alle diese Erze sind nach der Chromitausscheidung, doch vor den Silikaten der Hohlräume entstanden.

Die endgültige Lagerstättenbildung scheint in der spätmagmatischen Phase vor sich gegangen zu sein, wo bereits Teile des Nebengesteins etwas verfestigt waren. Die von der üblichen Serpentinbildung etwas abweichende Beschaffenheit der Serpentinränder an den Pt-führenden Chromitbändern ist sicherlich keine Erscheinung, die auf die Pt-Cr-Vorkommen beschränkt bleibt.

Über die Leistungsfähigkeit, Produktionsgröße des Bergbaues auf primäres Pt wurden keine Mitteilungen ausgegeben, ähnlich wie auch mit den wirtschaftlichen Daten über die Goldproduktion zurückgehalten wurde. Die Bauwürdigkeitsgrenze für den Pt-führenden Chromit liegt angeblich bei 5 g Pt/t.

Gewaltige Überreste alter Seifenabbaue sind in der sanft gewellten, waldigen Plateaulandschaft um Krasny Uralsk verstreut. In Nähe der Bergbaustation arbeitet derzeit ein großer amerikanischer Schwimmbagger mit Eimerketten, 50 m³/h, auf alten Seifenhalden. Der niedrigste Halt ausbeutbaren Seifenmaterials wird mit 1,5 g Pt/m³ angegeben, er steigt bis auf 30 g Pt/m³.

Die Baschenovo-Chrysotilasbestlagerstätte.

Die Vorkommen liegen am Ostabfall des Mittleren Ural, 85 km nördlich von Sverdovsk (Jekaterinenburg).

Pyroxenführende Peridotite (Harzburgite) bilden steilstehende, meridional streichende, linsenförmige Körper. Außerhalb des Lagerstättengebietes sind die Peridotite mit Massen pyroxenitischer und gabbroider Gesteine verknüpft.

Im Lagerstättenbereich treten mittelsaure bis saure Gesteine, Diorite, Hornblendegranite mit aplitischer Randfazies, in Erscheinung, die jüngere Ablager in die basischen Gesteine entsenden, diese auch in der Tiefe ablösen und an deren Gesteinsgrenzen Umwandlungen in Talk-Quarz-Karbonatfelse bewirken. Unzweifelhaft gehört auch die Asbestbildung zu den Metamorphoseerscheinungen der Granitintrusion.

Ganggesteine von Plagioklasaplit, Hornblendepegmatit, Mikro-gabbro und fein- bis grobkörnige Pyroxenite durchsetzen den asbestführenden Peridotit. Ein weiteres Ganggefölge stellen Diabase und Diabasporphyrite dar. Als gangähnliche Schlieren treten Granat-Pyroxenfelse, Granat-Vesuvianfelse und Granat-Chloritfelse auf.

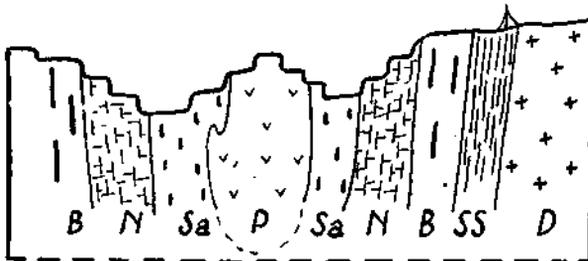


Abb. 4. Querprofil durch die Asbeststeinbrüche von Baschenovo. P = Peridotit, Sa = Salbandzone, N = Netzwerkasbestzone, B = Bänderasbestzone, SS = Serpentin-schiefer, D = Diorit.

Basische und saure Gesteinsgesellschaft werden als Glied eines und desselben Magmenzyklus aufgefaßt.

Störungszonen, das Peridotitmassiv durchsetzend, sind durch schieferige Serpentinstreifen gekennzeichnet.

Die **Asbestführung** — Querfaserasbest, hauptsächlich in Netzwerkform — geht mit der Serpentinisierung des Peridotits Hand in Hand, ist dort reichlich, wo die Serpentinisierung weit vorgeschritten ist, fehlt aber auch im frischen Peridotit und in den Pyroxenitonen nicht gänzlich. Im großen bilden die Reste des frischen Peridotits rundliche Schollen, die zwiebelschalenartig von Zonen verschieden ausgebildeter Asbestführung eingesäumt werden. Die Zone des Netzwerkasbestes mit 15—20% Asbestanteil ist praktisch die wichtigste.

In **genetischer Hinsicht** findet sich folgende Auffassung vor: Die Serpentinbildung und teilweise auch Asbestbildung ist bereits automorph eingeleitet und wird verstärkt durch hydrothermalen Lösungsdurchsatz im Gefolge der Granitintrusion. SiO_2 und CO_2 bilden hierbei ein wesentliches Agens für metasomatische Vorgänge. Bei der Spaltenbildung handle es sich in der Hauptsache um Abkühlungsspalten, weniger um tektonische Klüfte. Asbestbildung ist Kristallwachstum in den Spalten. Das Verhältnis erreichter Serpentinbreite zur Asbestmächtigkeit in einem und demselben Lösungskanal wurde mit 5,5 : 1 erkannt.

Die Asbestführung wurde durch Bohrungen bis in 150 m Teufe nachgewiesen. Die Vorräte werden mit 7,5 Millionen Tonnen Langfaserasbest (0,7—80 mm) und 15 Millionen Tonnen Kurzfaserasbest (0,2—0,7 mm) angegeben. Der Abbau erfolgt in großen Tagbrüchen, die mit mehreren Etagen in die flache Landschaft eingesenkt sind. Die Jahreserzeugung beträgt 80—100.000 Tonnen.

Die Nickel-, Magnesit- und Eisenerzlagerstätten der Serpentine bei Orsk, Südural.

Der Zug peridotitischer Intrusivmassen setzt mit annähernd meridionalen Streichen vom Mittelural über 600 km Länge bis in den Südural fort und reicht hier noch in den südlichsten Ausläufer des Ural, den Ural-Tau, hinein, der südlich des Uralflusses als niedriges Bergland in die Kirgisensteppe vorspringt.

Das **Aufdringen der Peridotite** erfolgte in unter- bis mittelkarboner Zeit, im allgemeinen längs Schwächelinien, bzw. Störungszonen, welche die kristallinen Gesteine der Zentralzone von den vulkanogenen und sedimentären Gesteinen des Ost- und Westabfalles trennen; der Ostabfall ist hierbei bevorzugt.

Die Peridotite sind vielfach mit Gabbro verknüpft, so auch bei Orsk im Südural. Hier ist an einzelnen Punkten auch Chromerzführung von wirtschaftlicher Bedeutung bekannt. Die basischen Gesteine bei Orsk stoßen an untersilurische Sandsteine, Schiefer und Tuffschichten und mitteldevonische Kieselschiefer.

