

# Berg- und Hüttenwesen.

Redaktion:

Gustav Kroupa,

k. k. Oberhüttenverwalter in Brixlegg.

C. v. Ernst,

k. k. Hofrat und Kommerzialrat in Wien.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Eduard Donath, Professor an der technischen Hochschule in Brünn, Willibald Foltz, k. k. Kommerzialrat und Direktor der k. k. Bergwerks-Prod.-Verschl.-Direktion in Wien, Karl Habermann, k. k. o. ö. Professor der Bergakademie Leoben, Julius Ritter von Hauer, k. k. Hofrat und Bergakademie-Professor i. R. in Leoben, Hans Höfer, k. k. Hofrat und o. ö. Professor der Bergakademie in Leoben, Josef Hörhager, Hüttenverwalter in Tarrach, Adalbert Kás, k. k. o. ö. Professor, Rektor der Bergakademie in Příbram, Ludwig Litschauer, königl. ungar. Oberingenieur, Leiter der königl. ungar. Bergschule in Selmeczbánya, Johann Mayer, k. k. Bergrat und Zentral-Inspektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Franz Poech, Oberbergrat, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien und Karl von Webern, k. k. Ministerialrat im k. k. Ackerbauministerium.

Verlag der Manzchen k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen Beilagen. Pränumerationspreis jährlich für Österreich-Ungarn 24 K ö. W., halbjährig 12 K, für Deutschland M 21,—, resp. M 10,50. — Reklamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Über die Brauneisensteinlagerstätten des Bergrevieres von Kisel im Ural (Kreis Solikamsk des Permschen Gouvernements). — Die Kupfergewinnung mit Hilfe des Konverter-Prozesses. (Schluss.) — Wasserhaltungs-Hilfsarbeiten mit Berücksichtigung der hangenden Lehmschicht im Steinsalzbergbau zu Akna Szlatina in Ungarn. (Schluss.) — Das Kupferwerk Oker am Harz. — Notizen. — Literatur. — Ankündigungen.

## Über die Brauneisensteinlagerstätten des Bergrevieres von Kisel im Ural (Kreis Solikamsk des Permschen Gouvernements).

Von den Professoren L. Mrazec in Bukarest und L. Duparc in Genf.

Der Eisenerzreichtum dieser Uralgegend gab schon seit mehr als hundert Jahren Anlass zu größeren und kleineren Schürfungen, die zur Zeit größtenteils im Besitze des Fürsten Abamelek-Lazarew sich befinden. Die Erzlagerstätten liegen im waldreichen suburalischen Hügel land, nördlich von der Koswa, bis etwa in einer Entfernung von 7—10 km vom Städtchen Kisel, wo die Erze in den fürstlichen Hochöfen verhüttet werden. Da die Beurteilung der Entstehungsweise der Lagerstätte von der Kenntnis der geologischen Beschaffenheit der Gegend abhängt, mag vorerst die letztere besprochen werden.

### I. Geologie der Gegend.

Der erzführende Teil des Urals wurde von den russischen Geologen stratigraphisch recht genau untersucht. Vor allem verdanken wir A. Krasnopolsky eine ausgezeichnete Studie über das Devon, Karbon und Permokarbon, welche Systeme die Schichtenreihe dieser Gegend umfassen.<sup>1)</sup>

Es wurde das untere (D<sup>1</sup>), mittlere (D<sup>2</sup>) und obere (D<sup>3</sup>) Devon nachgewiesen. Die obere Abteilung des Karbons wird durch Fusulinenkalken vertreten. Das untere Karbon besteht zunächst aus dem Kalken mit *Productus mesolubus* (C<sub>1</sub>), welchem die Steinkohle führende Etage

der Quarzsandsteine aufruht (C<sub>2</sub>). Die letztere wird ihrerseits vom unteren Bergkalk (C<sub>3</sub>) (Kalk mit *Productus giganteus*) gekrönt. Das Permokarbon (C Pg) tritt nur in dem am weitesten nach Westen auslaufenden, an die russische Tafel angrenzenden Gebiete auf und gehört der sogenannten Artinskstufe an. Das Unterdevon, sowie teilweise auch das Mitteldevon und die Artinskstufe sind durch sandig-thonig-mergelige Sedimente repräsentiert, während hingegen die kohlenführende Etage des Unterkarbons thonig-sandig ist. Das Permokarbon ist als Regressionsfacies anzusehen, hingegen sind die kohlenführenden Sandsteine augenscheinlich als transgressive Bildung aufzufassen.

Was die Tektonik anbelangt, gehört das Gebiet in die suburalische Region, welche durch starke Faltung des Unterkarbons und Devons gekennzeichnet ist, während das Oberkarbon und die Artinskstufe eine nur wenig von den Faltungen in Mitleidenschaft gezogene Decke darstellen. Die suburalische Region wird nach Westen hin durch die russische Tafel, ostwärts aber durch die uralischen Falten begrenzt, welche aus dem Devon und vielleicht aus noch älteren Schichten aufgebaut sind. Diese Falten sind ziemlich deutlich nach Westen überkippt. Gegen die russische Tafel hin geht die Überkipfung höchst wahrscheinlich in Brüche über, welche aber durch die Decke des Oberkarbons und der Artinskstufe obertags maskiert sind. Hingegen sind in der Richtung nach Osten diese Falten von den uralischen

<sup>1)</sup> A. Krasnopolsky: Allgem. geolog. Karte von Russland, Blatt 126. Perm-Solikamsk, 1889. Mém. du Comité géologique, XI, Nr. 1. — Notes explicatives à la carte géologique. Mém. du Comité géol., XI, Nr. 2. — Chemin de fer de l'Oural, X. Guide du congrès géol. en Russie 1897.

Falten überwältigt. Wenigstens kann man sich in der besagten Gegend des Eindruckes nicht erwehren, dass die Falten des Urals, wofern von sekundären Dislokationen abzusehen ist, nach Westen hin, d. h. gegen die russische Tafel, überkippt seien, so dass sie an der letzteren mittelst einer Verwerfung abstoßen.

Es sollen diese Verhältnisse durch die beifolgenden, ostwestlich orientierten Profile veranschaulicht werden, von welchen das eine auf die Richtung längs des Flusses Koswa und das andere auf die Richtung längs des Flusses Kisel in einem Abstand von etwa 20 km von dem ersteren entfällt (siehe Fig. 1 und 2).

Von den für diese Lagerstätten wichtigen tektonischen Elementen ist zunächst im Westen eine (1) Kar-

that er in dieser Richtung unter den unteren Bergkalk hinabtaucht. Der östliche schärfere Sattel scheint sich in die weiter gegen Norden gelegene Kohlengrube von Alexandrowsk fortzusetzen.

2. Die ostwärts an die vorbesprochene Antiklinale anstoßende, an der Koswa recht breite Mulde ist aus unterkarbonen Quarzsandsteinen, unterem Bergkalk und Fusulinenkalk aufgebaut. Diese Karbonmulde wird von der Koswa durchschnitten. Das obere Karbon zeigt in seinem östlichen Teile fast schollenförmigen Bau. Gegen Norden hin wird die noch an der Koswa etwa 6 km breite Synklinale immer enger und enger, bis schließlich in einer Entfernung von beinahe 7—8 km im Süden von Kisel die flache Koswamulde in eine sehr scharfe, oft

Fig. 1.

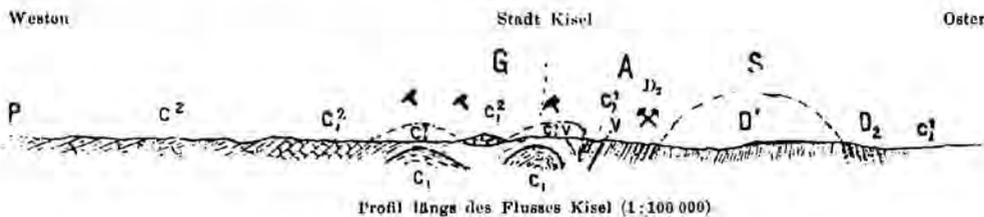
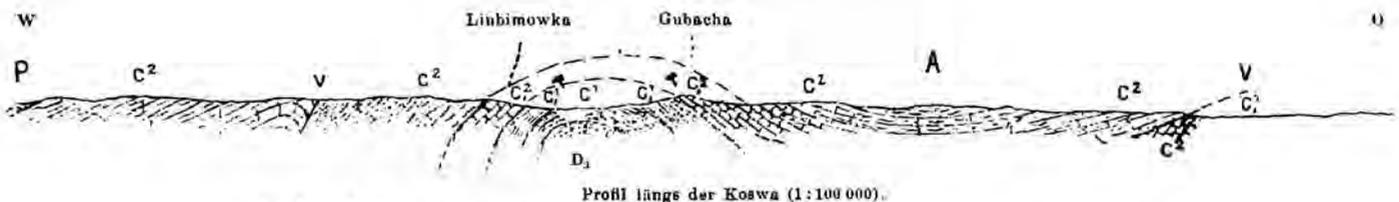


Fig. 2.



