

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 Turrach, Adalbert **Káš**, k. k. o. ö. Professor, Rektor der Bergakademie in Píbram, Ludwig **Litschauer**, königl. ungar. Oberingenieur, Leiter der königl. ungar. Bergschule in Selmeczbánya, Johann **Mayer**, k. k. Berg- und Zentral-Inspektor der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Franz **Poech**, Oberberg- und Zentral-Inspektor 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 den schwedischen Eisenerzbergbau. — Cuprosilicium (Siliciumkupfer). — Über einige Baumethoden auf den gräflich Wilczekschen Gruben in Polnisch-Ostrau und über Sicherheitsmaßnahmen bei denselben. — Neueste Patenterteilungen in Österreich. — Notizen. — Literatur. — Amtliches. — Ankündigungen.

Ueber den schwedischen Eisenerzbergbau. *)

Von **Arpád Zsigmondy.**

(Hiezu Taf. XIII, XIV u. XV.)

Im Auftrage meiner vorgesetzten Direction (der Direction der Staats-Eisenbahn-Gesellschaft) bereiste ich im vorigen Jahre zweimal das schwedische Eisenerzgebiet. In der heimischen Fachliteratur habe ich, abgesehen von Reiseberichten über die Eisenwerke und dem in dieser Zeitschrift Jahrg. 1899, Nr. 26—28 erschienenen Aufsatz des Bergdirektors J. Mauerhofer über schwedische Erzbergbaue, nur wenig auf Schweden Bezügliches gefunden; die nachstehenden Mitteilungen dürften daher einiges Interesse bieten. Es sei mir erlaubt, vor der Besprechung der eigentlichen bergmännischen Verhältnisse einiges über das sympathische schwedische Volk und dessen Land selbst mitzutheilen. Die bezüglichen Daten habe ich dem von der schwedischen Regierung herausgegebenen Werke „La Suède, son peuple et son industrie“ entnommen.

Schweden umfasst 448 000 km^2 und hat 5 Millionen Einwohner. 50% dieser Fläche hat 200 m Meereshöhe und darunter, 28% 200—400 m. Die Eisensteingruben liegen, mit Ausnahme der lappischen: (Gellivara und Kirunavara) in geringer Meereshöhe, — 200—300 m — und in hügeligem Terrain, dessen äußerer Habitus ein von unseren Bergbauehenden verschiedener ist. Fig. 1, Taf. XIII zeigt ein typisches Bild von Mittelschweden, die Umgebung von Persbo, die Fig. 2 aber die typische Um-

gebung der Eisensteinbergbaue, speciell die Umgebung von Striberg.

Im Eisenerzgrubenbezirk in Mittelschweden herrscht eine mittlere Jahrestemperatur von 4—5° C (Budapest 10—11°).

Geologisch betrachtet gehören 78% des Bergbauebietes dem primären System, 9% dem precambrischen, 6,4% dem cambrischen und silurischen, 5,6% den alpinen Schichten, das übrige der Trias, der Jura und der Kreide an. Ein großer Theil der Eisenerzgebiete ist durch die „Sveriges geologiska undersökning“ geologisch aufgenommen und theilweise auf Kosten des „Jernkontoret“ in schönen geologischen Atlasen publicirt worden. Die geologischen Karten, welche ich zu sehen oder zu kaufen Gelegenheit hatte, sind sehr schön ausgestattet und im Preise billig. So z. B. kostet der geologische Atlas der Umgebung von Norberg, welcher auf 6 farbigen Blättern die allgemeine Uebersicht von circa 380 km^2 mit 17erlei Distinctionen und außerdem Specialkarten über einzelne interessantere Malmfältet (= Eisenerzfelder) im Maßstab 1:16,000, 1:8000, 1:4000 gibt, ebenfalls colorirt, steif gebunden, 3 schwedische = 4 österr.-ungar. Kronen, ist also bedeutend billiger als die heimischen ähnlichen Publicationen. Auch ich glaube, dass man bei uns den Preis solcher geologischer Karten, welche doch auf Grund von Aufnahmen der Staatsorgane herausgegeben werden, wesentlich billiger stellen sollte. Ein

*) Nach „Bány. és koh. lapok“.

großer Vortheil der schwedischen geologischen Publicationen ist, dass sie in rascher Reihenfolge erscheinen. Die Anwendung des obgenannten Maßstabes von 1 : 4000 und dessen Vielfachen bei den bergbaulichen Specialkarten findet seine Begründung darin, dass das schwedische Berggesetz den Maßstab der für jede Erzgrube anzufertigenden Karten mit 1 : 800 vorschreibt, was als richtig zu erachten ist.

Außer 47 000 Fremden besteht das schwedische Volk aus einer Nation, einer Religion. Der jährliche Bevölkerungszuwachs beträgt 6,54‰ (in Ungarn 10,2). Auf ein Quadratkilometer entfallen durchschnittlich 11 (in Ungarn 5,4) Seelen. Das Mortalitätsverhältnis ist unter den europäischen Ländern das kleinste, 16,5‰ (32,00‰). Analphabeten gibt es in Schweden keine (in Ungarn 41‰). Für Unterrichtszwecke waren im Staatsbudget 1895 : 23½ Millionen schwedische = 29 Millionen österr.-ungar. Kronen eingestellt. Das schönste Haus im Dorf ist die Schule.

Der Verbrauch an alkoholischen Getränken pro Kopf zeigt nachstehende interessante Fluctuation :

	Brauntwein umgerechnet auf 50‰ Al- kohol	Bier	Wein
1830	40,0	?	?
1871/1880	10,96	16,8	0,8
1881/1890	7,50	21,8	0,6
1891/1895	6,67	27,6	0,6

Der Rückgang des Branntweinconsumes soll außer den entsprechenden gesetzlichen Verfügungen hauptsächlich der intensiven Mitwirkung der Gesellschaft zu verdanken sein. Die Sperrstunden der Branntweinbuden sind vorgeücker worden. Die Sonntagsruhe wird auch in den Bureaux streng eingehalten, aber an Wochentagen wird sehr intensiv gearbeitet. Die Einhaltung der absoluten Sonntagsruhe kommt dem Fremden nach 1—2 Sonntagen ganz natürlich vor.

Die Auswanderung nach Amerika hat ziemliche Dimensionen angenommen. Es wurde mir gesagt, dass in Chicago allein 100 000 Schweden wohnen sollen.

Der höhere Unterricht im Berg- und Hüttenfach wird an einer Fachschule der Stockholmer technischen Ibögskolan (Polytechnicum) ertheilt. Die Unterabtheilungen der Fachschule sind : Bergmaschinenkunde, Bergbau und Hüttenkunde, welche in 3—4jährigen Cursum absolvirt werden. Einige der Hörer dieser Cursum fand ich (Juli v. J.) an der bergmännischen Mittelschule in Falun zum Zwecke praktischer Ausbildung in der Vermessung. Diese Theilung des bergmännischen Unterrichtes, welche bestimmte Agenden in engere Grenzen weist, scheint mir eine entsprechende zu sein. Dass Rechnungsbeamte die Bergakademie zu absolviren haben, wie dies bis jüngst bei uns der Fall war, ist heute wohl un begründet.

Die schwedischen Bergingenieure habe ich im Allgemeinen, dem Charakter der nordischen Völker entsprechend, zurückhaltend gefunden. Von 15—18 Ingenieuren, welche ich kennen gelernt habe, hat der größte

Theil das europäische Festland bereist und mehrere waren auch in Ungarn.

Der Vertreter der Berg- und Hüttenwerke gegenüber der Außenwelt ist meistens der „Disponent“, dem auch die Ingenieure unterstehen. Der Disponent leitet das Unternehmen commercieell.

Das an Zahl kleine schwedische Volk hat eine verhältnismäßig große Culturarbeit verrichtet und ist mit Recht stolz auf seine Großen, deren Vorzüglichsten es — Ingenieure inbegriffen — nach ihrem Tode Denkmäler errichtet hat; sie wurden aber auch während ihres Lebens gewürdigt. Es seien nur die weltbekanntesten hervorragenden Schweden genannt: Celsius, Linné, Berzelius, Scheele, Erikson, Nobel, Nordenskiöld etc.

Der oben erwähnte „Jern Kontoret“ (Eisen-Verein) ist im Jahre 1748 zur Hebung der schwedischen Eisenindustrie in wissenschaftlicher und technischer Beziehung entstanden; der Verein unterstützt seine Mitglieder durch Investitionsdarlehen unter günstigen Bedingungen und substituirt hiedurch den Bedarf des Betriebscapitals. Durch 30 Jahre hat der Verein auch die Preisbildung des Eisens möglichst beeinflusst, aber dieser Wirkungskreis wurde 1780 aufgelassen, nachdem er für den Verein die Ursache großer Verluste geworden war. Der Verein gibt die weltbekannte vorzügliche Zeitschrift „Jern Kontorets Annaler“ seit 1817 heraus; sie ist somit eine der ältesten berg- und hüttenmännischen Zeitschriften. Der Verein trägt zu den Kosten der höheren und mittleren berg- und hüttenmännischen Fachbildung, u. zw. zur Stockholmer höheren, Faluner und Filipstädter mittleren Bergschule bei, mit dem Rechte des Einspruches, und so findet man es in Schweden natürlich, dass der hiezu am meisten berufene Verein, sei es zum höheren oder zum mittleren Fachunterricht, sein Votum abgibt. Der Verein lässt auch einzelne Bergbaugogenden auf seine Kosten aufnehmen und kartiren, zu welchen die betreffenden Bergwerksunternehmer beisteuern. Der Verein hat bei Stockholm auch eine Materialprüfungsanstalt errichtet.

Die einfachen Grubenverhältnisse bringen es mit sich, dass die schwedischen Berggesetze vom Jahre 1884 und vom Jahre 1886 (das letztere das specielle Steinkohlenberggesetz) kurz und bündig sind. Als hervorragende Besonderheiten dieser beiden Gesetze sei folgendes hervorgehoben :

1. Das Berggesetz vom 16. Mai 1884 umfasst 73 Paragraphe. Der Grundeigenthümer ist berechtigt, mit dem Muter zur Hälfte an dem Grubenbetriebe und dem entfallenden Gewinn theilzunehmen, ist aber verpflichtet, den entsprechenden Theil aller Kosten auf sich zu nehmen, welche späterhin für den Betrieb erfordert werden.

Der Grubenbetrieb muss in dem Umfange geschehen, dass jährlich so viel Gewinnungs- oder Vorrichtungsarbeit in einem Werthe ausgeführt wird, als den Kosten von 10 m³ Sprengarbeit in der Grube entspricht; doch ist der Grubenbesitzer berechtigt, wenn er es vorzieht, in einem Jahr der Betriebspflicht für mehrere, doch höch-

stens für die vier zunächst darauffolgenden Arbeitsjahre zu entsprechen. Diese Forderung muss als eine nicht übermäßig große bezeichnet werden. Die Oberbehörde kann die Fristung bei besonderen Umständen auf höchstens weitere vier Betriebsjahre bewilligen. Wenn die Umstände dazu Anlass geben, kann einem Grubenbesitzer die Erlaubnis erteilt werden, für mehrere aneinander grenzende Grubenfelder der Betriebspflicht für alle in einem oder in mehreren Grubenfeldern nachzukommen. Die Betriebspflicht kann in eine für jedes Grubenfeld 50 K betragende jährliche Abgabe umgewandelt werden. Die Hälfte dieser Abgabe gebührt der Krone, die andere dem Grundeigentümer, auf dessen Land das Grubenfeld liegt. Der Bergbehörde liegt es ob, darüber zu wachen, dass nicht durch die Art der Gewinnung das zukünftige Bestehen der Grube gefährdet wird oder Gefahr für das Eigentum Anderer entsteht. Wer ohne Erlaubnis Bergfesten gewinnt, raubt, wird bis 1000 K bestraft. Ueber die Gruben sind genaue und vollständige Markscheiderkarten im Maßstabe 1:800 in 2 Exemplaren anzufertigen. Die Karten sind bis zum Schluss des nächsten Jahres zu ergänzen. Ein Exemplar der Karten bleibt bei der Grube, das 2. Exemplar ist der Oberbergbehörde einzusenden.