Das **Uralgebirge bei Orsk** ist tief eingeebnet, zu flachhügeligem Steppenland erniedrigt, das mit scharfen, buchtigen Linien in die vollständig flache Kirgisensteppe hineinreicht.

Bereits vor der Jurazeit bestand ein weitgehend abgetragener Gebirgsrumpf, über den eine mächtige terrestrische Verwitterungskruste gebreitet war, vermutlich unter aridem bis semiaridem Klima entstanden. Über den basischen Gesteinen ist diese Verwitterungskruste heute z. T. noch in situ vorhanden, z. T. aber noch in präjurassischer Zeit umgeschwemmt und von jurassischen Tonen überlagert worden.

Die Zersetzungs Vorgänge an peridotitischen Gesteinen in Abhängigkeit zur präjurassischen Landoberfläche sind auch mit Lagerstättenbildung verbunden gewesen; es entstanden

a) Metallanhäufungen im in situ zersetzten Muttergestein selbst.

Dichter Magnesit in Gängen und Nestern.

Ni-Co-Silikate und -Hydrosilikate, entweder in flachen Zonen ausgebreitet oder in Verbindung mit Störungssystemen.

b) Metallanhäufungen umgelagert und über kurze Wege transportiert:

Limonitische oolithische Eisenerze.

Wie weit bei der Ni-Erzführung entlang Störungszonen nicht auch hydrothermale Vorgänge beteiligt waren, bedarf noch weiterer Forschung.

Die Magnesitführung.

Der dichte Magnesit kommt in Nähe der Nickelerzlagerstätte Aidarbak, ca. 30 km West Orsk, u. a. a. O. in Form von Gängen, Gangnetzwerken, und Nestern vor; auch Knollen von blumenkohlähnlichen Formen sind verbreitet. Die Magnesitzone liegt annähernd konform auch zur heutigen Fastverebnung in SH 400 m. Kleine Tagbaue schließen die Zone bis in 15—20 m Teufe auf, der begleitende Peridotitserpentin ist kieselsreich, mäßig zersetzt. In weiterer Teufe nimmt Magnesitführung als auch Zersetzung des Muttergesteins anscheinend rasch ab.

Die Nickelerzführung.

Das Nickelerzvorkommen Aidarbak bei Orsk ist über ungefähr 1 km² einer welligen Hochfläche durch Tagbaue erschlossen.

Das Profil durch die zonare Anordnung der in situ-Zersetzung ist folgendes:

1. Tiefste Zone, mit Karbonaten, Magnesit, Dolomit und Aragonit in mäßig zersetztem Serpentin.

2. Ausgelaugte, kieselsreiche Serpentinzone; nur teilweise Mg-Abfuhr; MgO 10—12%; Fe₂O₃ 10%; SiO₂ bis 72%. Ni als Garnierit und Redvinkit in kleinen Gängchen oder mit Co-Opal zusammen.

3. Ni-reiche, nontronitisierte Serpentinzone; hell- und dunkelstreifig, wobei die dunklen Gesteinsstreifen Ni-reicher sind, jedoch ohne eine bestimmte Mineralart erkennen zu lassen. Magnesia fast vollständig ausgelaugt, nur mehr 3—4% MgO; hingegen eisenreicher wie 2; auch Mangan Gehalt (Asbolan) und Ni-Co-Opal. Vereinzelt Harnischflächen und Ni-Erzanreicherungen in Taschen.

4. Rote Zone; Eisen angereichert, ohne nennenswerten Ni-Gehalt.

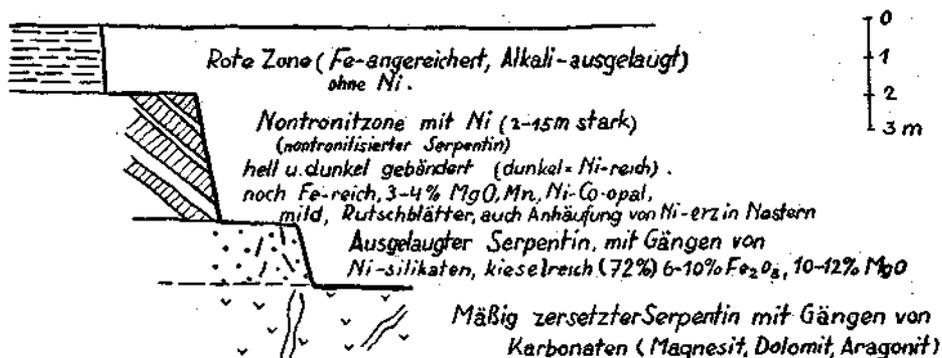


Abb. 5. Profil durch die Aidarbak-Ni-Erzlagerstätte bei Orsk (nach den Angaben der Exkursionsführung).

Das Nickelerzvorkommen *Novo Akkerman* befindet sich südlich des vorgenannten. Der Peridotit-Serpentin, in Begleitung von Olivinabbro und Gabbronorit bildet einen schmalen, meridional streichenden Gesteinszug mit gleichlaufenden Störungskontakten zu mitteldevonen bis unterkarbonen Schichten. Auch hier sind ähnliche Zersetzungsprodukte des Serpentin im Oberflächenbereich vorhanden wie um Aidarbak, doch tritt keine horizontale Zonenanordnung derselben in Erscheinung, sondern die stark veränderten Serpentin-zonen und die silikatische Nickelerzführung stehen in Abhängigkeit von meridional streichenden, steil Ost-fallenden Störungen.

Die mineralisierte Störungszone von *Novo Akkerman* erstreckt sich im Serpentin über 3 km Länge, über 50–80 m Breite und würde

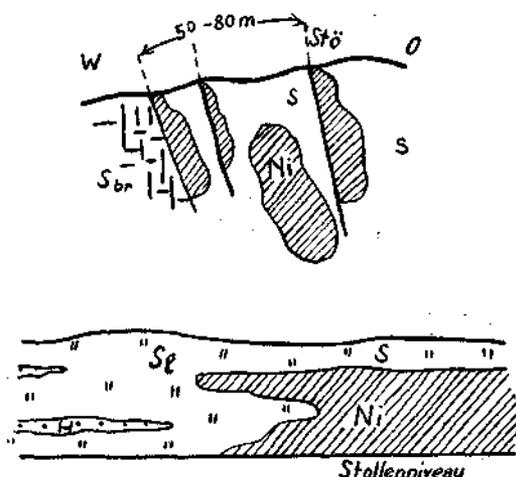


Abb. 6. Quer- und Längsschnitt durch die Ni-Erzzone der *Novo-Akkerman*-Lagerstätte bei Orsk (nach Wandbildern im Bergbaumuseum).