P = Permokarbon.  
 C<sup>2</sup> = Oberes Karbon; Fusulinenkalko.  
 C<sup>1</sup> = Unteres Karbon; Kalko mit Productus giganteus.  
 C<sup>1</sup>' = " " Kohleführende Sandsteine.  
 C<sub>1</sub> = " " Kalko mit Productus mesolobus.  
 D<sup>1</sup> = Ober-Devon.  
 D<sup>2</sup> = Mittel-Devon.  
 D<sup>3</sup> = Unter-Devon.

V = Verwerfung.  
 ↖ = Kohlengruben.  
 ✕ = Eisenerzgruben.  
 G = Gubacha—Kiesel-Antiklinale.  
 A = Koswa—Artemiewka-Synklinale.  
 S = Severney log-Antiklinale.

bonantiklinale zu nennen, an die sich (2) gegen Osten eine Synklinale anschließt, auf welche noch (3) eine aus Devon aufgebaute Antiklinale folgt.

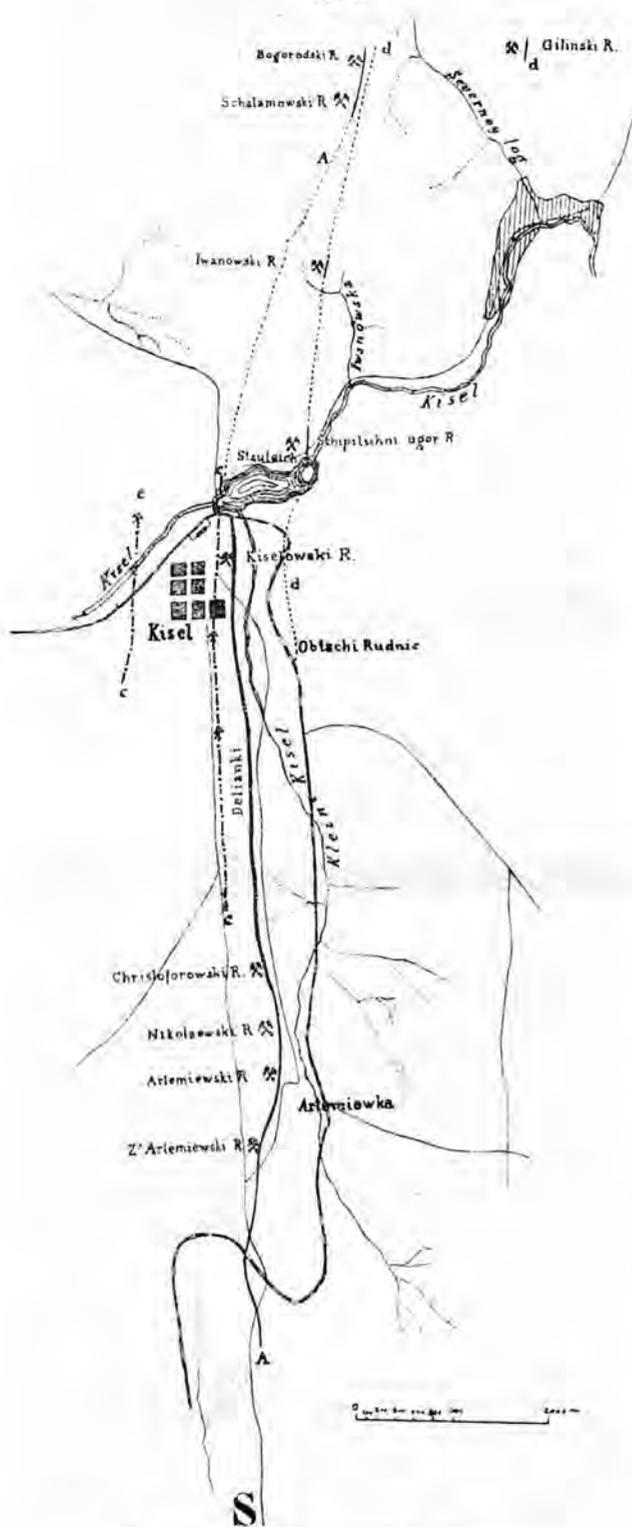
1. Was zunächst die erstere, an die russische Tafel sich anschließende Antiklinale anbelangt, sind an ihrem Aufbau alle Karbonstufen beteiligt. In ihrem mittleren Kern, an der Koswa, taucht aber das obere Devon hervor. Gegen Norden hin löst sich diese etwa 4 km breite, nach den Orten Gubacha-Kisel zu benennende Antiklinale in zwei kleinere, je etwa 1 km breite Sättel auf, deren mittlere Kerne nur vom untersten Karbonkalk (C<sub>1</sub>) gebildet werden. Der diesen Schichten eingeschaltete Quarzsandstein (C<sub>1</sub>') führt reiche Flötze von einer sehr schwefeligen gasfreien Kohle, welche an der Koswa, bei Gubacha und Linbimowka, sowie an der Kisel beim Städtchen Kisel abgebaut wird (siehe Fig. 1 u. 2).

Von den beiden kleineren Sätteln zeigt der westliche ein beachtenswertes Verflachen gegen Norden, so

kaum 200 m breite Synklinale übergeht, welche gewöhnlich gegen Westen übergekippt ist. Sie kann noch 6—8 km nördlich von Kisel verfolgt werden. Auf dieser Strecke scheint die Synklinale oft gänzlich ausgewalzt zu sein. Die Fusulinenkalk verschwinden nördlich von der Koswa, so dass nur der untere Bergkalk (C<sub>1</sub>') sich in der Synklinale vorfindet. Der eingezwängte Teil der Koswamulde mag nach dem an ihm liegenden Dörfern und Grube Artemiewka als die Synklinale von Artemiewka bezeichnet werden.

3. Das dritte für die Erzlagerstätten wichtige tektonische Element ist eine östlich von obiger Mulde auftretende Antiklinale von mittel- und unterdevonischen Schichten. Sie ist östlich und nordöstlich von Kisel besonders stark entwickelt und zeigt ebenfalls westliche Überkipfung. Nach dem ihrer Axe entsprechenden Tale ist diese Antiklinale als der Sattel des Severney log zu benennen. Zwischen diesem und dem östlichen Sattel von Kisel ist die Artemiewka-Synklinale

Fig. 3.



- A = Erzlinie der Artemiewka-Synklinale.  
 d = Erzlinie des Devon-Antiklinale.  
 c = Kohle der östlichen Antiklinale von Kisel.  
 K = Kohlengruben und Eisenerzgruben.

eingeklemmt. Noch weiter gegen Osten scheinen die Quarzitsandsteine des Unterkarbons vorzuherrschen, welche

diskordant und transgressiv auf dem Devon sich ausbreiten und welche den mächtigen flachen Rücken des Bieli-Spoi-Berges aufbauen. Über die ganze Gegend dehnt sich eine oft mächtige rötliche Lehmdecke aus.

Brauneisenstein stellt sich in der Artemiewka-Synklinale, sowie im Devonsattel des Severney log ein. Außerdem kommen in der Gegend vielfach Sumpfund Rasenerze vor, welche bereits zu einem bedeutungslosen Abbau Anlass gaben.

## II. Die Brauneisensteinlagerstätte der Artemiewka-Synklinale.

Ungefähr von dem Punkte angefangen, wo die Koswamulde in die Artemiewka-Synklinale übergeht, stellt sich innerhalb der letzteren Brauneisenstein ein. Das Vorkommen ist auf eine Strecke von etwa 12 km, welche beinahe der ganzen Ausdehnung der Synklinale entspricht, zu verfolgen. Der Kern der Synklinale wird durch Kalkstein mit *Productus giganteus* gebildet, der in den Sandsteinen der kohlenführenden Etage des Unterkarbons eingeklemmt ist, und zwar allem Anscheine nach zwischen dem östlichen Sattel von Kisel und der Devon-Antiklinale. Dass die Quarzsandsteine sich auch auf den östlichen Flügel der Synklinale ausdehnen, wird durch mehrere auf Schürfungen basierte Profile, von denen wir zwei mitteilen (siehe Fig. 4 und 5), hinlänglich bewiesen. Davon entfällt das erstere (Fig. 4) auf den südlichen Teil des Z'Artemiewski Rudnik, das zweite (Fig. 5) aber etwa 200—300 m nördlich vom Kisel Stauteiche.