Ausländer dürfen nur mit Genehmigung des Königs Bergbau treiben.

Provisionscassen im Sinne unserer Bruderladen existieren in Schweden nicht. Es gibt Krankencassen; die Arbeitsunfähigen fallen den Gemeinden zur Last. Es scheint diese Last der Gemeinden indirect durch die Besteuerung jener Grundbesitzer, welche Grubenzins beziehen, theilweise gedeckt zu werden.

2. Den Betrieb der Steinkohlengruben und die Gewinnung des mit den Steinkohlen zusammen vorkommenden feuerfesten Thones regelt das 1886 herausgegebene Steinkohlengesetz, dessen hervorragendste Bestimmungen folgende sind:

Zur Eröffnung und zum Betrieb einer Steinkohlengrube wird eine Erlaubnis für eine Maximalfläche von 1600 ha erteilt. Der Grundeigentümer hat innerhalb seines Besitzes, auf welchen eine Concession erteilt worden ist, das Recht, ohne an den Kosten des Betriebes theilzunehmen, von dem Concessionsinhaber eine Abgabe zu erhalten, welche dem Werth von $\frac{5}{70}$ der gewonnenen Steinkohle und des feuerfesten Thones entspricht. Mehrere Grundbesitzer participiren im Verhältnis an dem Antheil ihres Grundbesitzes.

Die jährliche Betriebspflicht richtet sich nach der Ausdehnung der Concession. Bis 100 ha sind je 15 Tagewerke, bei 100—300 ha je 10 Tagewerke, über 300 ha aber 5 Tagewerke pro Jahr dem Werthe nach zu verrichten. Eine Fristung kann nur für 4 Jahre gegeben werden, aber auch nur dann, wenn der Betriebspflicht für mindestens 6 Jahre Genüge geleistet worden ist. Die Nichtdurchführung der geringen Betriebspflicht zieht den Verfall der Concession nach sich. Die Grubenkarten der Steinkohlengruben sind im Maßstabe von 1:1500 in 2 Exemplaren anzufertigen.

Die Publicirungen der Berggesetze wie auch andere, ähnliche, die Oeffentlichkeit berührende Kundmachungen werden von den Kirchenkanzeln verlesen.

Die geographische Lage der Eisensteingruben ist folgende. Im Norden unter dem Breitengrad von 67°—68°, also nördlicher als der Nord-Polarkreis, ist Gellivara, Kirunavara und Ruotivare. Die übrigen Eisenerzgruben liegen um den 60. Breitengrad, und zwar von den hervorragenderen: im Osten Dannemora, Norberg, im Nordwesten Grängesberg, im Westen Persberg und im Süden Striberg.

Die schwedischen Eisenerzlagerstätten sind meistens umgeben mit „Skarn“ (schwedischer Ausdruck für etwas was man wegwirft), der aus Amphibol, Pyroxen, Granat etc. besteht; dieser Skarn ist auch im Eisenerz eingesprengt. Im Hämatit kommen nachstehende Mineralien vor: Quarz, Feldspat, Chlorit, Talk, Pyroxen, Amphibol, Epidot, Granat und Apatit. Die kalkführenden Eisenerze heißen „blandstenar“, die quarzführenden „torrstenar“, die Pyroxengranatführenden aber „engående“. Die Eisenerzvorkommen sind meistens linsenförmige sedimentäre Lagerbildungen und haben mit dem Muttergestein dasselbe Streichen und Verflähen.

Von dem in den früheren Jahren in größerer Menge erzeugten Limonit wurden 1893 nur 3680 q producirt. Die Gewinnung dieses in den Seen und Sümpfen sich current bildenden Limonits, von welchem bis Mitte des vorigen Jahrhunderts bedeutende Mengen gewonnen worden sind (1860: 440 000 q), beschreibt sehr anziehend L. Beck in seiner „Geschichte des Eisens“, Bd. I, S. 809.

Die ganze Eisenerz führende Fläche ist auf 1 570 000 m² eingeschätzt, woraus folgt, dass bei der heutigen Production jährlich ungefähr ein halber Meter der durchschnittlichen Höhe entnommen wird.

Die Eisenerzerzeugung betrug 1901: 2 607 925 t im Werthe von 14 446 000 schwed. (= 19 200 000 österr.-ungar.) Kronen. An dieser Förderung participirten Gellivara mit 1 076 564 t und Grängesberg mit 657 466 t.

Das durchschnittliche Ausbringen an Eisen betrug 57,7%. Schweden nimmt unter den Eisenerz producirenden Ländern die 7. Stelle ein und wird allem Anscheine nach in der Reihe vorrücken. Es hieß schon im VII. Jahrhundert jernbäraland, d. i. das Mutterland des Eisens.

Die Anzahl der beim Eisenerzbergbau verwendeten Arbeiter betrug 1901: 10 475. Auf einen unterirdisch beschäftigten Arbeiter entfiel durchschnittlich 447 t Erzeugung, unter günstigen Verhältnissen stieg diese Zahl auch bis auf 1200 t, was als eine große Leistung zu bezeichnen ist. Die Eisenerz-Production Oesterreichs war 1901 1 963 246 t, jene Ungarns 1 557 300 t, wobei 5871 beziehungsweise 10 195 Arbeiter verwendet wurden. Die durchschnittliche Jahresleistung pro Arbeiter war somit in Schweden die doppelte der unserigen.

Die Eisenerzausfuhr Schwedens war 1895: 800 452 t im Werthe von 5,6 Millionen schwed. Kronen und stieg 1900 auf 1 619 902 t im Werthe von 13,06 Millionen schwed. Kronen.

1901 waren 139 (in Oesterreich 48, in Ungarn 52) Hochöfen im Betrieb, welche 528 375 *t* (in Oesterreich 1 030 200 *t*, in Ungarn 452 326 *t*) Roheisen producirten, was pro Hochofen und Jahr 3880 *t* entspricht.

1901 waren in Verwendung 20 magnetische Separatoren, welche mit 9 anderen Aufbereitungswerken zusammen 203 000 *t* Reicherze producirten, woran Grängesberg allein mit 5 magnetischen Separatoren und 74 311 *t* participirte. Die Eisenerzpreise haben sich in den letzten 2 Decennien fast verdoppelt.

Die Ventilation der Gruben ist infolge der großen Communicationslöcher mit dem Tage die natürliche. In Persberg sah ich z. B. in einer Eisenerzgrube in einem kolossalen vom Abbau entstandenen Hohlraume einen 2pferdigen Petroleummotor und eine Feldschmiede zum Gezähnschärfen in Betrieb, wodurch das weite Schleppen des Gezähnes entfallen ist.

Zur Beleuchtung werden offene Rüböl-Lampen oder Kerzen verwendet.

Die Teufe der meisten Gruben schwankt zwischen 100—200 *m*, die tiefste Grube ist 420 *m* tief.

Das zur raschen Abwicklung der Geschäfte dienende Telephonnetz in Schweden hatte 1898 eine Ausdehnung von 87 000 *km*. Der Jahresabonnementpreis beträgt 50 *K*, ein Gespräch bis 100 *km* 15 Oere (= 20 *h*), bis 1000 *km* und darüber 1 *K*. In Stockholm allein sind 27 000 Telephonstationen, somit entfällt auf 11 Einwohner ein Telephon.

* * *

Von den schwedischen Gruben habe ich folgende besucht: Dannemora, Rommä, Falun, Koppaberg, Grängesberg, Persberg und Langbanhyttan. Ueber das Wichtigste des Gesehenen sei im Folgenden Erwähnung gethan.

I. **Dannemora.** Der Name dieser Grube war besonders in früheren Jahren der bekannteste unter den schwedischen Eisenerzgruben infolge der ausgezeichneten Qualität des Stahls, welcher aus ihren Erzen erzeugt wurde. Das hier vorkommende Eisenerz ist Magnetit mit 48—53% Eisenhalt und 0,001—0,003% Phosphorhalt, dem kleinsten der schwedischen Erze. Die Jahresproduction beträgt rund 55 000 *t*. Mit 1 *kg* Sprengstoff werden im Durchschnitt 16 *t* Eisenerz und taubes Material gewonnen, nach jedem Meter Bohrloch 3,2 *t*. (Fig. 3, Taf. XIII.)

Die magnetische Separation wurde hier schon 1887 angewendet, ihr Zweck ist hier hauptsächlich die Anreicherung des mit Nebengestein (Strahlstein und Kalkspat) stark vermengten Eisenerzes. Der frühere Bergbau war nur Tagbau in die Teufe. Die so erzeugte Anhöhlung mit senkrechten Wänden hat 120 *m* Breite, 250 *m* Länge und 80 *m* Tiefe (siehe Fig. 4, Taf. XIII, in welcher links unten ein Theil des früheren Tagbaues dargestellt ist). Im Juli v. J. war in diesem Tagbaue an einzelnen Stellen noch Schnee zu sehen. Das sedimentäre Eisenerz ist zwischen Hällefinta und Kalk gelagert. Das Streichen der Lagerstätte ist nach NNO und erstreckt sich auf circa 2 *km*. Das Einfallen ist 75° bis 80° gegen NW. Das Vorkommen ist ein linsenförmiges.

Der gegenwärtige Abbau ist schon ein grubenmäßiger. Am untersten Horizont angelangt, konnte die ca. 45 *m* betragende Mächtigkeit des steilstehenden Lagers beobachtet werden. Die Höhe des nicht vorgesetzten Raumes war beim Scheine der mitgenommenen Kerzen nicht ersichtlich, dürfte aber ca. 35 *m* betragen haben. Ueber geäußerten Wunsch war der Grubenleiter so freundlich, mich zum Erzeugungsort zu führen, wobei wir nach einer ziemlich anstrengenden Kletterpartie über $\frac{1}{2}$ *m*² große Felsblöcke von der tiefsten Sohle hinauf gelangten.

II. **Grängesberg**, Mittelschwedens größte Grube. Bis 1888 war die Eisenerzproduction pro Jahr ca. 100 000 *t*, in den 90er-Jahren erhob sie sich auf 700 000 *t*. Dieses gewaltige Steigen der Production findet seinen Grund darin, dass die in Schweden ökonomisch nicht verhältnißbaren phosphorhaltigen Eisenerze billig erzeugt werden können und in Deutschland gute Käufer finden. Von der Grängesberger Jahresproduction werden ca. 100 000 *t* im Inland consumirt, das übrige exportirt.

Einen mächtigen Concurrenten hat Grängesberg in den Eisenerzgruben von Kirunavara und Gellivara, beide in Lappland, wo noch größere Eisenerzlager als in Mittelschweden abgebaut werden. In jüngster Zeit ist bekanntlich die Eisenbahnverbindung der Gruben Gellivara und Kirunavara mit dem atlantischen Ocean hergestellt worden, wodurch die ununterbrochene Seefracht gesichert ist. Im baltischen Meerbusen konnte nämlich das Eisenerz in strengen Wintern wegen Eisbildung nicht immer verschifft werden, daher man bei den Verwendungs-orten der schwedischen Eisenerze große Vorräthe anlegen musste. Das lappische Eisenerzvorkommen habe ich, da es zu entfernt im Norden gelegen ist, nicht besucht; in den Fig. 4 und 6 ist das Eisenerzlager von Gellivara und die Verladestation daselbst ersichtlich. Bezüglich Kirunavara sei erwähnt, dass die bis jetzt bekannten Dimensionen des Erzvorkommens folgende sind: Mächtigkeit 100—200 *m*, Streichen 3500 *m* und Höhe 230 *m*. Diese Maße entsprechen einem Eisenerzschatz von circa 400 Millionen *t* über der Thalsohle. Schweden wird voraussichtlich in absehbarer Zeit die Eisenerzkammer Europas werden. In Gellivara hat man schon 1870 begonnen, Bergbau zu treiben, u. zw. die „Gellivara Iron Company“, welche später infolge Sinkens der Eisenpreise in den 70er-Jahren fallirte. Erst seit dem Einführen des Thomasverfahrens hat sich die Production von Gellivara gehoben, welche 1901 : 2020 000 *t* jene von Kirunavara 133 810 *t* betrug.