S = Serpentin, Sl = limonitischer S, Sbr = brecciöser S, H = Hornstein, Ni = Ni-Silikate führender, sandig verwitterter Serpentin, Stö = Störungen.

durch Stollen und Bohrungen bis auf 50—120 m Tiefe nachgewiesen. Unbauwürdige Ni-Spuren reichen bis 150 m unter die Tagfläche, letztere SH 350 m gelegen. Im Bereich der Störungszone ist Verkiezelung häufig, als Knollen und Streifen roten Hornsteins oder als Blöcke von dichtem, eisenschüssigem Quarz in limonitischem Serpentin. In dieser quarzreichen, limonitischen Zone treten Gängchen von Nickelhydrosilikaten auf; geschlossene Nickelerzkörper dieser Minerale finden sich mehr im Hangend der Störungen in Form von stockwerksartigen Gangnetzen, bestehend aus Garnierit und Nickelchalzedon. Das Nebengestein Serpentin ist hier Fe-ärmer, Mg-reicher, von Quarz- und Kalzitgängchen durchsetzt. In weiterem Abstände folgt wenig veränderter, doch brecciöser Serpentin mit Dolomit- und Magnesitgäeder.

Beide Nickelyorkommen, Aidarbak und Novo Akkerman, wurden erst nach dem Weltkriege aufgedeckt und sind noch im Zustande der Untersuchung. Es scheint Aussicht auf große Vorräte zu bestehen. Im Bergbaumuseum Novo Akkerman deuten Schaubilder von Bohrproben einen Ni-Gehalt von 0,5—3% an, der Durchschnitt würde etwa 1—1,2% Ni entsprechen. Eine Verhüttungsanlage als Kombinat mit anderen Industrien zusammen ist in Orsk im Bau.

Die Eisenerzföhrung.

Die Eisenerzlagerstätte Khalilovo befindet sich ca. 50 km West von Orsk, nördlich des Uralflusses, an der Bahnlinie Orsk—Orenburg.

Diese geschichteten Eisenerzanhäufungen entstanden durch Umlagerung der präjurassischen Verwitterungskruste der basischen Gesteine; während und wohl auch nach der Verfrachtung auf kurze Weglängen fand eine neuerliche chemisch-physikalische Veränderung, bzw. Aufbereitung der Zersetzungsprodukte des Serpentin statt, und zwar im Sinne einer Eisenanreicherung.

Es sind zwei übereinander lagernde Eisenerzschichten zu unterscheiden:

Der untere Horizont ist entweder die unmittelbare Fortsetzung der Verwitterungskruste oder aber ist von weniger verwittertem Serpentin durch eine scharfe Erosionsgrenze geschieden. Das Erz dieses Horizontes ist gelbbraun, zerreiblich, porös, feingeschichtet; es besteht hauptsächlich aus Hydrogöthit, Hydrohämatit, mit Beimengungen von Chlorit, Magnetit, Chromit in Körnern. Mächtigkeit steigt bis zu 4 m.

Darüber lagert der oolithische, bzw. pisolithische Eisenerzhorizont, 2—5 m stark. Das Erz ist Limonit, kompakt, rötlichbraun, grobschichtig, fein- bis groboolithisch (5—10 mm Durchmesser der Ooide) mit konzentrisch-schaliger Struktur. In den Kernen der Ooide wurden zuweilen Chromit oder Magnetit nachgewiesen. Vereinzelt werden aus diesem Horizont auch Vorkommen von Leptosiderit gemeldet. In den höheren Lagen der Oolithie erscheinen Tone und eisenschüssige Sande eingebettet.

Über dem oberen Eisenhorizont folgen sandige Juratone mit Geröllen und Pflanzenresten.

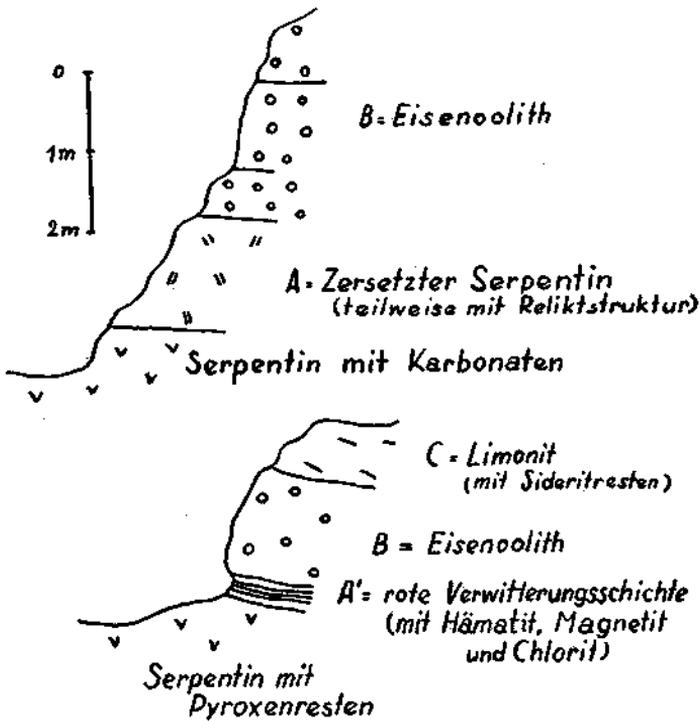


Abb. 7. Profile von der Eisenerzlagerstätte Khalilovo bei Orsk.

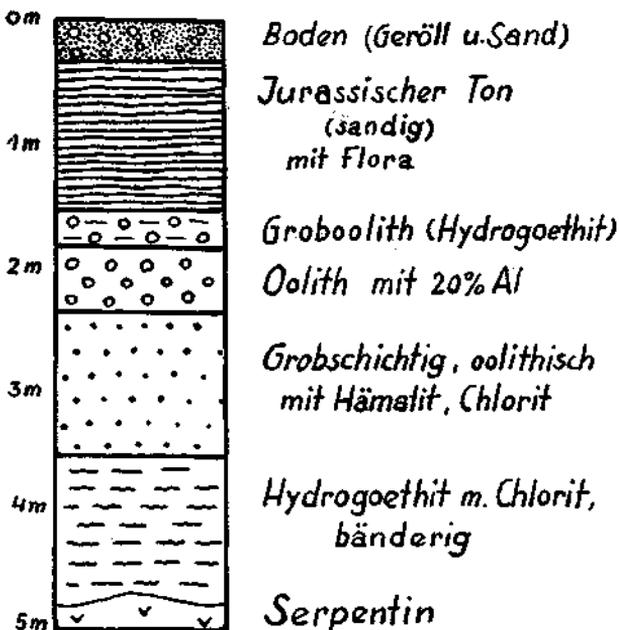


Abb. 8. Detailprofil der jurassischen Verwitterungskruste.
Eisenerzlagerstätte Khalilovo bei Orsk.
(Schaubild der Bergbausammlung Khalilovo.)