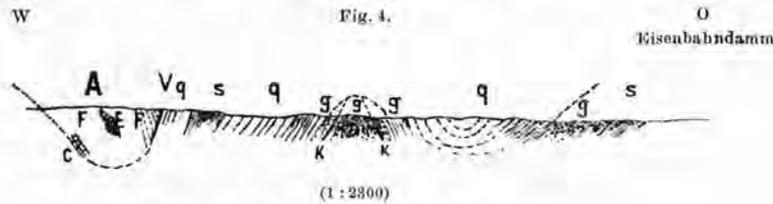
Ein reicher Brauneisenstein, welcher von Thonen und Quarzsanden begleitet wird, bildet die Erzformation, die den Productuskalk der Synklinale teilweise verdrängt.<sup>2)</sup> Die bunten, seltener rein weißen Thone sind hier zumeist gelblich bis rötlichbraun, oft aber auch kohlig. Sie sind ungeschichtet und bilden längliche linsenförmige Körper. Die stark ockerhaltigen Thone befinden sich im allgemeinen in nächster Nähe des Erzes, und zwar bald in seinem Hangenden, bald aber in seinem Liegenden. Die schwärzlichen Thone kommen meistens im Liegenden, die Sande aber gewöhnlich nur im Hangenden vor. Der ockerige Thon, welcher bis 15% bohnerartige Erzkörper enthält, wird auch gelegentlich abgebaut.

Eine mikroskopische Untersuchung der Sande und vor allem der Sandkörner der Thone zeigte, dass es ein glimmerfreier, etwas eisenschüssiger Quarzsand ist, welcher mit Hornsteinfragmenten gemischt ist. Dieses letztere Gestein ist in allen Kalksteinen des Karbons sehr verbreitet. Von Mangan konnten in den Thonen bloß Spuren nachgewiesen werden.

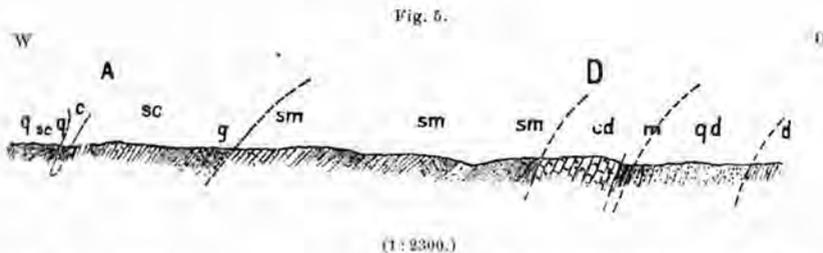
\* \* \*

<sup>2)</sup> Die Auffassung Krasnopolskys, dass das Erz in den oberen Horizonten der Karbonsandsteine (C<sup>1</sup>) vorkommt, bestätigt sich nicht (Krasnopolsky, S. 178). Die Erzformation ist auf den unteren Bergkalk beschränkt. Die Schürfungen nach Kohle in den Karbonsandsteinen beweisen, dass die eingelagerten Thone erzfrei und gewöhnlich nicht einmal eisenschüssig sind.

Technisch werden drei Arten von Brauneisenstein unterschieden, und zwar schweres, leichtes und so- | ausnahmsweise aber bis auf 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> steigen kann. Mangan konnte nur spurenweise nachgewiesen werden.<sup>3)</sup>



- $C_1^2$  . . . c = Kalk mit Prod. gigant.  
 F = Erzformation (Thone, Sande etc.).  
 E = Erz.  
 $C_1^1$  . . . q = Quarzsandsteine.  
 g = Kohliger Sandstein.  
 s = Kohliger Schieferthone.  
 K = Kohle.



- $C_1^2$  . . . c = Kalk m. Prod. gig.  
 $C_1^1$  . . . q = Quarzsandstein.  
 g = Kohliger Sandstein.  
 sc = Kohl. Schiefer.  
 $(C_1^2)$  . . . sm = Mergelschiefer.  
 oder D

- $D^2$  . . . cd = Mitteldevonische Kalke.  
 qd = " " Quarzsandsteine.  
 $D^1$  . . . d = Unterdevonische grüne Sandsteine.  
 m = Erzformation.  
 A = Artemiewka-Synklinale.  
 D = Devon-Antiklinale.

genanntes kavernöses Erz. Die erste Art ist ein im allgemeinen derber oder etwas krystallinischer Brauneisenstein, von oft konzentrisch-sphäroidaler, doch auch traubig nierenförmiger Struktur. Sehr selten finden sich in ihm unregelmäßige bis kopfgroße Eisenkiesknollen vor, welche krustenförmig von Limonit umhüllt sind. In dem den Eisenkies umgebenden Brauneisen ist jener auch fein eingesprengt. Das schwere Erz ist das wichtigste und hat die größte Verbreitung in der Lagerstätte. Das leichte Erz ist ein erdiger Brauneisenstein, welcher abgesonderte Körper im Hangenden des schweren Erzes bildet. Ein einzigesmal beobachtete man einen krustenförmigen Überzug von leichtem Erz auf schwerem Erz (Pokrowskaia-Schacht). Weniger verbreitet als das letztere wurde das leichte Erz in den Gruben Nikolaewski und Artemiewski Rudnik konstatiert. Im Z'Artemiewski Rudnik und in der Grube Nikolaewski findet man das sehr zellige, sogenannte kavernöse Erz lokal entwickelt, das ebenfalls abgesonderte Körper bildet.

In allen Erzkörpern, vorzugsweise aber in dem agglomeratischen, sphäroidale Struktur besitzenden, schweren Erz kommen Thonadern und in manchen Erzkörpern sogar schwächere schichtenförmige Thoneinschaltungen vor. Alle drei Erzarten sind chemisch wenig verschieden. Ihr Eisengehalt schwankt zwischen 46 und 57<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, doch kann heute 51—52<sup>0</sup>/<sub>0</sub> als Mittelwert angesehen werden. Der Phosphor- oder Schwefelgehalt übersteigt nicht 0,12, während die Kieselsäure gewöhnlich 9—10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> ausmacht,

Blöcke des Kalksteines mit *Productus giganteus* wurden bloß in der Nähe seines Kontaktes gefunden. Der sehr leichte, kompakte Kalk ist alsdann gewöhnlich mit einer weißlichen, thonigen, unmerklich in Kalk übergehenden Kruste bedeckt. Nach Krasnopolsky sollen im Erze selbst, obwohl selten, Abdrücke von Fossilien des unteren Bergkalkes gefunden worden sein.<sup>4)</sup>

Siderit wurde nie aufgefunden, u. zw. selbst in den Abbauen nicht, die bis an das tiefste Liegende gelangten, so dass man ihn als fehlend annehmen muss. Auf den Halden aller Schächte liegen von Limonit zementierte Quarzsandsteinbreccien; auf der Halde des jetzt verlassenen Schachtes Gagarinskaia leicht agatisierte Thonknollen.

\* \* \*

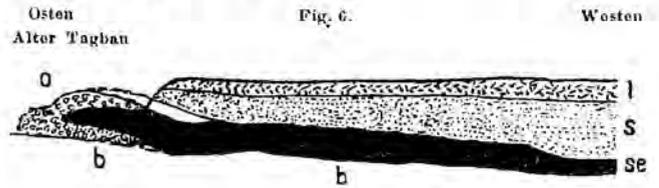
<sup>3)</sup> Die hier angegebenen Zahlen sind der Mittelwert von 38 Analysen. Nach Krasnopolsky soll der Eisengehalt des Erzes 35—36<sup>0</sup>/<sub>0</sub> sein, was wohl unterschätzt ist. Eine im Uralschen chemischen Laboratorium (Ekatherinenburg?) gemachte Analyse des Brauneisens von Kisel soll bei 63,52 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 16,11 Mn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> und 0,83 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ergeben haben. Leider ist die Grube nicht angegeben, von der das Erz stammt, das in seiner chemischen Zusammensetzung sich von den jetzt ausgebeuteten Erzen stark unterscheidet. Der Phosphorgehalt des Erzes, welches aus dem jetzt verlassenen Petrowskaia-Schachte (Delianky) stammt, soll zwischen 0,71 und 0,86 geschwankt haben (Krasnopolsky, S. 181).

<sup>4)</sup> Krasnopolsky, *Syringopara confortata* Eichn., *Lithostratien Martini* E. H., S. 178.