Die geologischen Verhältnisse von Grängesberg stellt Fig. 5, Taf. XIV dar. Die Eisenerzlager fallen unter 65° bis 70° gegen Ost ein und sind in Granulit eingebettet. Nach Ansicht schwedischer Bergingenieure ist die ursprünglich horizontale Lage dieser Eisenerzlager sedimentärer Bildung durch eine etliche Kilometer westlich von Grängesberg erfolgte Eruption in ihre jetzige Lage gebracht worden.

Der Granulit ist von grünlich-graulicher Farbe, die Bestandtheile des Gesteins sind sehr feinkörnig und feingeschiehtet und enthalten viel Quarz und Glimmer.

Granat fand ich keinen darin. Der Granulit bildet auch 30—40 m und darüber hohe, 100—150 m lange, feste Blätter, welche die Seitenwände der in die Tiefe dringenden Tagbaue bilden. Gegen Osten kommt granitischer Gneis vor, dessen Verfläichen 55°—70° ist. Die linsenförmigen Erzlager kommen in dem Granulit von der Mächtigkeit von einigen Centimetern bis 90 m vor. Gneis habe ich nur im Hangenden beobachtet.

Durch den Granulit und das Magneteisenerz brach ein Pegmatit durch, welcher bis nussgroße, rosenrothe Bestandtheile von Feldspath und Quarz enthält, mit etwas Glimmer. Die streichende Ausdehnung des Grängesberger Eisenerzvorkommens beträgt 6,2 km; es wird in 4 Abtheilungen getheilt, u. zw. von Süd gegen Nord wie folgt:

1. Lombergsfältet mit 2 km Länge, 300 m Breite. Hier kommt das Eisenerz in vielen, aber unbedeutenden $\frac{1}{2}$ —10 m dicken Linsen vor, u. zw. Magnetit und Hämatit, welche viel Quarz, Epidot und Granat enthalten. Der Eisenhalt des Erzes ist 50—60% mit 0,06—0,10% Phosphor. Aus diesem Feld wird derzeit nicht gefördert.

2. Ormbergs und Risbergsfältet im Westen des Eisenerzzuges ist 2,2 km lang und 200 m breit. Hier kommt typischer lamellenartiger Hämatit mit einigen Procent Magnetit und Feldspath vor, so dass der Aluminiumhalt des Erzes 2—3% ist. Die Pegmatitdurchbrüche haben den Hämatit in Magnetit umgewandelt.

3. Weiter gegen Norden ist das Exportfältet mit $1\frac{1}{2}$ km Länge und 200 m Breite. Hier kommen die größten Lager mit Apatiteinlagerungen vor. In Drusen habe ich auch Bergpech beobachten können. Die Pegmatitgänge sind hier von einigen Decimetern bis zu mehreren Metern mächtig.

4. Der nördlichste Theil ist das 500 m lange Norra Hamargruvfältet. Das hier vorkommende Eisenerz wird derzeit nicht gewonnen, da der Phosphorhalt auch bis 8% steigt. Interessantere hier vorkommende Mineralien sind: Hornblende, Quarz, Feldspath, Chlorit und Titanit, hie und da Scheelit und Zeolith.

Das nur eisenerzhaltige Feld beträgt 100 000 m² Fläche, wovon auf das Exportfältet 45 000 m² entfallen. Einem verticalen Meter entsprechen somit rund 300 000 t Erz, hievon die Hälfte auf das Exportfeld.

Die Ormsberggrube hat bereits eine Teufe von 300 m, ohne ein Aufhören des Eisenerzvorkommens constatirt zu haben und nichts widerspricht der Annahme, dass in den anderen Gruben das Eisenerz nicht wenigstens bis zu dieser Teufe vorhanden ist, was allein einem Eisenerzschatz von etwa 90 Millionen t entspräche.

Die Erzlager im Liegenden sind weniger mächtig, denn es schwankt deren Mächtigkeit zwischen 2—4 m, abwechselnd Hämatit und Magnetit. Diese Lager, welche für die schwedischen Hochöfen ausgebeutet werden, enthalten ein Erz mit 60,4—61,6% Eisen, 0,023—0,085% Phosphor und nur Spuren von Schwefel.

Den Reichthum von Grängesberg bildet das im Hangenden befindliche 70—80 m mächtige Lager, welches wir als Exportfeld bereits oben beschrieben haben. Das

Liegende desselben bildet ungefähr 20—25 m Hämatit mit darauf folgenden 45—50 m mächtigem Magnetit, welcher von Pegmatit durchdrungen ist. Der Eisenhalt beträgt hier 63%, Phosphor 0,8—1,54, sogar bis 5,4%. Die Mächtigkeit der Apatitschichten steigt bis 2—3 cm. Die gleichzeitige Bildung des Eisenerzes und des Nebengesteines beweist auch der Umstand, dass das Eisenerz hie und da nur in papierdünnen Schichten auch 1000 fach mit dem Nebengestein wechselt.

Gegenwärtig wird im Exportfeld noch tagbaumäßig abgebaut; der Eindruck des 70 m tiefen, 350 m langen und 120—150 m breiten Verhaues mit senkrechten Wänden ist ein imposanter, wobei die bei Bogenlicht an der Sohle und den Seiten arbeitenden Arbeiter einen eigentümlichen Anblick darbieten. (Siehe Fig. 7, Taf. XIV.)

Nachdem die Sohle des Exportfeldes jährlich 5—6 m weiter in die Tiefe rückt, muss in Bälde auf einen grubenmäßigen Abbau mit Versatz übergegangen werden.

70% des erzeugten Hauwerkes ist Eisenerz, das übrige Taubes, welches schon jetzt deponirt wird, um später als Versatz benützt zu werden. Es macht einen mächtigen Eindruck, wenn 20—30 mit je 2—3 kg Dynamit geladene Schüsse im Tagbau als Salven auf einmal abgethan werden.

Es werden elektrische und pneumatische Bohrmaschinen, und zwar in den Tagbauen auf den bekannten Dreifußgestellen benützt. Die letzteren werden in den unglaublichsten Stellungen der Füße gebraucht. Ich sah auch Stellungen oder besser gesagt Lagen, bei welchen alle 3 Füße auf der Erde lagen und nur 2 Füße zum Auffangen der Stöße etwas verspreizt waren.

Die Förderung aus der Grube erfolgt mittels elektrischer Fördermaschinen; diese werden, auch wenn verschiedene Schächte zu bedienen sind, in größerer Anzahl, 4—6, unter einem Dach untergebracht und die Rundseile der Lage der Schächte entsprechend in mehreren Winkelbrechungen von der Fördermaschine zum Schacht geführt.

Der Abbau der weniger mächtigen Eisenerze erfolgt firstenbaumäßig mit Versatz.

In Grängesberg ist der Sitz der „Svenska anriknings aktie bolaget“, welche auch eine magnetische Anreicherungs-Versuchsanstalt hat, in welcher mit in- und ausländischen Eisenerzen Anreicherungsversuche durchgeführt worden sind. Es sind dort von den in Schweden verwendeten Separatoren Gröndal, Wenström, Fröding, Forsgren und Erickson die beiden nachfolgend beschriebenen magnetischen Separatoren aufgestellt.

I. Der Erikson-Separator.

Durch diesen Separator soll die intensivere Trennung der magnetischen von den nicht magnetischen Theilen, entgegen den anderen Systemen, wo die Adhäsion der Theilchen hemmend mitwirkt, erzielt werden. Das Princip des Erikson-Separators ist das, dass die Trennung der magnetischen Theile in einem verticalen Kasten, zwischen 2 sich bewegenden Magneten, theils in der Luft, theils im Wasser erfolgt. Der Apparat besteht aus folgenden

Hauptbestandtheilen (siehe Fig. 9, 10, Taf. XIV und Fig. 11, 12, Taf. XIII): *A* das magnetische Rad, welches sich auf der Achse *B* dreht und *C* die stabilen magnetischen Spulen; zwischen den Magneten befindet sich das eigentliche Separationsgefäß *D*, in welches das Erz mit Wasser durch *E* eingeführt wird. *F* ist ein Rohr zum Ableiten des Wassers und des Schlammes. *G* ein Abstreifer, welcher mit *K* zum Auffangen der magnetischen Theile dient. *H* ist Wasser- und Schlammablasser, welcher mit dem Schwimmer *I* in Verbindung ist.

Wenn fein zerkleinertes magnetisches Erz, Nebengestein und Wasser durch den Trichter in den mit *D* bezeichneten Raum kommt, so steigt das Wasser ungefähr bis zur Achse des Apparates; bei weiterem Steigen hebt sich der Schwimmer *I* und vergrößert die Ausflussöffnung *H* insoweit, bis die Flüssigkeit ins Gleichgewicht kommt.

Wenn das magnetische Rad *A* mit Gleichstrom in Verbindung kommt, so entstehen zwischen den gegenüberstehenden Polen starke magnetische Felder, welche dem Auge dadurch erkenntlich werden, dass die magnetischen Partikel in der Richtung der Kraftlinien frei in der Luft schweben und zwischen den Wänden des Kastens sozusagen Brücken bilden. Diese drehen sich mit dem magnetischen Rad, bis sie zu dem Abstreifer *G* kommen, von wo sie durch Wasserstrahl in ein Gefäß abgeschwemmt werden.

Das nicht magnetische Nebengestein sinkt zu Boden und fließt bei *H* mit dem Wasser ab.

Aus dem beschriebenen Vorgang ist zu ersehen, dass nur sehr wenig nichtmagnetische Theile bis zum Abstreifer kommen können, besonders wenn das Erz noch einem Sprühregen ausgesetzt wird, welcher die etwa noch mitgerissenen tauben Theile abschwemmt.

Der Vortheil dieses Apparates besteht darin, dass die magnetischen Theile aus dem Gemisch sozusagen herausgezogen und weiter geführt werden, wodurch man ein reines Product erhält. Bei genügend starkem elektrischem Strom kann vermieden werden, dass viel magnetische Theilchen verloren gehen.

In der Praxis kommen jedoch nicht nur taube und magnetische Theile im zerkleinerten Gemisch vor, sondern auch noch nichtmagnetische, oder schwachmagnetischer Hämatit und auch Körner, welche theils aus Eisenerz, theils aus Taubem bestehen. Es hängt von der magnetisirenden Kraft ab, in welchem Verhältnis ein solches Eisenerz unter den Abfall oder das Eisenerz kommt.

Auf welche Korngröße das zu separirende Erz zu zerkleinern ist und welche Magnetisirung zur Erreichung des ökonomischsten Resultates anzuwenden ist, hängt natürlich von dem aufzuarbeitenden Erz ab. Jede Eisenerzsorte verlangt ihre eigene Stromstärke und Korngröße.

Die Resultate der auf dem Eriksonapparate durchgeführten Proben sind folgende, bei welchen bemerkt wird, dass Probe 7 von Eisenerz ungarischer Provenienz her stammt.