In beiden Erzhorizonten werden röhrenartige Gebilde als Wurzelreste gedeutet.

Mitunter ist der untere Horizont auf eine kaum dezimeterstarke, feinschichtige rote Kruste beschränkt, die unmittelbar vom oolithischen Erz überlagert wird. Bemerkenswert ist die örtliche Bildung einer dünnen, zentimetermächtigen Kruste von kristallinem Magnetit über Serpentin an der Basis der sekundären Schichtbildungen.

Ein mit Analysen und Proben belegtes Profil der Verwitterungsschichten wurde den Exkursionsteilnehmern auf der Grube vorgezeigt (Abb. 8).

Der Fe-Gehalt der Erze schwankt zwischen 53–64%, beträgt im Durchschnitt 40%; SiO_2 1–22%, Al 12–15% (–38%), P 0,015 bis 0,8%, S bis 0,1%, Cr 0,6–1,8%, Ni 0,7%. Mit steigendem Fe-Gehalt sinken SiO_2 - und Al-Gehalt.

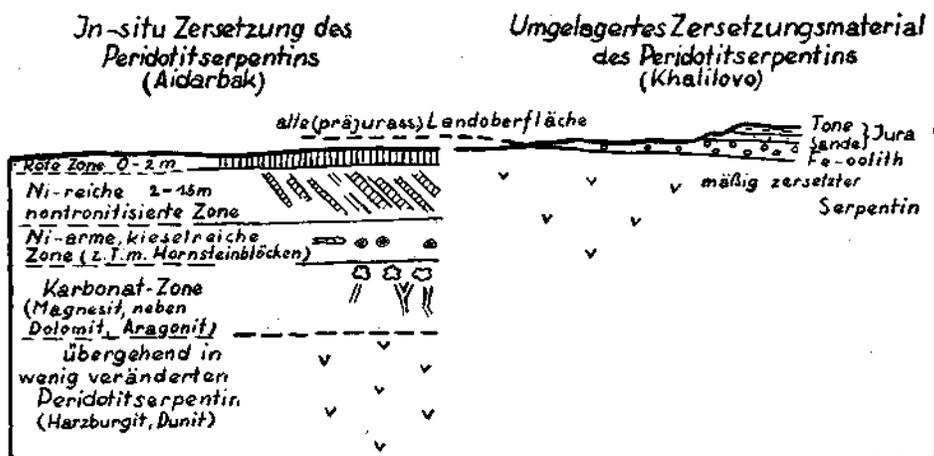


Abb. 9. Übersicht der Zersetzungszone des Peridotitserpentins im Südurale (in situ und umgelagert), entstanden in Abhängigkeit von der präjurassischen Landoberfläche.

Ähnlich wie die Nickelerzvorkommen sind auch die Eisenerzvorkommen erst in Aufschließung begriffen.

In diesem Zusammenhang ist erwähnenswert, daß für die dichten Magnesite der Balkanhalbinsel und Anatoliens Beziehungen zu tertiären Landoberflächen und jungvulkanischen Äußerungen bestehen; oolithische Eisenerzbildungen, chromhaltig, liegen dort gewöhnlich an der Basis der Oberkreide. Ni-Cr-reiche Eisenoolithe werden bei Larimna an der griechischen Festlandsküste gegenüber Euböa abgebaut.

Die Titanomagnetit-Lagerstätten von Kusa.

Diese Vorkommen im nördlichen Abschnitt des Südurale liegen 18 km von der alten Bergstadt Zlatoust entfernt. Innerhalb eines langgestreckten, N–O-streichenden Gabbromassives treten gang-

ähnliche Lagerstätten von Magnetit gemengt mit Titanomagnetit auf Gangdurchbrüche und größere Intrusivkörper von Granit verändern örtlich den Gabbro in Hornblende-Biotit-Chlorit-Felsen.

Die Eisenerzlagerstätten erscheinen in fünf steil einfallenden Hauptgängen im Kerne der Gabbrozone, im Streichen gleichlaufend zu deren Längsrichtung. Zwei der Gänge sind über 2,5 km Länge zu verfolgen. Der gegenseitige Gangabstand beträgt 30–40 m, die durchschnittliche Mächtigkeit 3 m. Außer den Hauptgängen bestehen noch kleinere Gänge, Schlieren und Imprägnationszonen von Titanomagnetit.

Muttergestein und Lagerstätte zeigen beträchtliche Metamorphose. Gabbro und Gabbrodiorite wurden größtenteils in Amphibolite umgewandelt. Die meist scharfen Begrenzungen der Erzgänge weisen Reaktionssäume von Granat-Biotit-Chlorit-Fels auf.

Die ursprüngliche Bildung der Lagerstätte wird von den russischen Geologen aufgefaßt als Eindringen von Erzschnmelze in Ablösungsfugen des erkaltenden Gabbromagmas.

Der Titanomagnetit hat angeblich einen nutzbaren Vd-Gehalt.

Die Lagerstätten kristalliner Magnesite von Satka.

Im zentralen Teil des Südural bei Satka, an der westlichen Gebirgsabdachung des Ural gelegen, bergen die feinkristallinen, schichtigen Dolomite einer präkambrischen Gesteinsserie, N–O-streichend und 25–45° fallend, mehrere Lagerstättenzüge von kristallinem Magnesit.

Die Magnesitvorräte des Satkagebietes werden auf 145 Millionen Tonnen geschätzt. Die Längsausdehnung der einzelnen Vorkommen steigt von einigen 100 m bis auf 1,5–2 km, die Mächtigkeit von 20 m bis auf 110 m, die Erstreckung im Fallen der Schichten von 60 m bis auf 250 m.

Auf der Karagai-Lagerstätte bei Satka sind die Grenzen von Magnesit zum Dolomit, der Hangend und Liegend bildet, zwar in der Regel ziemlich scharf und gehen mit den Schichtflächen; es bestehen aber auch unregelmäßige Aus- und Einbuchtungen von Magnesit in den Dolomit hinein, sowie Einschlüsse von Dolomit in Magnesit. Jüngere Diabasgänge durchsetzen Dolomit als auch Magnesit — sehr schön im großen Steinbruch der Karagai-Lagerstätte aufgeschlossen.