Das Erz bildet im reichsten Teile der Lagerstätte<sup>5)</sup> eine, wie gesagt, auf die Kalkzone der Synklinale beschränkte Reihe von Linsen, Nestern oder seltener lagerartigen Körpern, die, in der Längsrichtung auskeilend, kettenförmig miteinander zusammenhängen. Gänzliche Unterbrechungen sind seltener und dauern nur auf kurze Strecken an (z. B. zwischen den Gruben Nikolaewski und Christoforowski eine Unterbrechung des Erzes auf etwa 80 m Länge). In dem nördlichsten, ganz ausgewalzten Teile der Synklinale gibt es einige zerstreute schwache, platte, linsenförmige Vorkommen. In ihrem südlichen Teile, welchem die Gruben Nikolaewski, Christoforowski, Delianki und Kiselowski Rudnik angehören, ist die Erzformation ebenfalls stark gestört. Die in so wenig resistenten Thonen und Sanden eingebetteten Erzkörper sind aus ihrer primären Lage hinausgerückt und verschoben und fallen z. B. in der Grube Nikolaewski steil (45—80°) gegen Osten ein. Im südlichen Teile der Grube Artemiewski soll dagegen ein ziemlich horizontales Lager ausgebeutet worden sein.

Nach dem bisherigen Abbau zu urteilen, kann die mittlere Breite der Erzkörper auf 40 m geschätzt werden. In dem lagerförmigen Erzvorkommen scheint sie aber beinahe 200 m bei einer maximalen Mächtigkeit von 12 m betragen zu haben (Alter Tagbau und Schächte in der Grube Artemiewski). Die Mächtigkeit des

Erzes schwankt zwischen kaum 1 m und 16 m. Im Nikolaewski Rudnik erreichen jedoch die drei durch Thonschichten abgesonderten Erzarten sogar eine Gesamtmächtigkeit von 26 m (Kammergerskaia-Schacht und Querschlag).



l = Lehm. se = Schweres Erz.  
s = Quarzsand. o = Thon mit Limonitstückchen.  
b = Diverse Thone.

In den folgenden drei Profilen wird sowohl der unregelmäßige Bau der Erzkörper als auch ihre größtenteils gestörten Lagerungsverhältnisse veranschaulicht. Bezüglich des südlichen Teiles der Grube Artemiewski wird durch die Profile der verlassenen Schächte und Strecken Delianowskaia, Michailowskaia und Alexandrowskaia, sowie durch den dortigen Tagbau (siehe Fig. 6)<sup>6)</sup> bewiesen, dass man es, wie bereits oben betont, mit einem mächtigen lager-, ja fast flötzartigen Erzkörper zu tun hat.

<sup>6)</sup> Das Profil stammt aus dem Arbeitsjournal der Kiselers Verwaltung.

(Schluss folgt.)

<sup>5)</sup> Von der Grube Z'Artemiewski bis zum Kiselers Stanteiche, d. i. etwa 7 km.

## Die Kupfergewinnung mit Hilfe des Konverter-Prozesses.

Mitgeteilt von Gustav Kroupa.

(Schluss von S. 699.)

Ermittlung der beim Konvertieren des Kupfers entwickelten Temperatur.

Auf Grund der bisher angeführten, aus der Physik und Thermochemie bekannten Zahlenwerte ist man noch nicht in der Lage, auf eine verlässliche Weise die beim Bessemern entwickelte Temperatur zu berechnen. Man ist in dieser Hinsicht noch nicht so weit, wie bei vielen anderen metallurgischen Operationen und insbesondere jener der Darstellung des Flusseisens aus dem Roheisen nach dem Bessemer- und Thomasverfahren. Man besitzt nur für eine verhältnismäßig kleine Zahl der Stoffe Angaben über die spezifische Wärme und bei diesen nur in ziemlich niedrigen Temperaturgrenzen, so dass die höheren Temperaturen diese Daten wesentlich verändern, wie aus einigen Beispielen der nächsten Tabelle zu ersehen sein wird. Dies gilt noch mehr für die latente Wärme der Schmelzung, denn hier sind die vorhandenen Angaben noch lückenhafter.

Unglücklicherweise sind aber auch die vorhandenen Zahlenwerte nicht ohne Mängel, obwohl man sich in den letzten 30 Jahren vielfach bemühte, präzisere Werte zu erlangen; wenn diese auch nur eine annähernde Ge-

naugigkeit besitzen, so können sie dennoch bei wissenschaftlicher Beleuchtung der industriellen Prozesse gute Dienste leisten. Mit Rücksicht auf die Metallurgie ist wohl in dieser Beziehung vor allen M. Gruner zu nennen, welcher durch seine Versuche während der letzten 25 Jahre wesentlich zur Komplettierung der in dieses Gebiet fallenden physikalischen Maße beigetragen hat.

Tabelle V.

Stoff	Spezifische Wärme	
	von 0°—100°	bis 300°
Eisen . . . . .	0,1098	0,1218
Kupfer . . . . .	0,0949	0,1013
Glas . . . . .	0,1770	0,1900
Schwefel . . . . .	0,1776	0,2025
Kupferoxyd (CuO) . . . . .	0,1420	—
Schwefeleisen (FeS) . . . . .	0,1357	—
Sauerstoff . . . . .	0,2175	—
Atmosphärische Luft . . . . .	0,2374	—
Schweflige Säure . . . . .	0,1544	—
Stickstoff . . . . .	0,2438	—
Kohlensäure . . . . .	0,2024	0,2170

elektrische Kraft zum Betriebe liefert ein besonderes Elektrizitätswerk. Dieses liegt auf dem linken Ufer des Lavinobaches, an der Werksbahn, 2800 m von dem Werk San Valentino entfernt, bei den sogenannten Schwefelquellen des Lavinobettes. Die Betriebswasser für die Anlage liefert der Lavino. Sie werden durch einen 260 m langen gemauerten Kanal geleitet, der so groß ist, dass ihn pro Sekunde  $3\frac{1}{2} m^3$  durchfließen können. Im Sommer stehen  $1\frac{1}{2}$ , im Winter 2—4  $m^3$  Aufschlagwasser zur Verfügung. Das Nutzgefälle beträgt  $7\frac{1}{2} m$ . Die Anlage ist für zwei Turbinen von je 110 PS vorgesehen; eine ist jedoch vorerst nur eingebaut und im Betriebe. Diese treibt einen Drehstromgenerator, der 100 PS von 2000 Volt entwickelt. Die elektrische Energie wird oberirdisch 2800 m lang zum Werk geleitet, wo sie einen 50 PS- und einen 60 PS-Motor treibt. Eine weitere Wasserkraft steht der Asphaltgesellschaft im Pescaratale, nur 650 m östlich vom Werk, zur Verfügung. Diese liefert normal das ganze Jahr 40  $m^3$  Wasser, womit 2400 elektrische PS erzeugt werden können. Sie soll demnächst nutzbar gemacht und aus-

gebaut werden und die elektrische Kraft für den Betrieb der Gruben zur Förderung und Ventilation sowie zum Bohren und zum Bahnbetrieb soweit wie immer möglich Verwendung finden. Die überschüssige Kraft soll, wie schon jetzt für Beleuchtungs- und motorische Zwecke, für projektierte elektrische Bahnen u. s. w. an Private und Behörden abgegeben werden.

Die Steigerung der Produktion des Werkes ist aus folgender Zusammenstellung zu ersehen.

Jahr	In den Gruben	In der Asphalthütte
1889 . . . . .	7 466 t	2 376 t
1902 . . . . .	12 000 t	11 000 t

Die Gruben erzeugen: Asphaltgestein und Rohbitumen. Die Asphalthütte erzeugt: Stampfasphaltnmehl, Gussasphaltnmehl, Gussasphaltnmastie, Granulinasphalt, Asphaltplatten, Bitumen, Bitumenöl, Neutralit, Adiodon und Goudron.

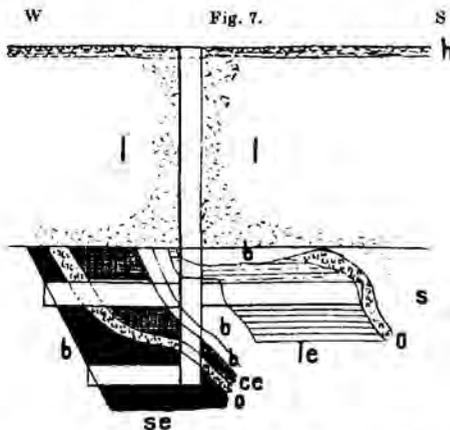
Bei dem Werke sind 395 Arbeiter und 11 Beamte beschäftigt. G. K.

## Über die Brauneisensteinlagerstätten des Bergrevieres von Kisel im Ural (Kreis Solikamsk des Permschen Gouvernements).

Von den Professoren **L. Mrazec** in Bukarest und **L. Duparc** in Genf.