Post.Nr.	Erzgattung	Korngröße mm	Magnetisirung A	Eisenhalt im		
				Roherz %	Edukt %	Abfall %
1	Magneteisenerz mit Quarz	0,5	10	51,5	64,8	5,5
2	Magneteisenerz mit Quarz	10	15	31,4	60,6	9,4
3	Hämatit mit Quarz	0,5	20	39,5	65,6	23,7
4	Magnetit mit Kalk	0,5	9	42,4	61,7	4,6
5	" " Chlo- ritschiefer	0,2	20	43,9	61,8	30,0
6	Magnetit mit Ser- pentin	0,2	—	20,0	64,1	3,4
7	Magnetit mit Epidot aus Ungarn	0,5	10	27,5	55,7	10,0

Der beschriebene Apparat ist fähig, pro Stunde 2 Tonnen Roherz zu verarbeiten. Zu seiner Magnetisirung sind bis 20 A × 110 V ungefähr 3 PS, zum Drehen des Separators aber ist eine viel geringere Kraft erforderlich.

2. Der Forsgren-Separator (Taf. XV, Fig. 13, 14, 15). Dieser besteht aus einigen fixen Elektromagneten *A*, welche durch die Wickelungen *B* magnetisirt werden und derart aufgestellt sind, dass sich zwischen den Polen eine größere Anzahl schiefgestellter keilförmiger Eisenstücke *H* (Secundärpole) bewegen können, welche letztere auf einer mit der verticalen Achse *E* versehenen Achse befestigt sind. Das Rad wird mit Hilfe dreier Kugelringe durch die Arme *C* gehalten, welche außerdem zur Befestigung der Elektromagnete *A* dienen. Das Rad macht pro Minute 5—8 Umdrehungen.

Wenn der Elektromagnet *A* magnetisirt wird, so concentriren sich die Kraftlinien im engen Luftraum zwischen den schiefgestellten Polflächen. Der in diesen Raum kommende magnetische Staub wird in der Luft schwebend gehalten, die nichtmagnetischen Theile fallen ab. Wenn das Rad sich dreht, so werden die magnetischen Theile durch den Magnet angezogen, weitergeführt, bis sie aus dem magnetischen Feld herauskommen. Dann fallen sie theils infolge ihres eigenen Gewichtes, theils werden sie durch einen Wasserstrahl abgespült und in entsprechender Weise in einem Gefäß aufgefangen. Bei diesem Apparat können dreierlei Materialien gewonnen werden: unmagnetisches, schwach magnetisches und stark magnetisches Product. Zur Verhütung, dass nichtmagnetische Theile infolge Adhäsion in das fertige Product gelangen, dienen kräftige Wasserstrahlen.

Eisenerz	Korngröße mm	Stromstärke A	% Eisenhalt im			
			Roherz	Mittel- product	End- product	Abfall
1 Kleinerz, ungewaschen	28	15	40,0	54,7	14,4	4,7
2 Mittelproduct ad 1	1	15	14,4	55,3	—	6,1
3 Kleinerz	28	15	25,9	39,7	30,7	13,6
4 Mittelproduct ad 3	0,5	15	30,7	51,9	48,2	14,9
5 Eisenerzhaltiger Granat von Un- garn	0,5	2	32,6	63,6	58,1	21,2

Der Forsgren-Separator ist sehr compendiös und kann pro Stunde eine große Menge Roherz aufarbeiten. Es werden Forsgren-Separatoren von 1,5—10 t Leistung pro Stunde gebaut. Vorstehende Tabelle gibt die Er-

gebnisse einiger Proben. Die richtige Korngröße hängt natürlich von der Qualität des Eisenerzes ab, ebenso die Stromstärke.

(Schluss folgt.)

Cuprosilicium (Siliciumkupfer).

Von Gustav Kroupa.

Die Fortschritte in der Anwendung des elektrischen Stromes in der elektrochemischen und elektrometallurgischen Technik gewinnen von Jahr zu Jahr größere Ausdehnung und es entstehen in dieser Hinsicht fast jedes Jahr neue Verfahren, deren Wert selbstverständlich nicht sofort beurteilt werden kann und die erst durch Erprobung im großen auf ihre Brauchbarkeit geprüft werden müssen.

Eine diesbezügliche Feuerprobe haben bereits auch die neueren Produkte des elektrischen Ofens bestanden, zu welchen insbesondere die Verbindungen des Siliciums mit Eisen und Kupfer (auch Kobalt) zu nennen sind. Diese Produkte, welche unter dem Namen von Ferrosilicium und Siliciumkupfer (Cuprosilicium) bekannt sind, werden bereits im großen dargestellt, und da die Verwendung derselben eine mannigfaltige zu werden verspricht, so kann angenommen werden, dass ihre Gewinnung sich mit der Zeit auch ziemlich lukrativ gestalten wird.

Das Siliciumkupfer wurde schon im Jahre 1857 von Deville und Caron¹⁾ durch Schmelzen von Kupfer mit Kieselfluorkalium und Natrium dargestellt. Der Siliciumhalt der Legierung betrug 12% und ihr Schmelzpunkt wurde tiefer als jener des Silbers (906°) angegeben. Die Genannten erwähnen, dass dasselbe Ziel auch durch Schmelzen von Kupfer, Sand und Kochsalz (Seesalz) erreicht werden kann. Sie empfahlen die sich durch große Härte auszeichnende Legierung zur Herstellung von Geschützen und anderen Gegenständen, ohne dass es jedoch zu einer Anwendung des Verfahrens geführt hätte. Erst in den Achtzigerjahren nahm L. Weiller in Angoulême die Herstellung und Anwendung des Kupfersilicides als verbessernden Zusatz (sauerstoffziehendes Mittel) zum Kupfer und zur Bronze auf.

Über den Vorgang bei der Darstellung des Cuprosiliciums mit Hilfe des elektrischen Stromes liegen bis jetzt keine sicheren Angaben vor, aber es liegt die Vermutung nahe, dass er in ähnlicher Weise wie beim Ferrosilicium verläuft, weshalb der letztere hier mit einigen Worten berührt werden soll. Das letztgenannte Material wird in Frankreich dargestellt und versuchsweise wurde seine Darstellung auch bei dem Karbidwerke in Meran (Tirol) eingeführt. Im letzteren Orte wurde aber die Erzeugung des Ferrosiliciums bis auf weiteres wieder eingestellt, was hauptsächlich in der ungünstigen Lage des Werkes und in den ungünstigen Absatzverhältnissen den Grund haben dürfte. Die Darstellung geschah in den gewöhnlichen

Karbidöfen und zwar aus Eisenhammerschlag. Den in der „Mineral Industry“ (Band X) enthaltenen Angaben zufolge bestand in Meran die Beschickung des elektrischen Ofens aus 1000 Teilen Eisenhammerschlag, 410 Teilen Quarz und 398 Teilen Koks. Es wurde daher auch in diesem Falle die Reduktion der Oxyde durch den elektrisch hochehitzen Kohlenstoff, welcher in diesem Zustande bekanntlich eine besonders hohe Anziehungskraft auf den Sauerstoff derselben ausübt, herbeigeführt. Der elektrische Kraftaufwand betrug pro Tonne 5000 KW-Stunden oder die Erzeugung 0,2 kg pro KW-Stunde. Das dargestellte Ferrosilicium hielt 77,5% Eisen und 21,5% Silicium. Die Gestehungskosten werden mit 200 Fres pro Tonne angegeben.

Die Erzeugung dieser Legierung wurde auch aus den Schlacken des Siemens-Martinofens versucht. Es wurden Schlacken von folgender Zusammensetzung verwendet: $\text{SiO}_2 = 50,42\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 2,26\%$, $\text{FeO} = 34,1\%$, $\text{MnO} = 9,42\%$, CaO , MgO , etc. = $3,3\%$. Dieselben wurden in einer Menge von 1680 kg mit 600 kg Koks (80% C) gemischt und der Reduktion im elektrischen Ofen unterworfen. Das dargestellte Ferrosilicium hielt 23,8% Silicium und der elektrische Kraftaufwand pro Tonne Produkt betrug in diesem Falle 5380 KW-Stunden. Auch das Karbidwerk in Deutsch-Matrei (Tirol) soll sich mit der Darstellung des Ferrosiliciums befassen.

Anhangsweise ist zu erwähnen, dass durch einen Zusatz von Ferrosilicium zum Stahl die physikalischen Eigenschaften desselben erhöht werden und dass insbesondere für Gussstahl ein solcher Zusatz vorteilhaft sein soll. Lebeau gibt an, dass das käufliche Material drei Silicide enthalten kann und zwar SiFe_2 , SiFe und Si_2Fe .

Was nun das Cuprosilicium anbelangt, so sind über seine Darstellungsweise bis jetzt, wie gesagt, keine Mitteilungen in die Öffentlichkeit gedrungen, doch dürfte die Reduktion des Kupferoxydes im elektrischen Ofen ähnlich wie beim Ferrosilicium stattfinden. Es ist selbstverständlich, dass die Menge der Zuschläge dem Atomgewichte des Kupfers angepasst werden muss. Es scheint, dass die Anwendung des Cuprosiliciums bereits eine bedeutende ist, indem es heute bereits mehrere Werke gibt, welche sich mit der Darstellung desselben befassen. In ganz reinem Zustande wird diese Legierung von der Firma „The Cowles Smelting & Aluminium Co., Lockport, N. V.“ erzeugt, während die Gesellschaften „Waldo Foundry Co.“ und „John A. Röblings Sons Co.“ nur eine Siliciumbronze — durch Mischen des Cuprosiliciums mit reinem Kupfer — darstellen. In Deutsch-

¹⁾ „Der Metallarbeiter“, 1903.

von 12 085 *kg* an verschiedenen Stellen der Litze zu zerreißen; nachdem dann schon sämtliche äußere Umfangsdrähte gerissen waren, ging der Strom noch immer durch. Bei fortgesetzter Belastung begann sich aber der innere, 7drähtige, noch unverletzte Teil der Litze aus der äußeren, bereits zerrissenen Drahtlage innerhalb der Backen herauszuziehen. Ein 2. Versuch mit der gleichen Litzenkonstruktion ergab das gleiche Resultat, indem auch hier bei 12 140 *kg* die äußeren Umfangsdrähte nach und nach entzweirissen, ohne dass

der isolierte Kerndraht und die 7 Drähte der Innenlage gerissen wären und der Strom eine Unterbrechung erfahren hätte.

Aus sämtlichen Versuchen folgt, dass die Einlage der untersuchten Litzen, mag sie nun aus einem stark dehnbaren Material oder aber aus einem Stahldraht bestanden haben, bei der sukzessiven Belastung der Litze niemals **früher** als die Tragdrähte zerrissen wurde.

(Schluss folgt.)

Ueber den schwedischen Eisenerzbergbau.

Von **Arpád Zsigmondy.**

(Hiezu Taf. XIII, XIV u. XV.)

(Schluss von S. 285.)

Der Beginn des Grängesberger Bergbaues fällt in das XVII. Jahrhundert zurück. Gegenwärtig gehört er mehreren Besitzern unter der „Grängesbergs gemensamma förvaltning“. Zur Versorgung der um Grängesberg befindlichen Gruben mit Sprengstoff dient die dort etablierte Dynamitfabrik.

Durch die besondere Güte des H. Dr. G. Nauckhoff, Director der Grängesberger Dynamitfabrik, war es mir gestattet, diese zu besichtigen. Bei 1 *kg* Dynamitverbrauch wurden 1895: 22 *t* Eisenerz und nach einem Meter Bohrloch aber 6,35 *t* Eisenerz erzeugt. Im Exportfältet wurden 1901: 33 570 *kg* Dynamit verbraucht und circa 666 000 *t* Hauwerk gewonnen.

Das im Exportfältet gewonnene Erz kommt via Oxelösund an die Ostsee (347 *km* von Grängesberg) auf achtsigen, 20 *t* fassenden Eisenbahnwagen. In Schweden verarbeitet nur die Hütte in Domnarfvet Grängesberger Exportfälteterze, u. zw. circa 80 000 *t* pro Jahr.