Der Magnesit ist mittelkörnig kristallin, manchmal auch grobkörnig, spätig, gewöhnlich blaugrau, nur unter dem Einfluß der Oberflächenverwitterung gelblich. Neben richtungslos körniger Struktur erscheint auch gerichtete, gebänderte. In allen Typen gibt sich Rekristallisation zu erkennen; kristalloblastisches Wachstum in Gegenwart kohlig-toniger Substanz des Nebengesteins führt zu Typen ähnlich dem alpinen Pinolitmagnesit. Der mit gewundenen Grenzlinien vorschreitende Ersatz des Dolomits durch Magnesit führte, schön zu sehen im Tagbau Vicigorski, 7 km von Karagai entfernt, zu metasomatischen Verdrängungsbildern, die völlig jenen der alpinen

Vorkommen gleichen. Auch die Mineralvergesellschaftung stimmt weitgehend mit jener der alpinen Magnesite überein: spätiger Dolomit, z. T. jünger als Magnesit; die stets jüngeren Minerale Kalzit, Aragonit, Hydromagnesit, Quarz, Opal, Talk, Bruzit, Chlorit, aber auch Pyrit, Malachit, Göthit, Limonit, Zinkblende, Magnetit und Bleiglanz. Z. T. stehen die jüngeren Mineralbildungen in nachweisbarem Zusammenhang mit dem Eindringen der postmagnetischen Diabasgänge.

Im chemischen Aufbau ist der Uralmagnesit bemerkenswert durch seine große Reinheit, seinen geringen Eisengehalt. Analyse von Karagai-Magnesit lautet: 45,5% MgO, 1,00% CaO, 1,00% SiO₂, 1,5% Fe₂O₃, 50,90% CO₂.

Die Lagerstättenbildung wird von A. Zavaritsky aufgefaßt als metasomatische Verdrängung des Dolomits durch hydrothermal zugeführte Magnesia. M. Garan hält an einer ähnlichen Entstehung fest, sieht jedoch die Magnesiaquelle im Dolomit selbst, aus welchem sie hydrothermal mobilisiert wurde.

Die Jahreserzeugung in Satka beträgt 800—900.000 Tonnen Magnesit. Die Ausbeutung erfolgt in großen Tagbaubetrieben mit anschließender Fabrikation von Magnesitziegeln, auch Chrom-Magnesitziegeln.

Die Eisenerzlagerstätten von Bakal.

Unweit von Satka, ebenfalls am Westabfall des Südlichen Ural gelegen, bilden diese Eisenerzvorkommen seit zwei Jahrhunderten die Grundlage einer ausgedehnten Bergbau- und Hüttenindustrie.

Sandige und tonige Schiefer, Quarzsandsteine, Dolomite und Kalke setzen die präkambrische bis kambrische Bakalserie zusammen. Die Gesteine sind in NO—SW-streichende steile Falten gelegt. Die Eisenerze sind z. T. innerhalb der Kalk-Dolomit-Gesteine, z. T. an deren Grenze zu den Schiefen, aber auch in letzteren selbst als mächtige Lager eingebettet, die bis zu 1,5 km im Streichen anhalten und 60—70 m Mächtigkeit erreichen. Jüngere Diabasgänge durchsetzen Erz und Nebengestein.

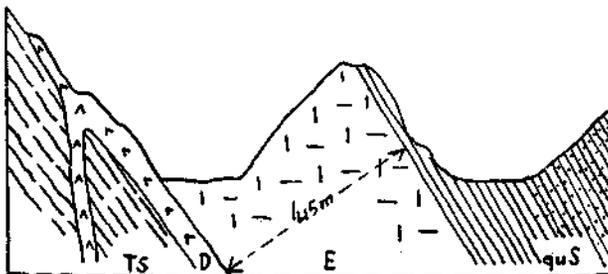


Abb. 10. Obyedissenny-Eisenerzbergbau, Bakalgebiet.
Ts = toniger Schiefer, D = Diabas, E = teilweise limonitisierter Siderit,
quS = mehr weniger quarzige Schiefer.

Das ursprüngliche Erz ist Siderit (0,5—2% Mn, 10% Mg, 36—38% Fe), der tiefreichend in limonitisch-turgitische Oxydationserze umgewandelt ist.

Das sideritische Erz ist fein- bis grobkörnig, vereinzelt mit Hohlräumen und Gangstreifen, die mit Sulfiden, Quarz, Hämatit oder selten mit Baryt erfüllt sind.

In den oxydischen Erzen sind gewöhnlich Limonit und Turgit (= dehydratisierter Limonit mit kirschrotem Strich) innig miteinander vergesellschaftet, sei es in unregelmäßiger Verwachsung oder unter Bildung bänderiger Strukturen sich einander ablösend. Die Erze sind kompakt, erdig, porös, mit erstaunlich hohem Porenvolumen (35 bis 40%) und bis zu 90% Fe₂O₃-Gehalt. Auch eine pulverige Ausbildungsart ist verbreitet. Die Analysen kompakter Turgite lauten: 0,6—5,5% SiO₂, 1,4—0,28% Al₂O₃, 91,7—82% Fe₂O₃, 2,55—0,5% MnO, 1,35—0,28% CaO, 1,36—0,4% MgO, 0,040% P₂O₅, 0,069% S.

Neben der in-situ-Umsetzung des Siderits in Limonit-Turgit spielt auch die sekundäre Wanderung von Eisenlösungen und Bildung von sekundärem Limonit-Göthit als Absatz oder durch Verdrängung eine Rolle, vielfach unter Bildung von krustigen oder stalaktitischen Formen.

Für die Entstehung der Lagerstätten werden zwei Erklärungen gegeben: die eine sieht in den Sideritlagern metasomatisch umgewandelte Kalk-Dolomit-Gesteine, wobei Fe hydrothermal zugeführt wurde; die andere vermutet sideritische Absatzgesteine neben dolomitischen, erst eine spätere Metamorphose und Rekristallisation habe das heutige Lagerstättenbild bewirkt.

Die Bildung der Oxydationserze ging in zwei, zeitlich voneinander weit getrennten Phasen vor sich.

Magneteisenerzlagerstätte Gora Blagodat.

Dieses altertümliche Vorkommen, seit 1735 bekannt und bebaut, liegt westlich Nischni Tagilsk in 335 m SH.

Die Lagerstätte wird heute als genetisch unter komplexen Bildungsbedingungen entstanden aufgefaßt, wobei kontakt-pneumatolithische bis magmatisch injizierte Typen vertreten sind.

Das Lagerstättengerüste nimmt eine Serie sedimentärer und vulkanogener Schichtgesteine vermutlich mitteldevonen Alters ein; einen Hauptanteil dieser Serie haben Tuffe und orthophyrische Ergußgesteine, ganz untergeordnet sind Kalksteine nachgewiesen. Diese Serie fällt bei NNW-Streichen 25—40° nach Osten ein; Gänge von Syenitporphyr und Augitporphyr durchsetzen Sediment- und Tuffgesteine, die ihrerseits in unmittelbarem Kontakt zu mächtigen Syenitmassiven stehen. Von dieser Syenitmasse, ebenfalls paläozoischen Alters, gehen die gewaltigen magmatischen Wirkungen aus, die zu einer Umwandlung der Sediment-Tuff-Serie zu Hornfels-, Skarn- und Erzmassen führten.