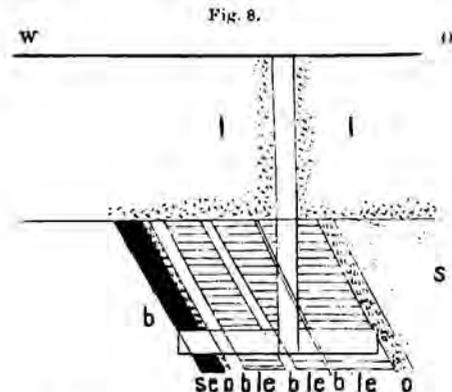
(Schluss von S. 715.)

Die Profile der heute im Betrieb befindlichen Schächte Ponomarewskaja und Kammergerskaia, die etwa 90 m voneinander entfernt und durch Längsstrecken verbunden sind, zeigen einerseits das Verhältnis der drei Erzarten in Nikolaewski Rudnik, andererseits den raschen Wechsel in der Gestalt der Erzkörper (siehe Fig. 7 und 8). Unzählige Gleitflächen und



Profil des Kammergerskaia-Schachtes (1:650.)

kleinere Verwerfungen sind hier auf Schritt und Tritt zu beobachten. Sowohl im Hangenden als auch im Liegenden unserer Formation sind in der jetzt in Abbau begriffenen Grube Nikolaewski starke Störungen be-



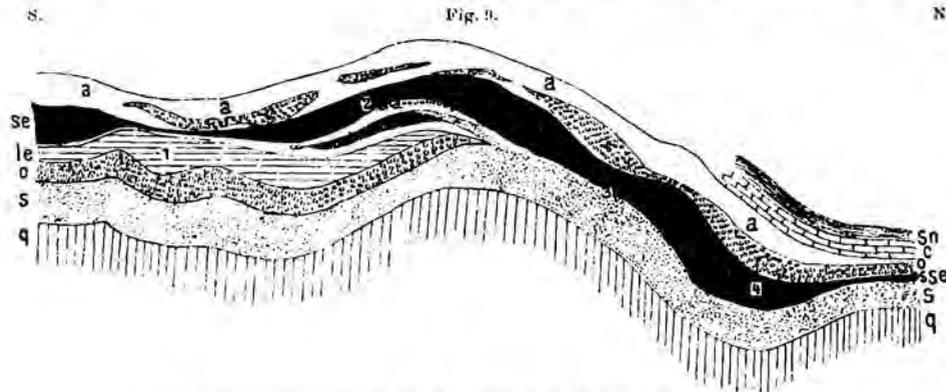
Profil des Ponomarewskaja-Schachtes (1:650.)

- se Schweres Erz.
- ce Kavernöses Erz.
- le Leichtes Erz.
- a = Thon mit Limonitstückchen.
- b = Diverse Thone.
- s = Quarzsand.
- l = Lehm mit Quarzsandsteinblöcken.
- h = Humusboden.

merkbar, die in der Blagodatnaia-strecke eine Auswulzung der im Hangenden des Erzkörpers befindlichen Thonschichte zur Folge hatten, so dass die Quarzsande direkt mit dem Erz in Berührung treten (siehe Fig. 9). Reibungsbreccien von Erz und Nebengestein kommen sowohl hier als auch an anderen Orten vor und als solche müssen die Quarzsandsteinbreccien, die man auf den Halden findet, angesehen werden. Diese Phänomene müssen mit den letzten Bewegungen, welche in der sub-uralischen Region überhaupt stattfanden, in Zusammen-

lang gebracht werden und sind jedenfalls jünger als die Entstehung des Erzes.

(Kiselowski Rudnik) ist der Bergbau zufolge des starken Grundwasseraustranges nicht einträglich.



Schemat. Horizontalschnitt der Grube Nikolaewski, bei 42 m Tiefe (etwa 1:3400).

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>o = Schweres Erz.</li> <li>cc = Kavernöses Erz.</li> <li>le = Leichtes Erz.</li> <li>a = Thon mit Limonit.</li> <li>n = Bunte Thone.</li> <li>c = Kalkstein mit Prod. gigant.</li> <li>sn = Kohlschiefer.</li> <li>s = Quarzsande.</li> <li>q = Quarzsandsteine.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Schächte:</li> <li>1. Ponomarewskaja.</li> <li>2. Kammorgorskaja.</li> <li>3. Ilagodatnaia.</li> <li>4. Nikolaewskaja.</li> <li>5. Zamintschowaia.</li> </ul> |
|--|--|

Bergbaulich kann die 12 km lange Erzzone, welche ungefähr südlich vom Dorfe Artemiewka anfängt und über Kisel in das Quellgebiet des Severney log streicht, in zwei Regionen eingeteilt werden. Die südliche erstreckt sich von Z'Artemiewski Rudnik bis Kisel, die nördliche aber von Kisel bis zur Grube Bogorodski. Nur die südliche Region ist für den Bergbau wichtig, während die nördliche, durch die teilweise gänzliche Auswalgung der Synklinale gekennzeichnet, erzarm ist.

Im Südteile der Zone sind folgende Gruben: Z'Artemiewski, Artemiewski, Nikolaewski, Christoforowski, dann die sogenannte Delianky und Kiselowski Rudnik.

In der nördlichen Region sind die beiden unbedeutenden Gruben Schalamowski und Bogorodski zu nennen.

Der Bergbau, der seit dem Jahre 1786 datiert, wurde teils als Tagbau (Artemiewski, Delianky) betrieben, teils durch höchstens 60 m geteufte Schächte, sowie durch Stollen, Quer- und Längsstrecken aus- und vorgerichtet. Von Kisel bis Artemiewka ziehen sich längs des Flusses Maly Kisel Halden, Pingen und verschüttete Gruben auf eine Strecke von über 7 km hin. Die unrationelle Ausbeutung wurde durch das eigentümliche Erzvorkommen als berechtigt angesehen. Es wurde der größte Teil der Lagerstätte durch teilweise oder vollständige Verwässerung der alten Arbeiten vergeudet. Heute funktionieren nur noch die Gruben Nikolaewski und Christoforowski, die sich in reichen Erzkörpern bewegen. Von dem ganzen südlichen Teil der teilweise erschöpften Zone können noch etwa 1000 m als abbauwürdig angesehen werden. In der Nähe von Kisel

Nach den Angaben der Kiseler Verwaltung beträgt das bis jetzt produzierte Erzquantum etwa 100 Millionen Pud, während der Reichtum der südlichen Gegend auf 180 Millionen Pud geschätzt werden kann.

#### Die Genesis der Lagerstätte.

Mit Bezug auf die Brauneisenerze, welche mit Thonen und Kalken vergesellschaftet sind, wurde bereits öfters die Ansicht geäußert, dass dieselben ein eluviales Produkt der Kalksteine sind.<sup>7)</sup> So sind nach C.W. Hayes<sup>8)</sup> die Brauneisensteine von Cartersville teils als tertiäre Sumpferze anzusehen, welche ihren Eisengehalt dem „in Zerstörung begriffenen benachbarten Kalksteine“ verdanken, teils als Konzentrationslagerstätten im Kalk, deren Erz ebenfalls von dem Eisen der zersetzten Kalksteine her stammt.

Im Südrural sind in Devon und Karbon Brauneisen-vorkommen bekannt, die in jeder Hinsicht den Kiseler sehr zu ähneln scheinen. Ihre Entstehungsweise wurde neuerdings von Futterer näher besprochen, der in ihnen mit v. Trautschold Verwitterungsprodukte von Devonschiefern, sowie von Devon- und Karbonkalken sieht.<sup>9)</sup> Was im besonderen die Brauneisenerze des Karbons betrifft, spricht sich Tschernyschew entschieden für diese Entstehungsweise aus. „Über dem Kohlenkalk kommen ebenfalls noch Eisenerze in ungeschichteten Thonen vor, die eluvialer Entstehung sein sollen.“ Als Beweis der letzteren werden die „Übergänge des Kalksteines in Brauneisen, die abgerollte Form der Kalkblöcke und Eisenerze, sowie das Fehlen jeglicher Schich-

<sup>7)</sup> G. Bischof, Chem. u. physik. Geol., III, S. 59 u. a.

<sup>8)</sup> C. W. Hayes, Der Eisenerzdistrikt von Cartersville Georgia, Referat in Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1900, S. 279.