Die maschinellen Einrichtungen sind den einfachen Grubenverhältnissen entsprechend einfache, jedoch immer musterhafte. Zur Wasserhaltung und Förderung dienen zum Theil die vom berühmten schwedischen Ingenieur Polhem im XVIII. Jahrhundert in ganz Schweden eingeführte Kraftübertragung von Wassergefällen mittelst Feldgestängen, welche man überall sieht. Die Kraft wird auf diese Weise auf Kilometer Entfernungen, auch im Winkel, von der Kraftquelle zur Verbrauchsstelle geführt. So gibt es in Grängesberg allein mehrere Kilometer lange solche Kraftübertragungen. Der Wirkungsgrad solcher Kraftübertragungen mag wohl kein großer sein, aber die Betriebskraft kostet sozusagen nichts. Gegenwärtig dient eine 2000pferdige hydroelektrische Kraftübertragung zur Bedienung der Maschinen und zur Beleuchtung.

Als Fördergefäße dienen die in Abbildung 7, Taf. XIV sichtbaren Hunde mit Tonnen.

Zur Wasserhaltung werden sowohl für das Exportfältet als auch für die von mir befahrene Granlundgrube elektrische Wasserhebungsmaschinen benützt.

Selbstverständlich werden zur Herstellung der Bohrlöcher Maschinen benutzt; hiebei gibt man im allge-

meinen den mit Luft betriebenen den Vorzug vor den elektrischen Bohrmaschinen. Im Exportfältet sind 1901 zusammen 53 500 *m* Bohrlöcher gebohrt worden. Die Bohrlöcher werden nach der Bohrlochtiefe bezahlt. Der vorzügliche schwedische Stahl wird meistens als Kreuzbohrer verwendet, welcher in Gesenken leicht schärfbar ist.

Zur Hebung des geistigen und leiblichen Wohles der Arbeiter geschieht sehr viel. Für Arbeiter bestehen einstöckige Wohnhäuser für 4 Familien, wofür pro Partei 3—5—8 *K* Miete gezahlt wird. Die aus Holz erbauten Häuser sind in Schweden sehr verbreitet und den klimatischen Verhältnissen angepasst; auch Herrensitze sind aus Holz gebaut. Von außen sind diese mit einer, in ganz Schweden gleich diskret dunkelrothen Farbe, welche für das ganze Land in Falun erzeugt wird und sehr billig erhältlich ist, angestrichen. Die Kanten der Häuserfaçaden sind weiss angestrichen. Solche Häuser, auch Schachttürme, mit dem Wald als Hintergrund bieten dem Auge einen wohlthuenden Anblick dar.

Die Wohnungen der Arbeiter sind sehr rein gehalten. In vielen Arbeiterwohnungen ist auch ein Harmonium oder ein Clavier zu finden, als Beweis der Religiosität und des Musiksinnes der Schweden.

Ein Londoner Banquier Cassel, Gewerke von Grängesberg, hat eine Stiftung von 350 000 schwedischen Kronen zum Zweck der Errichtung eines Badhauses und eines prächtig eingerichteten Arbeitercasinos gestiftet. In letzterem, welches in einem theaterartig gebauten Hause untergebracht ist, findet der Arbeiter Zerstreuung aller Art; es gibt hier Lesezimmer, Spielzimmer (Schach und Domino), ein kleines naturhistorisches Museum und einen großen Saal, welcher für musikalische und wissenschaftliche Vorstellungen und auch zur Abhaltung von Bällen benutzt werden kann. In den hier abgehaltenen Vorträgen können, mit Ausnahme religiöser Themata, alle anderen bildenden zur Sprache kommen.

Hier werden für Arbeiter Fortbildungscourse von Ingenieuren gehalten, welche aber nicht sehr intensiv besucht werden, besonders seitdem die Socialdemokratie

auch in Schweden angefangen hat, mehr Boden zu gewinnen.

Norberg. Diese Grube Mittelschwedens liegt im östlichen Theil des Eisenerzzuges. Schon 1354 erhielt es vom König Magnus Erikson ein Bergbau-Privileg. Die Production Norbergs betrug 1900: 110 500 t, mit welcher es sich sofort an Grängesberg reiht.

Die geologischen Verhältnisse betreffend sei Folgendes erwähnt. Im Osten des Eisenerzzuges ist Granit, davon westlich Hällefintagneis (Granulit). In letzterem kommt 500 — 600 m mächtig der Eisenerzzug mit mehreren, dem letzteren parallelen Schieferschichten, welche so wie das Eisenerz nach 3^h streichen. Der Eisenerzzug ist, die Unterbrechungen mit inbegriffen, 25 km lang und am mächtigsten bei der Stadt Norberg entwickelt. Im südöstlichen Theil ist Hämatit vorwiegend, im nordwestlichen Theil kommt fast nur Magnetit vor. Von Norberg gegen Süd 4 km entfernt ist ein Pegmatitausbruch. In der Umgebung der Stadt gibt es mehrere kleinere wie größere Seen. Der Rotheisenstein (blodsten, Blutstein) ist unmittelbar im Hällefintagneis eingelagert; der Hämatit hingegen kommt meist zwischen Dolomit und Kalkstein vor; beide linsenförmig, steil einfallend, maximal 50 m mächtig und im Streichen bis 250 m langen Lagern. Den schon oben erwähnten geologischen Atlas der Umgebung Norbergs hat Wolfr. Peterson, gegenwärtig Professor an der Stockholmer „techniska Höckskola“ auf Kosten des „Jern-Kontoret“ herausgegeben. Zu bemerken ist, dass auf den Karten im Maßstab 1:16 000 und darunter, die Beobachtungspunkte durch kleine + gekennzeichnet sind, was aus Kontrollrücksichten nur sehr zu empfehlen ist.

Der größte Theil der gewonnenen Eisenerze kommt zum Verkauf und deren Analysen werden publicirt. Aus den Publicationen entnehme ich, dass das Norberger Rotheisenerz 48—50% Fe, 0,01—0,02% S, 0,02 bis 0,028% P und 25—26% Si O₂ enthält; der Norberger Hämatit aber hält 37—57% Fe, 0,018—0,096% S, 0,0025—0,004% P und 1,4—3,2% Si O₂.

Zur Sicherung in den Gruben, von welchen ich die Klackberger Granrotsgrufvan befuhr, werden große, aus Hochofenschlacke gegossene Quadern benützt. Der Abbau ist Firstenbau mit Versatz.

Dem von der „Norbergs gemensamma grufve forvaltning“ herausgegebenen, 46 Seiten umfassenden gedruckten Jahresbericht entnehme ich, dass 1900: die Selbstkosten des tauben Hauwerkes 3,27—3,47 schwedische Kronen, diejenigen des Eisenerzes aber 4,55 bis 5,06 Kronen pro Tonne betragen, somit keine hohen genannt werden können.

Von 10 Verunglückungen war 1 tödlich. Das Personal war folgendes: 1 Disponent, 1 Sekretär, 1 Bergingenieur, 1 Zeichner, 4 Buchhaltungsbeamte und 523 Personen bei den Gruben und Tagbauen. Von den letzteren waren 47 bei einer Privatversicherungsgesellschaft im Durchschnitt auf 792 Kronen (450—1200 K) versichert, auf welche Summe im Durchschnitt 31,72 Kronen Prämie gezahlt worden ist. Die Tagesverdienste waren folgende in schwed. Kronen: Förderer 3,28, Bohrhauer 3,87, Kutter 2,51 andere Arbeiter 2,89. Diese Löhne müssen als mäßige bezeichnet werden.

Einen interessanten Beitrag zum heftigen Kampf zwischen Elektrizität und comprimierter Luft beim Antrieb der Bohrmaschinen bietet nachfolgende in schwedischen Kronen ausgedrückte Kostenzusammenstellung:

	Kolningbergsfältet				Storgrufran			
	Gesamtauslagen	Auslagen pro gebohrten Meter	Selbstkosten		Gesamtauslagen	Auslagen pro gebohrtem Meter	Selbstkosten	
			ohne	mit			ohne	mit
	K	K	Amortisation		K	K	Amortisation	
Löhne des Bohrpersonals	1 764,04	0,973	42,7	35,1	1 799,20	1,031	53,4	42,8
Compressorreparatur	375,66	0,207	9,1	7,4	4,84	0,003	0,2	0,1
Luftröhrenreparatur	83,05	0,046	2,0	1,7	—	—	—	—
Bohrmaschinenreparatur	770,22	0,425	18,7	15,3	458,11	0,263	13,6	10,9
Betriebskosten des Luftcompressors . .	1 138,50	0,628	27,5	22,6	1 104,40	0,633	32,8	26,3
	4 131,47	2,279	100,0	82,1	3 366,55	1,93	100,0	80,1
Amortisation des Compressor und Zugehör der Luftleitung, Bohrmaschinen	210,00	0,116	—	4,2	250,00	0,143	—	5,9
	688,00	0,380	—	13,7	590,00	0,338	—	14,0
Hauptsumme	5 029,47	2,775	—	100,0	4 206,55	2,411	—	100,0
Pro gebohrtem Meter			1,812 ₄				1,745 ₅	

In 8stündigen Schichten wurden pro Bohrmaschine 6,36 m, beziehungsweise 6,66 m gebohrt, die durchschnittliche Tiefe der Bohrlöcher war 1,00 m, beziehungsweise 1,23 m. In den Norberger Gruben wurde 1900 15 790 kg Dynamit verbraucht.

Sowohl hier als auch in Dannemora, Grängesberg und Persberg habe ich Bohrungen mit Crälius'scher Bohrmaschine zu sehen Gelegenheit gehabt. Die Einrichtung dieser Bohrmaschine ist aus Fig. 16 Taf. XIV leicht zu entnehmen. Ich glaube nur noch bemerken zu

müssen, dass an der Bohrkronen 8 Diamanten, jeder $1\frac{1}{2}$ —2 Karat im Gewicht, abwechselnd derart eingesetzt sind, dass 4 auf den inneren und 4 auf den äußeren Rand der Bohrkronen entfallen. Diese Diamantbohrung erfreut sich in Schweden großer Verbreitung; jährlich werden mehrere tausend Meter Bohrlöcher mit solchen Maschinen gebohrt. In Gellivara allein wurden 1895 und 1896 zusammen 31 Bohrlöcher mit der Gesamttiefe von 2056 m gebohrt. Diese Bohrungen unternimmt die Stockholmer „Svenska Diamant Borrnings aktie bolaget“. Die größte Tiefe eines Bohrloches soll 130 m gewesen sein. Bohren kann man in jeder beliebigen Richtung. Als Bohrdiamanten werden meistens südamerikanische oder afrikanische „Carbons“ verwendet. Als die besten Carbons werden diejenigen von Uijldert in Amsterdam oder De Jong in Paris gerühmt. Der Preis solcher schmutziggrauen Carbons war im Vorjahre 174 Kronen pro Karat.

Der Preis eines Bohrloches variiert je nach dem durchbohrten Gestein, ist aber auch unveränderlich. So zahlt z. B. die Persberger Grufve aktie bolaget der oben benannten Firma nach jedem gebohrten Meter, in was für Gestein immer, angeblich 25 schwed. (= 33,25 ö.u.) Kronen, aber die Grube hat 3—4 Mann zur Bedienung der Maschine, dem von der Bohrunternehmung bestellten Bohrmeister und die Betriebskraft umsonst beizustellen. Die Betriebskraft ist entweder Elektrizität oder ein Petroleum- oder Benzinmotor. In Persberg hatte ich Gelegenheit, in einer größeren Grube eine solche Bohrung, welche mit einem 1 m hohen 2 pferdekräftigen Petroleummotor angetrieben war, zu sehen (Fig. 17 Taf. XV). Bei dieser Grube sind in den letzten Jahren 8—10 000 schwed. (= 10 600—13 300 ö.u.) Kronen für Diamantbohrungen ausgegeben worden. Der von der Unternehmung beigestellte Bohrmeister besorgt auch das Wechseln der Diamanten.