Der Skarn enthält hauptsächlich Granat, Pyroxen, Epidot, Chlorit, Prehnit, Skapolith nebst Kalzit und Zeolithe. Hand in Hand mit dem

Auftreten der Skarnminerale erscheint Magnetit, von spärlicher Kristallkornstreuung bis zu mächtigen Lagermassen sich entwickelnd, der Schichtung der Sedimentserie angepaßt. Die Mächtigkeit der erzführenden Lagermassen wurde bis auf den liegenden Epidot-Granat-Skarn durchbohrt und mit über 400 m einschließlich der Lagen von Skarn, Hornfels und Syenitporphyr festgestellt.

Die Lagerstätte wird tektonisch durch jüngere Störungssysteme in Blöcke zerteilt, deren Bewegungen verschiedenes Ausmaß hatten; eine Hauptstörung spaltet die Lagerstätte in zwei Teile. Gewisse Beobachtungen hinsichtlich Erzverteilung in Beziehung zur Störung haben die russischen Geologen zur Annahme geführt, daß für die postmineralische Hauptstörung bereits eine vormineralische Urananlage bestanden haben dürfte.

Zwei Erztypen walten vor: a) Skarn-Erz mit Epidot und Granat, mittel- bis feinkörnig; in der Regel in großen Lagern. b) Feldspat-Erz, „Fleckiges Erz“, mit grobkörnigem Orthoklas, der von mittelkörnigem Magnetit umgeben ist; linsenförmig, aber auch gangförmig.

Nebenerze: etwas Pyrit, Cu-Kies, Blende und Titanomagnetit.

Im Vergleich zu reichlicher Skapolithisierung tritt die Bildung von Apatit zurück (Unterschied zu den schwedischen Lagerstätten, wo Apatit reichlich, untergeordnet Skarn vertreten ist!).

In der Kristallisationsfolge ist Magnetit jünger als Orthoklas, gleichaltrig mit den hauptsächlichlichen Skarnmineralen; von den letzteren sind Epidot und Chlorit etwas jüngere Bildungen, ebenso die Sulphide. Die Feldspaterze werden noch mit den Endphasen der liquidmagmatischen Zustände in Beziehung gebracht, während die Granat- und übrigen Skarnerze als Ergebnis kontakt-pneumatolithischer Wechselwirkungen betrachtet werden, wobei hochtemperierte metasomatische Vorgänge eine Rolle spielten.

Die frischen, nicht oxydierten Magneteisenerze halten 65% Fe bei Spuren von P und TiO_2 . Im Oberflächenbereich findet Umwandlung zu hämatitisiertem Magnetit (Martit) statt, mit 60% Fe.

Schätzziffern der Erzreserven, auf Bohrergergebnisse gestützt, werden angegeben mit:

Sichtbar	28,9 Mill. Tonnen
Wahrsch.	23,6 Mill. Tonnen
Möglich	40,5 Mill. Tonnen
<hr/>	
Insgesamt	93,0 Mill. Tonnen

Die Gewinnung erfolgt im maschinell ausgerüsteten Tagbau in Etagen. Die Erze werden z. T. magnetisch aufbereitet, z. T. gewaschen. Jahresproduktion 300.000 t, hiervon 240.000 t als Konzentrat.

Magneteisenerzlagerstätte Mt. Vissokaya.

Das geologische Gerüste dieses Vorkommens, in unmittelbarer Nähe von Nischni Tagilsk gelegen, ist ähnlich jenem von Gora Blagodat; auch hier sind es wieder vornehmlich die Tuffe, aber auch reichlicher Kalkgesteine, die im Einwirkungsbereich syenitischer Intrusivmassen stehen. Die Skarnbildung ergreift Tuffe und Sedimentgestein, aber auch den Syenit. In den Skarnen überwiegt Granat. In den Feldspaten erscheint Albit an Stelle von Orthoklas. Magnetit hat sich z. T. gleichzeitig mit Granat und Pyroxen, z. T. nach diesen gebildet. Sulfide treten reichlicher in Erscheinung. Einzelne Syenitgänge erweisen sich jünger als die Magnetitvererzung.

Im Bereiche jüngerer Brüche tritt Kaolinisierung und Serizitierung auf. Ganz allgemein herrscht tiefreichende Zersetzung des Skarns wie auch des Syenits, ferner weitgehende Martitisierung des Magnetits.

Die Lagerstätte Vissokaya weist weniger rein magmatische Merkmale auf als Blagodat und wird derzeit den Typen kontaktmetasomatischer Erzlagerstätten zugeordnet.

Ein großer Tagbau, kesselartig unter die Talsohle reichend, führt mit neuzeitlichem Baggerbetrieb die Gewinnung durch. Die Martiterte halten 55–60% Fe, Semimartite 45–60% Fe. Sehr geringe Gehalte an P und S. Jahresproduktion 610.000t, hiervon 240.000t Konzentrate.

Die Vorräte werden angegeben mit:

83 Mill. Tonnen sichtbar,
37 Mill. Tonnen wahrscheinlich,
56 Mill. Tonnen möglich.

176 Mill. Tonnen.

Magneteisenerzlagerstätte Magnitnaya.

Dieses Magneteisenerzvorkommen ist seit dem 18. Jahrhundert in Ausbeutung; es liegt am Oberlaufe des Uralflusses, am Westhange des Berges Magnitnaya, 615m SH, zu dessen Füßen sich die neuerstandene Industriestadt Magnitogorsk, SH 350 m, ausbreitet.

Das Vorkommen wird zu den kontaktmetasomatischen Lagerstätten gerechnet, gebunden an mächtige Kalklagen, die durch die flüchtigen Bestandteile eines eindringenden Granitmagmas variszischen Alters Umwandlung zu Skarn und Vererzung erfahren haben.

Am Berge Magnitnaya liegen, flach West-fallend, unterkarbone Kalke über älteren Ergußgesteinen (Diabase, Porphyrite, Mangan-Epidot-Porphyrin) und geschichteten vulkanischen Tuffen. Die ganze Serie wird durchkreuzt von Diabas- und Quarzporphyritgängen sowie von noch jüngeren aplitischen Gesteinen.

Der erzbringende Granit, in unmittelbarer Nachbarschaft aufdringend, ist z. T. sauer, z. T. aber als Hornblendegranit und auch in dioritischer Fazies entwickelt.