<sup>9)</sup> Dr. K. Futterer, Beiträge zur Geologie des Südrural. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1897, S. 193.

tung im Thone“ angeführt.<sup>10)</sup> Für die in anderen geologischen Horizonten auftretenden Eisenerze scheint er dagegen diese Entstehungsweise nicht anzunehmen. Ob Krasnopolsky sich auch dieser Erklärung für die Kisel Brauneisenerze anschließt, ist aus dem deutschen Resumé seiner Arbeit nicht ganz ersichtlich. „Die in Rede stehenden Lagerstätten“, sagt er, „sind augenscheinlich metamorphischen Ursprungs, indem sie sich durch Umwandlung der kalkigen Zwischenlagen gebildet haben, als Beweis dient schon das obgleich seltene Auffinden von Versteinerungen des unteren Bergkalkes in den Erzen.“<sup>11)</sup>

Ob nun diese Entstehungsweise wirklich möglich ist, hängt vor allem von der chemischen Zusammensetzung des der Verwitterung ausgesetzten Gesteines, sowie von den sonstigen lokalen Bedingungen ab. Es liegt uns eine Reihe von Analysen der Kalke und der untergeordnet vorkommenden Dolomite des unteren Bergkalkes (C<sub>2</sub>) vor, die im Hüttenlaboratorium von Kisel gemacht wurden und folgende mittlere Zusammensetzung zeigen.

I. Kalkstein (Mittelwert von 7 Analysen verschiedener Herkunft).

II. Dolomit (Mittelwert von 4 Analysen verschiedener Herkunft).

	I	II
Si O <sub>2</sub> . . . . .	1,70	0,55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	2,72	} 0,37
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,15 (Maximum 0,25)	
Mn O . . . . .	Spuren	Spuren
Ca CO <sub>3</sub> . . . . .	92,45	58,88
Mg CO <sub>3</sub> . . . . .	0,94	41,35
Bituminöse Substanz .	0,14 (von 4 Anal.) <sup>12)</sup>	
Feuchtigkeit . . . . .	0,27	

Wenn man von dem Mittelwerte 0,15% Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub> ausgeht, sowie den minimalen Reichtum der südlichen Lagerstätte auf 2 614 000 Tonnen Erz veranschlagt, so sind zur Bildung dieser Erzmenge etwa 560 000 000 m<sup>3</sup> Kalkstein nötig, was einem Prisma von 7 km Länge, 200 m Breite und 4 m Höhe entspricht, zumal die besagte Erzmenge auf 7 km Länge und auf eine Breite von unter 200 m verteilt ist. Dieses Beispiel zeigt, dass wenigstens nicht alles Erz ausschließlich auf diesem Wege gebildet sein kann. Nur ein kleiner Teil von Brauneisen (das bohnerartige) kann unter Umständen durch eine Art eluvialer Entstehung erklärt werden.

Nebenbei sei bemerkt, dass in den an Karstphänomenen sehr reichen Kalkgebieten der subaralischen Hügelregion Ablagerungen, welche an Terra rossa gemahnen, sehr häufig sind. Diese sind mit dem in dieser Gegend weit verbreiteten rötlichen Lehm nicht zu wechseln. Limonit ist in der ersteren Bildung nur in

<sup>10)</sup> Futterer, S. 199, nach Tschernyschew, Carte géologique générale de la Russie d'Europe, Feuille 39, Mém. du comit. géolog., vol. III, Nr. 2, St. Petersburg 1886 u. Beschreibung des Zentralurals u. d. Westabhanges, ebenda, vol. III, Nr. 4, 1889.

<sup>11)</sup> Krasnopolsky, S. 520, nicht genug deutlich.

<sup>12)</sup> Die Kalke sind beinahe immer leicht bituminös.

ganz kleinen unbedeutenden Knollen und Stückchen bekannt.

Wie bereits in der erwähnten Publikation von C. W. Hayes mit Bezug auf die tertiären Erze angenommen wurde, liegt es viel näher, dass der Eisengehalt der Kalke an anderen Stellen teilweise oberflächlich konzentriert wurde, zumal mit J. Walther<sup>13)</sup> vorauszusetzen ist, dass das Wasser, „welches die gelöste Kalkmasse entführte“, kräftig genug war, „um auch den unlöslichen Staub abzuführen“, und zwar wenigstens zum größten Teil.

\* \* \*

Der vorerwähnte Zusammenhang des Erzvorkommens mit der Artemiewka-Synklinale ist unsommer auffallend, als hingegen in der großen Koswamulde Brauneisen nicht aufgefunden wurde. Auf den ersten Blick sind somit kausale Beziehungen zwischen der Entstehung der Lagerstätten und der Bildung der Artemiewska-Synklinale sehr plausibel. Außer den dieselben begleitenden Störungen kommt noch die Überkipfung nach Westen der anstoßenden Devon-Antiklinale in Betracht. Höchstwahrscheinlich geht die Überkipfung in der Tiefe in einen Bruch über. Auf die Weise scheinen alle Bedingungen gegeben zu sein, welche aus der Tiefe kommenden Eisenlösungen ein Aufsteigen ermöglichen. Nun müssten aber solche Lösungen, in der Tiefe wenigstens, das klassische Substitutionsprodukt der Kalke, den Siderit, hervorgebracht haben, der später in Brauneisen umgewandelt worden wäre, wie es ja in allen Brauneisenlagerstätten der Fall ist, welche mit Siderit zusammenhängen. Aber selbst in den Schächten und Strecken, durch welche der im Liegenden oder Hangenden des Brauneisens entstehende Kalkstein bloßgelegt wird, konnte nie eine Spur von Siderit aufgefunden werden. Nach den Abbauverhältnissen zu urteilen, ist hier, wie auch wahrscheinlich in analogen Fällen im Ural überhaupt, ein Auskeilen der Erzformation und im allgemeinen ein Verschwinden jedweden Eisenerzes gegen die Tiefe hin zu konstatieren. Diese Erwägungen sind es, welche ihrerseits für die eluviale Entstehung des Erzes im Sinne Futterers und Tschernyschews zu sprechen scheinen. Jedenfalls sind es wichtige und entscheidende Argumente gegen eine Aszensionstheorie. Überhaupt kann hier das Brauneisen nicht als ein Umwandlungsprodukt des Siderits gelten.

\* \* \*

Die oberflächliche Entwicklung der Lagerstätte, sowie die Tatsache, dass sowohl die Quarzsandsteine der kohlenführenden Etage des Unterkarbons, als auch die unteren und mittleren Devonschiefer und Quarzite sehr reich an Eiseninfiltrationen sind, sprechen für eine Ablagerung des Brauneisens aus oberflächlichen oder aber nahe der Oberfläche zirkulierenden eisenhaltigen Wässern. Unter den vielen Beispielen ist vor allem das Braun-

<sup>13)</sup> J. Walther, Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft, S. 562.

eisen vom Wogulka bache östlich von Kisel zu nennen. Das thonige Erz, welches sogar zu größeren Schürfungen Anlass gab, füllt kleine Spalten in Kiesel-schiefern und Hornsteinen aus. In den gewöhnlich durch spätere Eiseninfiltrationen gebänderten Quarzsandsteinen sind Limonitabsätze insbesondere auf Klufflächen sehr häufig. Die Sandsteine sind stellenweise so sehr mit Brauneisen imprägniert, dass man in ihnen oft beträchtliche Schürfungen auf dieses Erz anfang.

Die sehr große regionale Verbreitung von Eisen im östlichen Teil des suburalischen Hügellandes hat nichts Außergewöhnliches an sich, wenn man in Erwägung zieht, dass weiter im Osten in der uralischen Region, welche schon in der permokarbonischen Epoche der Erosion ausgesetzt war, mächtige, an Eruptivgesteine gebundene Eisenerzlagerstätten sich befinden (Troitzk an der Koswa), dass die Schichten dieser Region von basischen Eruptivgesteinen aus der Familie der Peridotite und Diabase durchbrochen sind, dass im Devon nicht nur mitteldevonische Eisenerze eingelagert sind, sondern dass man auch unterdevonische, eisenschüssige, geschichtete Thone kennt. Der Eisengehalt der letzteren steigt z. B. am Bache Prostokischenka in der Nähe des Flusses Koswa bis 23%. Auch Krasnopolsky führt ähnliche Thonschiefer vom Flusse Uswa an, die bis 28% Eisen enthalten sollen.<sup>14)</sup> Es ist leicht begreiflich, dass unter solchen Umständen nahe der Oberfläche zirkulierende eisenhaltige Wasser in allen Zeiträumen, seit der ersten Emergenz des heutigen Urals, häufig waren. Das Phänomen vollzieht sich auch jetzt, wenn auch vielleicht in schwächerem Maßstabe, da die uralischen Gewässer in einer Phase der Vertiefung ihrer Täler sich befinden. Pleistocäne Eisenerze sind in der suburalischen Region häufig und wurden auch abgebaut.