In Norberg werden andere Preise bezahlt. Für ein Bohrloch, dessen Bohrkern circa 27 mm Durchmesser ist, werden über 20 m pro Meter 17,5 schwed. Kronen, unter 20 m 22 K bei Handbetrieb gezahlt. Bei elektrischem Betrieb werden für ein Bohrloch, welches tiefer als 100 m ist, 17,5 K und bei kleinerer Tiefe als 100 m 22 K gezahlt.

Bei den anderen schwedischen Verhältnissen werden — wie mir an Ort und Stelle mitgeteilt wurde — im Kalk und Dolomit 3—4 m, im Eisenerz 2—3 m, im quarzigen Granulit 1—2 m, im Skarn 1,5 m Bohrlochtiefe pro 10stündiger Schicht geleistet.

In Vaskö, Süd-Ungarn, ergab der Vortrieb mit Cräliusbohrung pro Minute in Eisenerz 4,4 mm, somit pro Stunde 0,264 m mit Handbohrung, mit elektrischem Antrieb aber 14,2 mm pro Minute oder 0,852 m pro Stunde.

Der Preis einer solchen Bohrmaschine ist 4400 K incl. einer Garnitur mit Diamant besetzter Bohrkronen, Handpumpe und 90 m Bohrröhre. Das Gewicht eines Diamanten ist $1\frac{1}{2}$ —2 Karat.

Es ist nothwendig, dass die Circulation des Wassers eine richtige sei, daher müssen zu diesem Behufe auf der

Innen- und Außenfläche der Bohrkronen, sowie auf der äußeren Fläche des Bohrkernbrechers Wassercanäle angebracht werden.

Außer der in den obigen Abbildungen vorgeführten gibt es auch eine große Crälius'sche Diamantbohrmaschine für Tiefen bis 300 m, deren Preis mit 8900 ö.u. Kronen angegeben wurde.

IV. Persberg. Diese Grube ist auch eine der ältesten Schwedens; es wurde hier schon um 1360 Eisenerz gewonnen. Die jetzige Jahresproduction ist nicht groß, aber die Qualität des Erzes besonders nach der magnetischen Separation eine vorzügliche. Der erzeugte Magnetit hat 46—58% Fe, 0,012—0,03% S, 8,1—18,12% SiO₂, 0,001—0,01% P.

Die Kenntnis des Persberger geologischen Vorkommens der Eisenerze ist für uns deshalb von Wichtigkeit, weil es mit dem Vaskö-Dognäeskaer Eisenerzvorkommen viele Aehnlichkeit aufweist und in der Literatur zwischen den Fachgeologen Halaväts und Sjögren zu eingehenderen Auseinandersetzungen geführt hat. In Persberg kommt nur Magnetit vor. Das Grundgestein ist Granulit, welcher oft in hälleflintaartiges Gestein übergeht. Das Eisenerz tritt in unregelmäßigen linsenartigen Stücken, in einem granartigom „Skarn“ auf.

Im nördlichen Theil der Persberger Grube fand ich einen in Eisenerzgruben selten beobachtbaren kolossalen Gebirgsdruck, welcher von dem in große Blöcke zertrümmerten Eisenerz und Nebengestein herrührt. Im Südtheil der Grube sind die Festigkeitsverhältnisse günstige und kann man hier ohne Versatz arbeiten. Der durch den Ausbau des Eisenerzes entstandene Hohlraum communicirt zu Tage (Fig. 19, Taf. XV). Nebenbei erwähnt habe ich in der Grube, etwa 100 m unter der Tagdecke, hineingewehten ewigen Schnee beobachten können.

In Persberg sah ich die größte existirende Grubenkarte, für welche die Eisenerzstücke mit dem Magnetometer constatirt worden sind. Die Erfindung der magnetischen Kartirung ist bekanntlich ein schwedisches Geistesproduct; man findet fast bei jeder Eisenerzgrube in Schweden derlei magnetische Karten. Die magnetischen Messungen wurden ursprünglich mit der schwedischen Bussole gemacht, deren Magnethadel in einer länglich cylindrischen messingenen Kapsel derart angebracht ist, dass sie sowohl die Declination als auch die Inclination anzeigt. Zu exacten Messungen wird der Thalén'sche Magnetometer und die Tiberg'sche Inclinationswage verwendet. Die Beschreibung dieser Instrumente und der Messmethoden findet man in Dahlblom: Ueber magnetische Erzlagerstätten und deren Untersuchung durch magnetische Messungen.

Die Kartirung fand ich bei allen besuchten schwedischen Bergbauen auf gleichem Princip beruhend durchgeführt, was einestheils in den gesetzlichen Bestimmungen, anderentheils aber in den ähnlichen Grubenverhältnissen seine Begründung hat. Bei jeder Grube fand ich folgende Karten: obertägige Situation, obertägige magnetische Kraftlinienkarte, obertägiges trigonometrisches Netz,

worauf Horizontalschnitte auf eine Entfernung von 5—8—12—22 m, wie es gerade erforderlich ist, folgen und endlich in entsprechender Weise gelegte Kreuz- und Längsschnitte. Alle diese auf Leinwand gespannten Karten werden derart in ein Buch gebunden, dass jedes Blatt behufs Nachtragung für sich herausgenommen werden kann. Dies wird dadurch erreicht, dass die Karten auf deren linken Seite 2 oder 3 Löcher haben, durch welche sie mit starkem Bindfaden oder mittels Flügelschraube zusammengehalten werden. Das Titelblatt enthält außer dem Titel die Farben- und Zeichenlegende, die Constanten, die Art der Bestimmung der Nordlinie, berggeschichtliche Daten und andere wichtigere Aufschreibungen. Auch die mit der Crälius'schen Bohrmaschine durchbohrten Schichten werden genau eingetragen.

Die oben erwähnte magnetische Karte der Umgebung von Persberg umfasst 35 Blätter à 700 × 700 m Flächen. Jede Karte ist in 10 × 10 m Quadrate eingetheilt, hat somit 4900 Beobachtungspunkte. Da auf jedem Beobachtungspunkt 2 Beobachtungen gemacht werden, so sind auf jedem Blatt 9800 oder auf 35 Blättern zusammen 343 000 Beobachtungen kartirt. Auch im Winter sind auf dem in der Nähe befindlichen See Kartirungen gemacht und ist das unterseeische Fortsetzen des Eisenerzuges constatirt worden.

Fig. 18, Taf. XV zeigt die Krangrufvan von Persberg. Rechts unten sieht man zwei parallele weiße Streifen; diese sind die zwei Arme des Feldgestänges einer Kraftübertragung.

Indem ich hiemit meinen Bericht schliesse, sei es mir erlaubt auch an dieser Stelle nachfolgenden Herren, welche mich mit Rath und That unterstützt haben, zu danken und zwar den Herren: Fränkel, öst.-ung. Generalconsul, sowie Professor Wiborg und Professor Petersen in Stockholm, Kapitän Hammerskiöld in Dannemora, Generaldirector Jungwirth, Director Odelstjerna, Oberingenieur Witt in Falun, den Directoren Salwén und Dr. G. Nauckhoff, Ober-Ingenieur in Brunnberg, den Ingenieuren Josephson und S. Nauckhoff in Grängesberg, Larson Hüttenbesitzer in Bredsjö, Jungner, Oberingenieur in Persberg, Disponenten Grånström in Norberg und Dr. Sundbårg in Stockholm.

Literatur:

v. Ehrenwerth: „Das Eisenhüttenwesen Schwedens“, 1885.
 Dr. L. Beck: „Die Geschichte des Eisens“, Braunschweig 1890.
 Nordenström: „L'industrie minière de la Suède“, Stockholm 1897.
 Nordenström: „Mellersta sveriges gruf utställning“, Stockholm 1897.
 N. Hedberg: „The Grängesberg Iron Mines in 1898“, Falun 1898.
 Dr. R. Beck: „Lehre von den Erzlagerstätten“, Berlin 1901.

Reibungskoeffizienten zwischen Holz und Eisen.

Über Auftrag des kgl. Oberbergamtes in Dortmund und des Vereines für bergbauliche Interessen zu Essen führte L. Klein, Professor an der kgl. techn. Hochschule in Hannover, Bremsversuche zur Sicherstellung des Reibungskoeffizienten zwischen Holz und Eisen behufs Anwendung derselben bei Berechnung und Konstruktion der Bremsen für Fördermaschinen aus und veröffentlichte die Ergebnisse derselben im I. Hefte (Jahrgang 1903) der preussischen „Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen“. Dieser Publikation wurde auch die

nachstehende Tabelle über gefundene Reibungskoeffizienten für Umfangsgeschwindigkeiten von 1—20 m/Sek. und spezifische Auflagedrucke von 0,5—10 kg/cm² entnommen.

Die bei den Versuchen verwendeten Bremsklötze wurden aus lufttrockenem Holze hergestellt; die angeführten Reibungskoeffizienten beziehen sich auf ein in Längsfaser beanspruchtes Holz, weil es in diesem Zustande fast ausnahmslos bei den Fördermaschinenbremsen verwendet wird.

Material der Bremscheibe	Zustand der Bremscheibe beziehungsweise des Bremsklotzes	Buche	Eiche	Pappel	Ulme	Weide
Gusseisen sauber bearbeitet	Bremsscheibe sauber abgewischt	0,28 bis 0,30	0,29 bis 0,31	0,34 bis 0,37	0,32 bis 0,38	0,43 bis 0,48
	Bremsscheibe mit Benzin gereinigt	0,36 bis 0,38	0,30 bis 0,32	0,39 bis 0,41	0,36 bis 0,39	0,41 bis 0,50
Schmiedeeisen sauber bearbeitet	Bremsscheibe sauber abgewischt	0,51 bis 0,56	0,48 bis 0,54	0,52 bis 0,73	0,57 bis 0,64	0,41 bis 0,93
	Bremsscheibe mit Benzin gereinigt	0,52 bis 0,55	0,38 bis 0,42	0,56 bis 0,62	0,47 bis 0,51	0,58 bis 0,62
Schmiedeeisen unbearbeitet	Bremsklotz mit Öl getränkt	0,28 bis 0,41	0,41 bis 0,59	0,49 bis 0,74	0,34 bis 0,42	0,33 bis 0,45
	Bremsscheibe sauber abgewischt	0,24 bis 0,49	0,38 bis 0,56	0,15 bis 0,25	0,09 bis 0,17	0,13 bis 0,15
	Bremsscheibe wenig geölt	0,16 bis 0,34	0,12 bis 0,28	0,17 bis 0,35	0,14 bis 0,29	0,15 bis 0,21
	Bremsklotz mit Öl getränkt	0,10 bis 0,14	0,12 bis 0,15	0,11 bis 0,12	0,11 bis 0,14	0,13 bis 0,16

Aus der Tabelle ersieht man, dass nur bei sauber bearbeiteten Bremscheiben der Reibungskoeffizient sehr wenig schwankt und daher lediglich für solche Scheiben anwendbar ist.

Der Reinlichkeitszustand der Bremscheibe und des Bremsklotzes spielt ebenfalls eine wichtige Rolle; ganz reine oder sauber abgewischte Scheiben, wie letztere beim Betriebe ohne besondere Mühe erhalten werden

können, ergeben gute und gleichmäßige Werte der Reibung. Dagegen ruft schon ein wenig Öl bedeutende Schwankungen des Reibungskoeffizienten hervor, je nachdem der Holzklotz das Öl aufzusaugen vermag.