Die Granitintrusion bewirkte eine allgemeine Metamorphose, von der sowohl Kalke als auch Porphyrite und Tuffschichten ergriffen wurden. Porphyrite gehen in Hornfelse über, vulkanische Tuffe verwandeln sich in den sogenannten „Ataschit“, ein feinkörniges bis dichtes Gestein, z. T. als Tuffbreccie entwickelt, mit wenig hervortretenden Einsprenglingen von Kalifeldspat. Der Kalk erleidet, fast ohne Übergang, Umbildung zu hochkristallinen Marmor.

Die eigentliche Kontaktmetasomatose wirkt sich Skarn-bildend aus; hiervon werden hauptsächlich die Kalke, bzw. Marmore erfaßt, aber auch Gang- und Ergußgesteine. Granatskarn (Andradit-skarn) ist vorherrschend; weniger häufig vertretene Minerale im Skarn sind Pyroxen, Vesuvian, seltener Skapolith u. a. Mit der Ver-skarnung gleichzeitig entwickelt sich die Magnetitvererzung; Magnetit ist mehr oder weniger in jedem Skarnfels zugegen. Eine der Magnetitbildung nachfolgende Vererzungsphase brachte geringe Mengen Sulphide, hauptsächlich Pyrit, der in den tiefsten Zonen bis zu 6% Anteil im Erz ansteigen kann.

Das Magnetiterz bildet Lager und unregelmäßige Erzkörper im Skarn. Vererzung und Skarnbildung scheinen in gewisser Abhängigkeit von prämineralischen Strukturlinien vorgedrungen zu sein.

Im Oberflächenbereich ist der Magnetit in weitgehendem Maße hämatitisiert, zu Martit umgewandelt. Das Fördererz hält im Durchschnitt 50% Fe, 0,2% S.

Die Gewinnung erfolgt in großen Tagbauanlagen mit Baggerbetrieb. Die Tagesproduktion erreicht 25.000 t; 25% der Erhauung sind ärmere Erze, die magnetisch aufbereitet werden, 65% gehen mit 61% Fe direkt zum Hochofen, 10–12% sind Berge.

Die Jahresproduktion 1932 betrug 6,000.000 Tonnen Erz. Die Erzreserven werden mit 350 Millionen Tonnen bezeichnet.

Das Hüttenwerk Magnitogorsk ist mit 4 Hochöfen à 600 bis 1000 t Tagesdurchsatz ausgestattet. Die Eisenerzeugung arbeitet hinsichtlich Koksversorgung und Erzaustausch in Verbindung mit den Kohlenwerken und Eisenhütten des westsibirischen Kusnetzer Revieres.

Die Goldlagerstätten von Beresowsk.

Dieses Goldfeld ist seit 2 Jahrhunderten bekannt. In den Neunzigerjahren des vergangenen Jahrhunderts haben deutsche Geologen (Helmhacker, Pošepny) Reiseberichte über dieses Gebiet niedergelegt. Der Golddistrikt von Beresowsk liegt 14 km NO von Sverdlovsk (Jekaterinenburg) und bedeckt eine Fläche von über 60 km² in einer nur wenig gewellten, fast ebenen Landschaft.

Paläozoisches sedimentäres Grundgebirge, in ihm Peridotite, Gabbro, Diabase und Tuffe, werden von mächtigen Batholithen und Gängen von Granit, Porphygranit und Quarzporphyr durchdrungen, welche im allgemeinen die letzte Äußerung der karbonen Intrusionsphase darstellen.

Im Gefolge dieser Granitintrusionen treten — neben Goldquarzgängen — reichlich verbreitete Metamorphoseerscheinungen am Neben-

gestein und im Eruptiv selbst auf: Serpentinisierung, Zoisitisierung, Epidotisierung, Chloritisierung, Listwänitisierung und Beresitisierung. Porphyrgranit wird in oberflächennahen Teilen zu weichen, zerreiblichen Gestein umgewandelt, unter Kaolinisierung der Feldspäte und Hervortreten von Quarz und Glimmer; das basische Nebengestein wird in limonitische, kieselreiche Gesteinszonen verwandelt.

Zwei Haupttypen Goldführender Quarzgänge treten in Erscheinung: a) Ost—West streichende Querspalten, welche die Nord—Süd verlaufenden Granitporphyrgänge durchsetzen — das sind die „Leitergänge“. Ihre Zahl ist sehr groß, oft erscheint alle 3 m ein Gang; selten reichen sie über den Granitporphyr hinaus ins Nebengestein hinein. Die Mächtigkeit ist sehr schwankend; die Salbänder sind in der Regel scharfe Blätter.

b) Ebenfalls Ost—West streichende Gänge im älteren Grundgebirge, durch größere Mächtigkeiten ausgezeichnet; Gangmetasomatose bewirkt unscharfe Ganggrenzen.

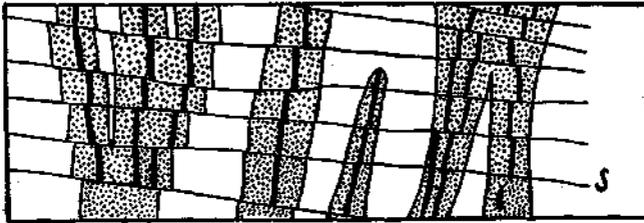


Abb. 11. Schnitt durch die Goldquarzgänge (dicke Striche) mit Beresitzone (punktiert) im Granit (weiß) von Beresowsk. S = Störungen. (Skizze nach einem Wandbild im Bergbaumuseum Beresowsk.)

Die Entstehung der Gangspalten wird auf Abkühlungsschwund, z. T. auch auf Tektonik zurückgeführt. Tektonische Einflüsse nach der Gangbildung sind reichlich vorhanden, doch mäßiger Intensität.

Die Erze der Gänge, nach Bildungsalter angegeben, sind Pyrit zu ältest, dann Aikinit (Bi-Fahlerz), Fahlerz, Kupferkies, Hämatit und Bleiglanz. Gangart bilden Quarz, Turmalin, Karbonate (Dolomit u. a.), Talk etc. Gold entweder als Freigold oder in den Sulfiden.

Die Oxydationszone birgt eine Fülle ziemlich seltener Erze und Minerale, die wie z. B. Krokoit dem Lösungsumsatz mit dem Nebengestein ihre Entstehung verdanken.

Unter den Veränderungen, die im Nebengestein bei der Bildung der Goldquarzgänge vor sich gegangen sind, haben die Bildungen von Listwänitfels und Beresitfels eine wichtige Rolle inne. Listwänitisierung tritt dort ein, wo die Goldquarzgänge basische Gesteine durchsetzen, deren femische Bestandteile durch Ca- und Mg-Karbonate ersetzt werden, unter gleichzeitiger Ausscheidung freier Kieselsäure. Beresitisierung ist eine Zersetzungerscheinung der Granitporphyre im Bereich der Goldquarzgänge, wobei auf Kosten der Feldspäte ein Quarz-Glimmergestein mit mehr minder reichlicher

Pyritimprägation (auch schwacher Au-Halt!) entsteht. Die Berieselung bildet also ein ausgezeichnetes Gegenstück zur Propylitisation, welche die Erzbildungen des tertiären Andesitvulkanismus begleitet.