Was das Erzvorkommen von Kisel anbelangt, so scheint es größtenteils dem vorbesprochenen Prozesse seine Entstehung zu verdanken. Es sind Ablagerungen, welche teils an der Oberfläche, teils nahe derselben gebildet wurden und welche zufolge späterer Umlagerung sich konzentrierten. Dass aber die Brauneisenanhäufungen an die Artemiewka-Synklinale gebunden sind, scheint erstens durch die Existenz der Synklinale selbst, zweitens aber durch die Anwesenheit der Kalke mit *Productus giganteus* erklärlich zu sein.

Aus der synthetischen Zusammensetzung der Gesteine der in Rede stehenden Gegend geht es hervor, dass die suburalische Region höchstwahrscheinlich wenigstens drei größere Bewegungsphasen durchgemacht hat. Man muss eine postdevonische, eine postkarbonische und zuletzt die noch jüngere Phase annehmen, während welcher die permokarbonischen Schichten gestört wurden. Die Koswa-Artemiewka-Synklinale datiert nun auf die erste postkarbonische Bewegung zurück; es scheint zuerst ihr nördlicher Teil (Artemiewka) entstanden zu sein, während der südliche (Koswa) noch horizontal

war. Auf diese Weise erklärt sich der vorbesprochene tektonische Unterschied zwischen dem nördlichen und südlichen Teil der Mulde, zugleich stützt sich diese Ansicht auch auf die Tatsache, dass die größte Entwicklung des östlichen Devonsattels mit der Einklemmung der Synklinale zusammenfällt. Der Devon-sattel selbst scheint, wenn man die Transgressivität des Unterkarbons in Erwägung zieht, schon früher angedeutet gewesen zu sein. Die Bewegungen, die zur Ausbildung der Artemiewka-Synklinale Anlass gaben, konnten in diesem Falle die Antiklinale allmählich entwickelt haben. Ohne Zweifel sind es die jüngsten, jedenfalls postpermischen Bewegungen, welche einerseits als Ursache der Überkippung der Devon-Antiklinale gelten müssen, andererseits aber die Koswa-Synklinale in ihrer heutigen Gestalt hervorgerufen haben. Demnach ist es wahrscheinlich, dass in postpermischer Zeit, jedoch vor der Auswulzung der Artemiewka-Synklinale, unsere Gegend einer flachen tektonischen Depression anheimfiel, welche vom unteren Bergkalk gebildet war und welche eine Konzentrierung der eisenhaltigen, mehr oder weniger oberflächlichen Wasser ermöglichte.

Während bei der Zirkulation der eisenhaltigen Wasser, welche durch das damalige lokalhydrostatische Niveau in der Richtung nach der Tiefe hin beschränkt war, die nicht kalkführenden Gesteine nur teilweise imprägniert wurden, wurde hingegen in den Kalken das Eisen der Lösung vollständig fixiert und als Brauneisen abgesetzt.

Ähnliche Verhältnisse scheinen auch in gewissen Eisenlagerstätten der Pyrenäen<sup>15)</sup> und in jenen der Provinzen Murcia und Almeria<sup>16)</sup> zu bestehen, wo Glimmerschiefer von Roteisensteingängen und Adern durchsetzt sind, in den paläozoischen Kalksteinen aber das Eisenerz zu Stöcken anschwillt. Es sind dieselben Eisenlösungen, deren Absatz in den Schiefern nur als Spaltenausfüllung erscheint, hingegen in den Kalksteinen sich anhäuft.

Es ist eine bekannte Tatsache, dass Eisen durch Kalk aus seinen Lösungen gefällt wird. Wenn die Fixierung des ersteren in der Tiefe bei Druck vor sich geht, wird als Substitutionsprodukt des Kalksteines Siderit gebildet; hingegen wird aus oberflächlichen oder der Oberfläche nahen Lösungen gewöhnlich Eisenoxydhydrat abgesetzt.<sup>17)</sup> Dass man es bei dem Brauneisenerz von Kisel teilweise auch mit ganz oberflächlichen Absätzen zu tun hat, scheint aus der lagerförmigen Gestalt und aus der zu den Gesteinen der Synklinale sichtlich

<sup>15)</sup> Fuchs u. De Launay, *Traité des Gites minéraux*, I, S. 691.

<sup>16)</sup> De Launay, *Contributions à l'étude des gites métallifères*, S. 67.

<sup>17)</sup> Siehe u. a. Bischof, *Chem. u. phys. Geol.*, II, pag. 854; III, S. 873; R. Brauns *chem. Mineralogie*, S. 369 und 410; De Launay, S. 70; E. Weinschenk, *Die Kieslagerstätte in Silberberg bei Bodenmais*. K. bayr. Akad. d. Wissensch., XXI, 1901, S. 386 etc.

<sup>14)</sup> Krasnopolsky, l. c. S. 520.

diskordanten Lage der südlichsten Erzkörper von Artemiewski Rudnik (Tagbau und Schacht Michailowskaia etc.) hervorzugehen (siehe Profil 6). Da eine allgemeine Umlagerung und Anreicherung des Erzes gegen die Tiefe hin sowohl aus seiner vermutlichen früheren wie aus seiner heutigen topographischen Lage mit großer Wahrscheinlichkeit resultiert, mag es kaum ausgeschlossen werden, dass ein Teil des Erzes, welches in größerer Tiefe in den Karbonkalken vorkommt, auf ursprünglich oberflächlich abgesetztes Brauneisen zurückzuführen sei, welches später, dank dem in Rede stehenden Prozesse, nach der Tiefe konzentriert wurde. Die Richtigkeit dieser Hypothese wird sowohl durch die Porosität des zu jener Zeit das Liegende bildenden Kalksteines und durch seine Eigenschaft, Eisen zu fällen, bestätigt, als auch durch das oft sackförmige Vorkommen des Erzes erhärtet. Durch die ganze Lage der Lagerstätte wird in klarer Art und Weise illustriert, dass das Erz kaum tiefer als das hydrostatische Niveau der Gegend überhaupt hinabgeht.

Der schwache Phosphor-<sup>18)</sup> und Schwefelgehalt der Brauneisenerze kann kein Argument gegen oberflächlichen Absatz abgeben, da pleistocäne Sumpferze des Kiselschen Bezirkes (z. B. Galkinski Rudnik) auch arm an Phosphor sind und andererseits in dem Erz von Artemiewka Pyrit aufgefunden wurde.

Wenn auch die Thone, die das Erz begleiten, größtenteils Relikte des Kalksteines darstellen, sind dennoch die sandigen und kohligten Thone, sowie die im Hangenden befindlichen Sande als eingeschwemmtes Material anzusehen, welches aus der Zersetzung der kohlenführenden Quarzsandsteine und der denselben eingeschalteten untergeordneten grauen Thone herrührt.

Im Hinblick auf seine vorbesprochene Entstehungsweise dürfte das Erzvorkommen von Kisel mit analogen Vorkommnissen Frankreichs und anderer Länder bis zu einem gewissen Grade vergleichbar sein (Rougé, Saint-Pamré etc.).<sup>19)</sup>

Es wäre natürlich nicht richtig, nur eine einzige von den soeben erörterten Bildungshypothesen zu bevorzugen. Es kann bewiesen werden, dass man es weder ausschließlich mit aus Kalkstein abgeschiedenen Erzen, noch auch mit solchen, die von aufsteigenden Lösungen abgesetzt wären, zu tun hat. Vielmehr liegen im allgemeinen mehr oder weniger oberflächliche, größtenteils umgelagerte Absätze vor, welche in einem großen Teil der Lagerstätte durch spätere Bewegungen gestört und aus ihrer ursprünglichen Lage gerückt worden sind.