Auch die Holzbeschaffenheit ist von besonderem Einfluss auf die Reibungsgröße. Harte Hölzer, wie Buche und Eiche, geben bei sauber bearbeiteten Scheiben zwar kleinere Reibungskoeffizienten, sind jedoch gegen etwas

Fig. 1.



Umgebung von Persbo.

Fig. 4.



Grube Gellivara.

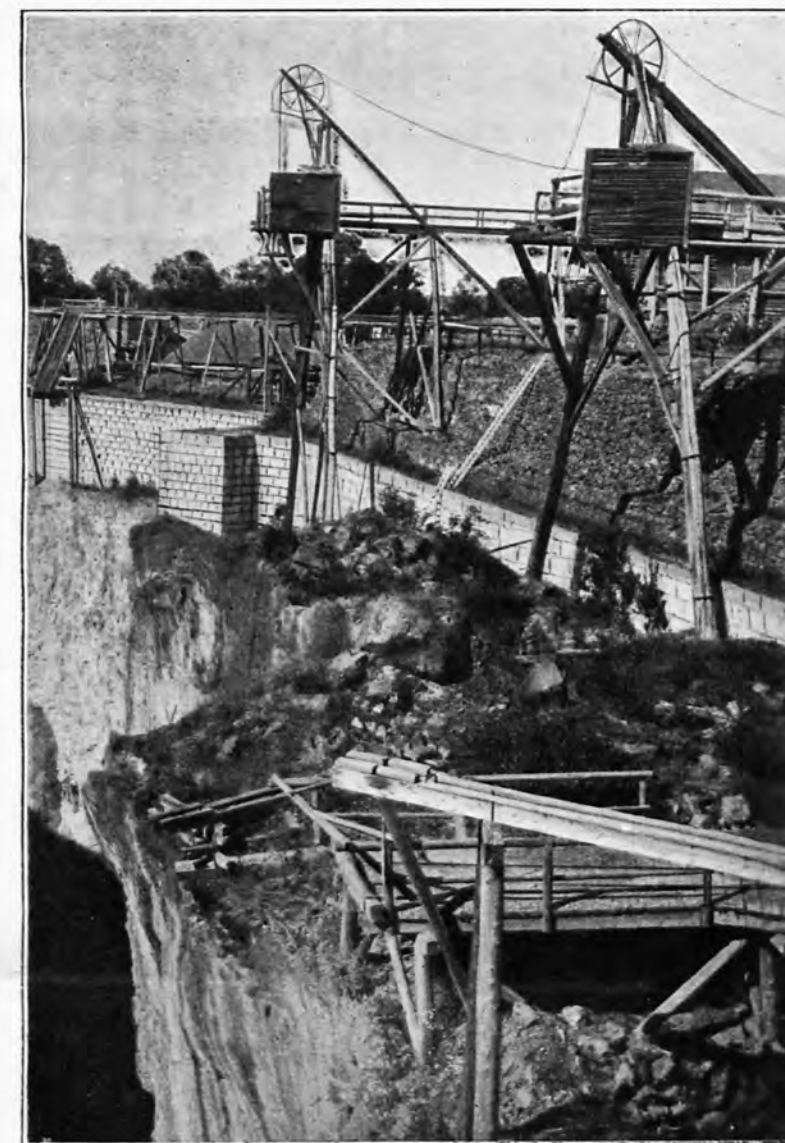
Fig. 2.



Umgebung von Striberg.

Fig. 6.

Fig. 3.



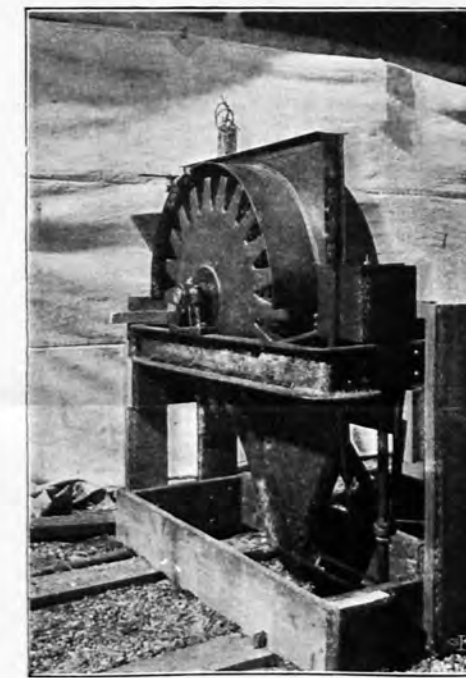
Grube Dannemora.

Fig. 11.

Fig. 12.



Erzverladung in Gellivara.



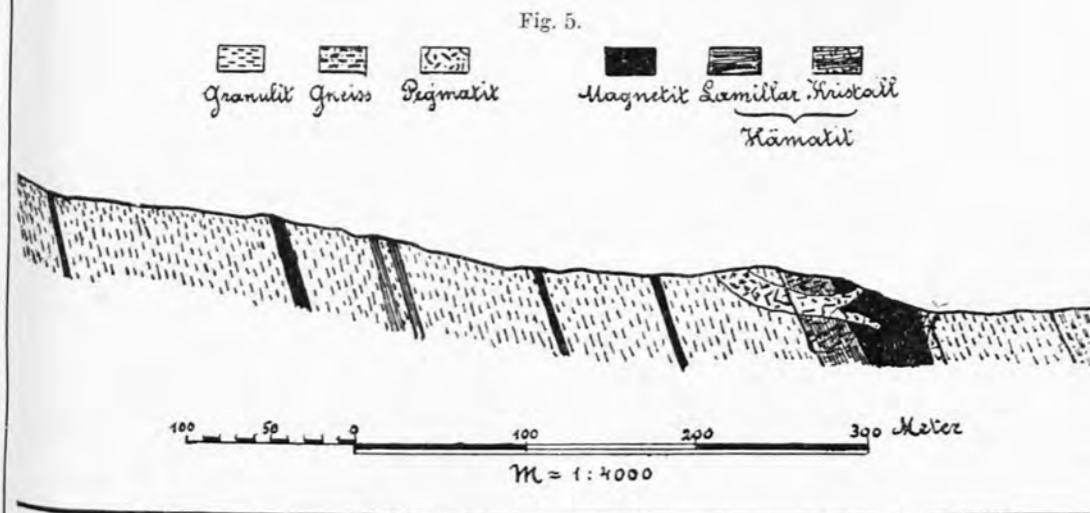
Erikson-Separator.



Á. ZSIGMONDY: Über den schwedischen Eisenerzbergbau.

Á. ZSIGMONDY:

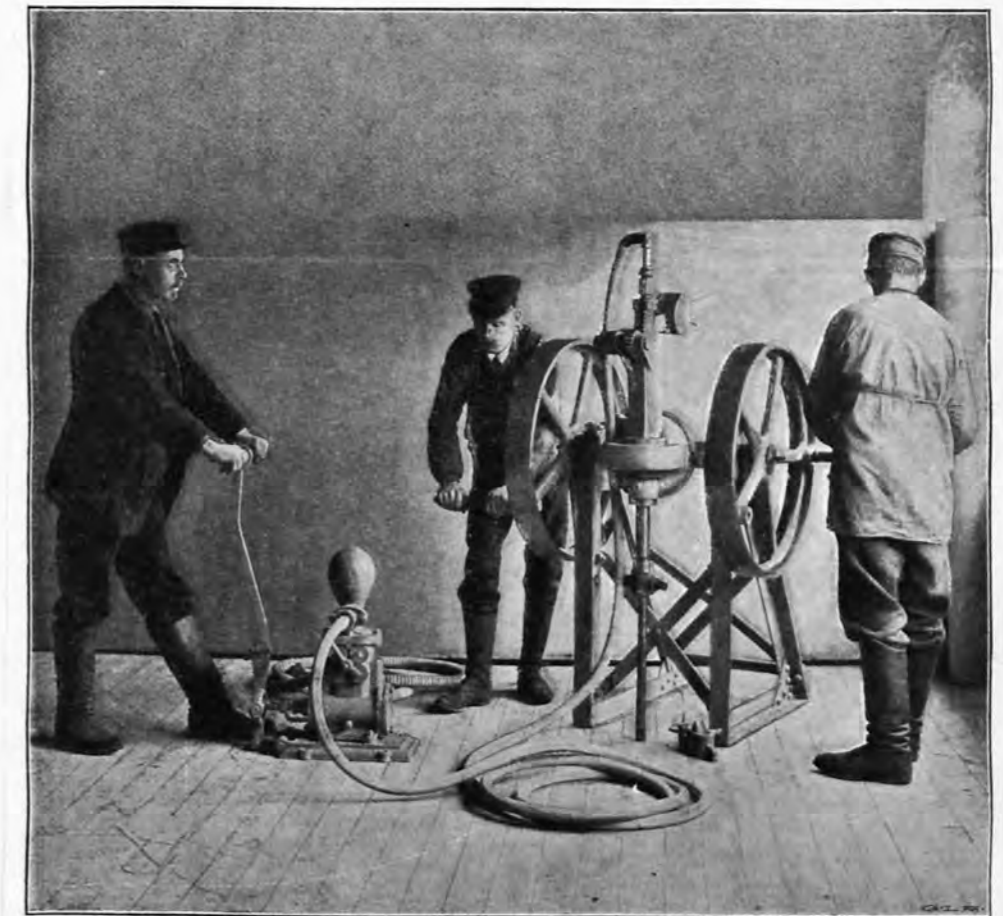
Über den schwedischen Eisenerzbergbau.



Grängesberger Eisenerzvorkommen.



Grube Gängsberg. Tagbau.



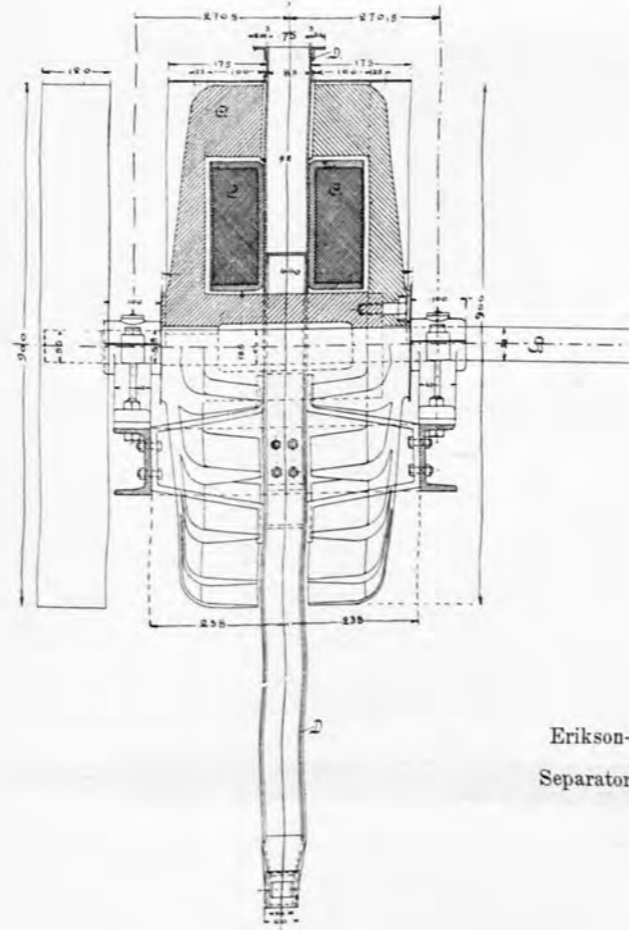
Crälius'sche Diamantbohrung.

Fig. 8.