Die Bildung der Goldquarzgänge, abhängig von den Graniten, wird als mesothermal bedingter Lösungsabsatz, bzw. -umsatz aufgefaßt. Bemerkenswert, daß diesen Erzbildungen nur ein verhältnismäßig geringes primäres Teufenausmaß eigen ist. Die Schachtteufen scheinen sich alle unter 200 m (bis 300 m?) zu halten. Die Befahrung fand am Leninschacht auf der 112 m-Sohle statt.

Der Bergbaubetrieb des Beresowsker Goldreviers sieht sich bedeutenden Grundwassermengen schon ganz seicht unter der Tagoberfläche gegenüber.

Auskünfte über durchschnittlichen Hauwerkshalt, Produktion und Leistungen wurden nicht erteilt.

Die Scheelitgänge von Gumbeika.

Die Tungsteinvorkommen des Gumbeikarevieres befinden sich ca. 40 km Ost von Magnitogorsk. Der Besuch galt der Lagerstätte der Buranovsky-Grube, beschränkte sich jedoch auf einen kurzen Terraingang und auf Besichtigung der Erzhalten.

Der Scheelit, in Form von Kristallimprägationen, ist in der Regel das einzige Erzmineral auf Quarzgängen, die zusammen mit Gängen von Aplit und Porphyrgranit ein ausgedehntes Massiv von feinkörnigem Granit, bzw. Quarzdiorit durchkreuzen.

Die grubenmäßige Erschließung ist augenscheinlich ganz jungen Datums und hat in ihren Schächten bisher die 90 m-Sohle erreicht.

Die Minerallagerstätten der Ilmenstation bei Mias.

Die Eruptivprovinz von Mias im nördlichen Abschnitt des Südural baut sich auf aus Miaskit (Biotit-Nephelin-Syenit), gewöhnlichem Alkalisyenit und Granit, alle größtenteils in gneisähnlicher Struktur entwickelt und von den stammverwandten Pegmatiten begleitet.

In Sonderheit sind es die Pegmatite, welche durch Reichtum an verschiedenen, z. T. seltenen Mineralien ausgezeichnet sind.

Die Miaskitpegmatite bergen u. a. Nephelin oft in Cancrinit verändert, Mikroklin als Amazonit, schwarzen Glimmer, Sodalith, Ilmenit.

Für die Pegmatite der Alkalisyenitzone ist besonders kennzeichnend Hornblende, brauner Glimmer, Apatit, Zirkon, Pyrochlor, Sphen, Molybdänglanz, Monazit u. a.

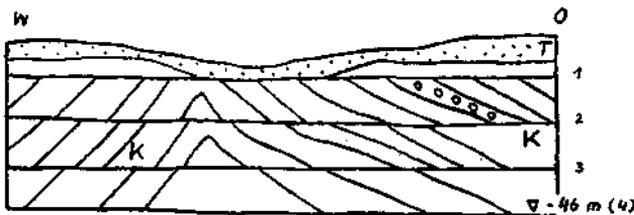
Die Pegmatite der Gneisgranite, auch schriftgranitisch entwickelt, führen u. a. Biotit, Spessartin, schwarzen Turmalin, Muskowit, Orthit (Uralorthit), Korund, ferner den radioaktiven Samarskit, Topas, Beryll, Oligoklas und Mikroklin.

Dieser an Mineralvorkommen einzigartig gesegnete Landstrich gehört auch zu den landschaftlich reizvollsten des Ural. Die Bergketten steigen bis zu 1500 m SH empor, in den dazwischen liegenden breiten Becken sind Seen eingebettet, von waldigen Hängen (Föhre) umsäumt. Ein Gebiet von ca. 42 km² im Umkreis des Ilmensees, die hauptsächlichsten Mineralvorkommen umfassend, steht unter staatlichem Naturschutz; in kleinen Steinbrüchen und Schurfröschchen werden die Mineralvorkommen für wissenschaftliche Zwecke erschlossen.

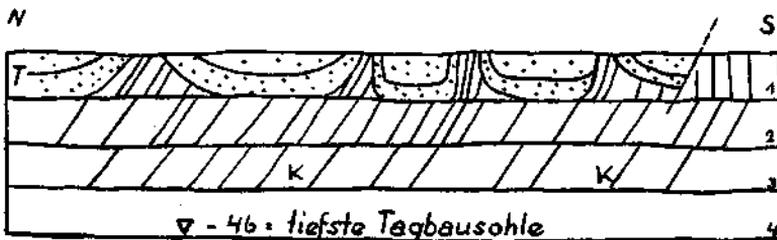
Anschließend an die Kennzeichnung der besuchten uralischen Erzlagerstätten werden noch kurze Bemerkungen über ein uralisches Braunkohlenvorkommen angefügt, dessen Besichtigung ebenfalls im Exkursionsprogramm enthalten war.

Der Korkino-Braunkohlenbergbau bei Tscheljabinsk.

Diese Braunkohlenvorkommen liegen östlich Tscheljabinsk, im Übergang der letzten Plateauwellen des Östlichen Ural in das westsibirische Flachland. Die Kohlenflöze, 5—15 an der Zahl, im einzelnen bis zu einigen Meter dick, sind Bestandteil einer Serie ober-



Tagbau-Quersicht-Nordseite



Tagbau-Längssicht-Ostseite

Abb. 12. Braunkohlentagbau Korkino, Ost von Tscheljabinsk.
 K = jurassische Kohlschichten, ältere Faltung mit Faltenachse N—S,
 T = tertiäre Überlagerung, jüngere Faltung mit Faltenachse O—W.
 1—4 = Etagen.

triadisch-unterjurassischer Gesteine. Die Kohle ist Glanz- und Mattkohle, 5000—7000 Kal., 8—33% Asche, 0,9—4% S, 6—13% H₂O.

In diesem Zusammenhang sei des Näheren nur der geologisch eigenartige Anblick wiedergegeben, den das große Oval des 500 m mal 300 m weiten, 50 m tiefen Tagbaues gewährte: die Längsachse des Tagbaues liegt in der Scheitelzone einer Nord—Ost streichenden Antiklinale der Kohlschichten, die an den beiden längeren Tagbauseiten mit 40—50° von den Etagen weg bergwärts fallen. In der tertiären Überlagerung, die nur 15—20 m mächtig ist, prägt sich eine jüngere Querfaltung in Ost—West-Richtung ab, wenig tiefreichend, doch neben breiten Mulden scharf geknickte, steil aufgestülpte Sättel zeigend.