### III. Das devonische Eisenerz.

Es ist ein oolithischer Brauneisenstein, dessen Oolithkörner mit Säure behandelt das bekannte Kieselsäureskelett geben, das bereits von Bleicher und v. Werwecke aus den Eisenerzen Lothringens, von Smith aber aus den Clintonerzen beschrieben wurde. Das

Erz wird von bunten und weißen Thonen begleitet und bildet gewöhnlich flache unregelmäßige, lagerähnliche Linsen von höchstens 1 m Mächtigkeit. Viel weiter im Süden in den Bergbaubezirken Archangelo-Paschusk und Kussje-Alexandrowsk sind aber im Devon Lager von Roteisenerz bekannt, welche eine Mächtigkeit bis 8,5 m erreichen.<sup>20)</sup>

Die Erzformation kommt an den beiden mitteldevonischen, von einander etwa 1½—2 km entfernten Flügeln der Devon-Antiklinale vor, und zwar zwischen den fossilienreichen klassischen Korallenkalken und den mitteldevonischen Quarzsandsteinen. Die letzteren sind von den karbonischen gewöhnlich nur stratigraphisch unterscheidbar. Die Formation scheint im allgemeinen arm an Erz zu sein. Im südlichen Teile des Westflügels der Antiklinale (südöstlich vom Dorfe Kisel) wird sie durch oft ockerige, hie und da auch schiefrige Thoneinlagerungen vertreten, welche zwischen Quarzitbänken kaum einige Meter von den obigen Kalken entfernt erscheinen. In den Thoneinlagerungen finden sich neben kleinen oolithischen Erzstückchen auch oolithischer Ocker vor. Solche „schichtenartige“ Vorkommen von vorherrschend oolithischem Roteisenstein scheinen nach Krasnopolsky regional verbreitet zu sein, und zwar nicht nur im Mitteldevon, sondern auch im Oberdevon in der Gegend zwischen den Flüssen Tschussowaya und Jaiwa.<sup>21)</sup>

Der Bau der Devon-Antiklinale tritt erst in aller nächster Nähe von Kisel deutlich hervor, wo insbesondere längs des Flusses Kisel schöne Aufschlüsse erscheinen. Auf dem nördlichen Ufer des Stauteiches von Kisel trennt noch ein etwa 400 m breiter Streifen mergeliger und kieseliger Schichten das Erz des westlichen Antiklinalflügels (Grube Schipitschiniugor) von der Artemiewka-Synklinale (siehe Fig. 1). Einige Kilometer weiter im Norden aber, in den kleinen Gruben Schalamowski und Bogorodski, nähert sich die arme devonische Erzformation des westlichen Antiklinalschenkels der ebenfalls erzarmen Karbon-Synklinale so sehr, dass die Breite der dazwischen liegenden Schichten kaum 75 m beträgt. Es hängt dies mit der Auswalzung der letzteren Synklinale zusammen.

Der Erzhorizont des östlichen Antiklinalflügels ist nur am linken Abhange des Tales Severney log bekannt, wo während kurzer Zeit ein Abbau im Gilinski Rudnik betrieben wurde.

Auf Devonierz wurde viel, doch beinahe immer resultatlos geschürft. Heute wird nur im Schipitschiniugor Rudnik oolithisches Devonierz gewonnen. Die weiter nördlich liegende Grube Iwanowska sowie die Grube Gilinski sind verlassen.

#### Die Entstehungsweise des Erzes.

Das horizontförmige Auftreten des Brauneisensteins zwischen den Korallenkalken einerseits und den Quarziten des Mitteldevons andererseits ist ein Beweis für seine

<sup>18)</sup> Siehe S. 714.

<sup>19)</sup> Fuchs und De Launay, I, S. 733 u. 806.

<sup>20)</sup> Krasnopolsky, S. 520.

<sup>21)</sup> Krasnopolsky, S. 520.

sedimentäre Entstehung. Das Vorkommen setzt eine litorale Ablagerung voraus, welche am Anfange der Entwicklung der Korallenkalke stattfand. Wenigstens kann man nur auf diese Weise die schwachen Erzeinlagerungen in den obersten Horizonten der sonst unveränderten Quarzsandsteine erklären. Darunter befinden sich grünliche Sandsteine, welche als Unterdevon angesehen werden und welche den Kern der Devon-Antiklinale bilden. Selbst in diesen sind zerstreute Limonitoolithe oft sichtbar. Im ganzen erinnern die devonischen Eisenoolithe des nördlichen Urals an die Hämatite von Clinton. Smith, der diese letzteren einer genauen Forschung unterzog, sieht sie als Küstenabsätze an, welche aus seichem Wasser stammen.<sup>22)</sup>

Die Devonzerze können noch weniger als die Karbonerze als Zersetzungsrelikte von Kalken oder Schiefnern gelten.

#### IV. Sumpferz.

Sumpferz ist in der suburalischen Hügelregion häufig und wurde auch im Grubenbezirke von Kisel abgebaut. Unter den vielen bis jetzt bekannten Fundorten scheint der Galkinski Rudnik den ersten Rang einzunehmen. Er ist etwa 6 Werst in SW.-Richtung vom Dorfe Polowinka entfernt. Dieser seit einigen Jahren

<sup>22)</sup> C. H. Smith, Hämatite von Clinton und den östlichen Vereinigten Staaten. Zeitschr. f. prakt. Geol., 1894, S. 304.

verlassene Abbau ist auf der westlichen Wasserscheide des Kossaiabaches, etwa 50 m über seinem Bette gelegen. Das an Moos- und Blattabdrücken reiche Sumpferz bildet eine bis 1 m dicke Schichte, die einer Unterlage von kompaktem karbonischem Quarzsandstein aufliegt.<sup>23)</sup> Es verteilt sich in 4 Schollen auf eine Oberfläche von etwa 12 000 m<sup>2</sup>, von welcher das Erz beiläufig die Hälfte einnimmt (siehe Fig. 10). Die relativ hohe Lage



der jedenfalls quaternären Lagerstätte erinnert an das Vorkommen der Sumpferze des Rio Tinto-Gebietes, die heute ebenfalls höher gelegen sind als das Flussbett. Wie am Rio Tinto, kann dieser Umstand auch hier als ein Beweis für das heutzutage noch fortdauernde Einschneiden der uralischen Gewässer gelten.

<sup>23)</sup> Das von Krasnopolsky (S. 181) angeführte Sumpferz, welches in der Nähe von Artemiewka vorkommen soll und ebenfalls auf Quarzsandsteinen ruht, scheint der erschöpfte Fundort Koswinka zu sein.

## Fortschritte in der Bergbau-Industrie Argentiniens.

Bis vor kurzem waren die Mineralschätze Argentiniens nur wenig beachtet, was ja mit Rücksicht auf die ungenügende Kenntnis der Grubendistrikte und die schlechten Verkehrswege und hohen Landfrachten nicht wundernehmen kann. Eine sachgemäße Ausbeutung der reichen Gold- und Silberwerke, der fast überall in den Gebirgen vorkommenden Kupfer- und Bleilager, der Quecksilber-, Zinn- und anderen Vorkommen und besonders auch der mächtigen Koblenlager war infolge dieser Verhältnisse undenkbar. Mit dem stets weiter schreitenden Ausbau des argentinischen Eisenbahnnetzes hat sich die Lage gerade für die Bergwerksindustrie ganz bedeutend geändert und schon sind seit Monaten Fachmänner im Lande, die mit Fleiß im Auftrage englischer, französischer und belgischer Kapitalisten (leider finden sich keine deutschen!) ihre Studien begonnen haben. Argentinien ist außerordentlich reich an Mineralschätzen.  $\frac{2}{5}$  des Nationalterritoriums bilden Grubendistrikte, und wenn auch die Westprovinzen am meisten mit Mineralschätzen bedacht sind, so gibt es trotzdem keine argentinische Provinz, die nicht ihre großen, bislang noch nicht ausgebeuteten Mineralschätze besäße. La Rioja, Catamarca, San Juan sind die an Metall reichsten Provinzen und der Süden der Provinz Córdoba ist ein sehr reicher Mineraldistrikt.

Insbesondere interessiert sich europäisches Kapital für die Provinz La Rioja. Im Auftrage eines englischen

Syndikats, das sich inzwischen zu einer „Fatamina Gold and Copper Corporation“ erweitert hat, hat der Bergwerksingenieur Herm. Pape Studien in jenen Grubendistrikten gemacht und durch ihre günstigen Ergebnisse bestimmt, fast alle Bergbaukonzessionen aufgekauft, mit Ausnahme einiger, die nahe dem Gipfel des Cerro de La Mejicana liegen. Der ganze Bergbaudistrikt La Mejicana mit seinem südöstlichen Abhang, die andere Seite der Schlucht, der nordöstliche Abhang des Cerro Bello Plan, in Summa einige 69 ha metallhaltigen Bodens sind jetzt in den Besitz obengenannter Gesellschaft übergegangen. Ingenieur Pape hält den Cerro de La Mejicana für einen der reichsten Grubendistrikte, aber auch für einen der am schlechtesten zugänglichen. Der Reichtum der Gänge an gold- und silberhaltigem Kupfer berechtigt zu der Annahme, dass in der dortigen Andenregion noch viele andere reichhaltige Mineralschätze zu finden sind.

Die Sierra de Fatamina, die sich mit ihren Bergspitzen bis zu 5500 m über den Meeresspiegel erhebt, besteht in ihrer Haupt- (Zentral-) Masse aus Granit und ist mit ihrem rauhen Klima wenig einladend, und zwar gerade in ihrem mittleren, noch wenig erforschten Teile; der Nordteil der Sierra verlängert in der Provinz Catamarca die Kette, um sich mit der Hochebene von Atacama zu vereinigen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass später an anderen Stellen dieser Sierra gleichfalls Bergbau-