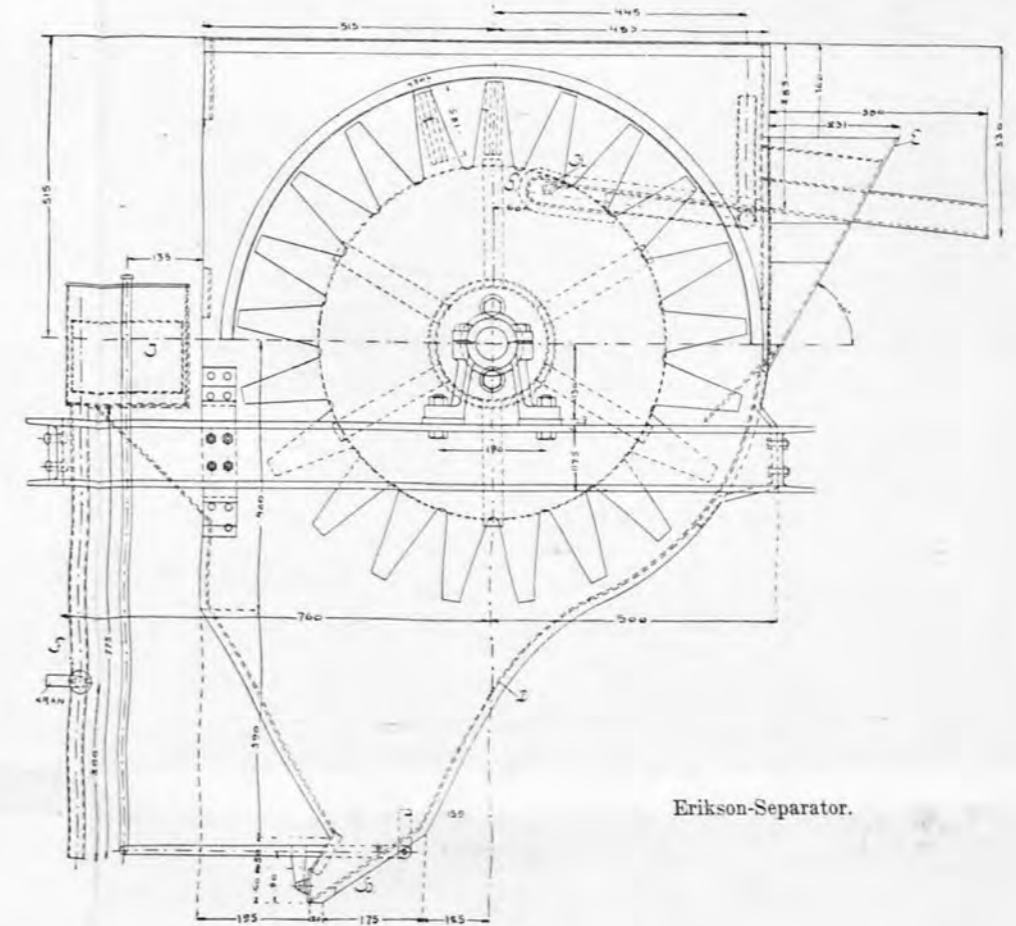
Grube Persberg.

Fig. 9.



Erikson-Separator.

Fig. 10.



Erikson-Separator.

Á. ZSIGMONDY:
Über den schwedischen Eisenerzbergbau.

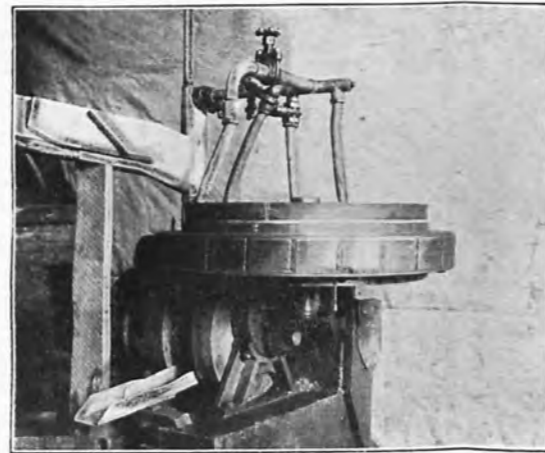


Fig. 15.

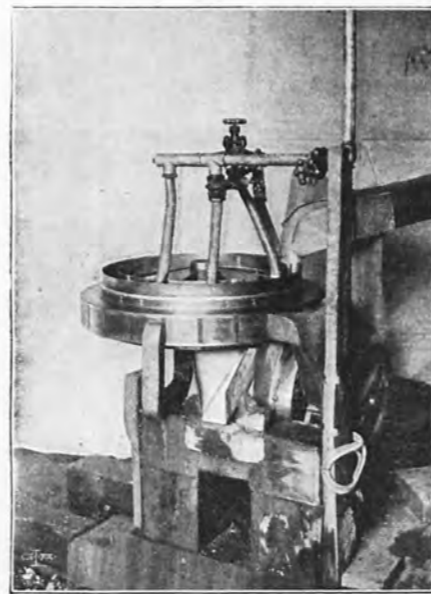


Fig. 14.

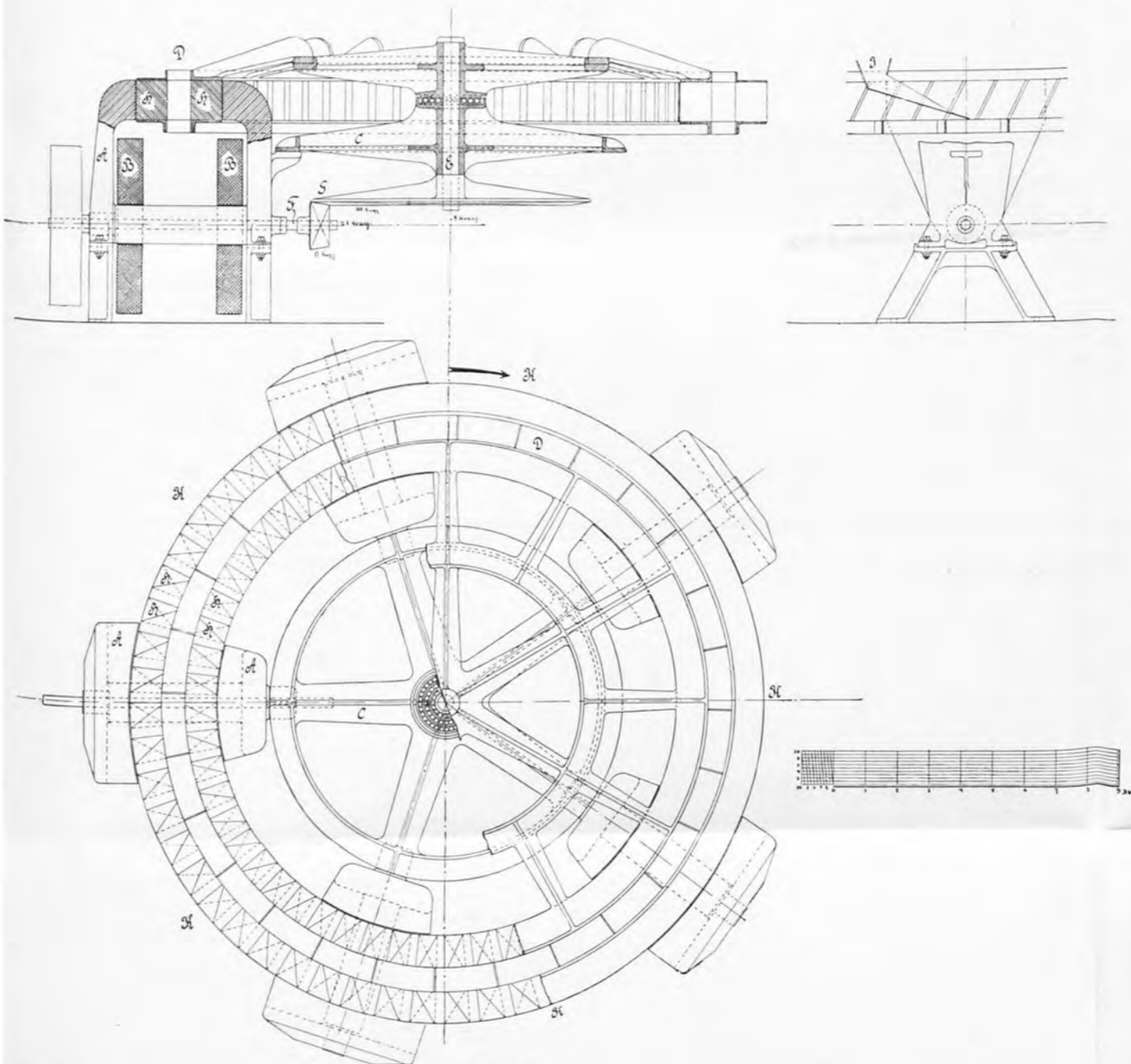
Forstner-Separator.



Fig. 18.

Persberger Grube.

Fig. 13.



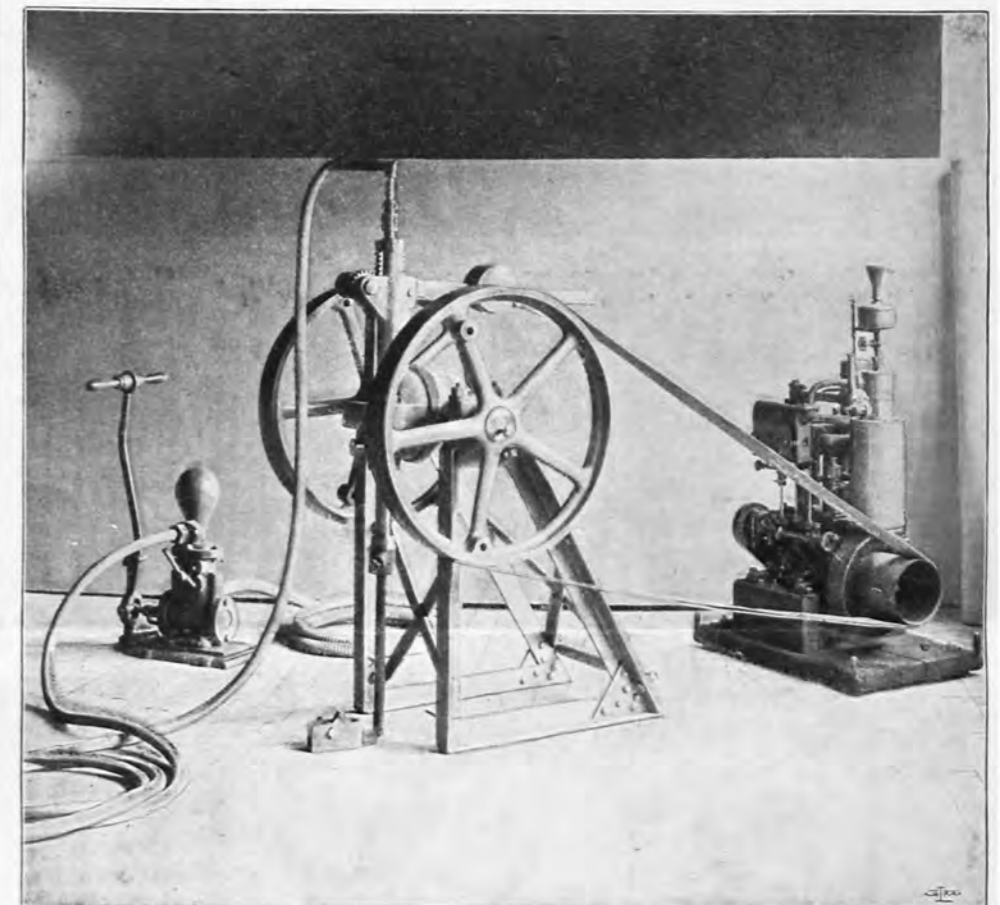
Forstner-Separator.

Fig. 19.



Persberger alte Grube.

Fig. 17.



Diamantbohrer mit Petroleummotorantrieb.