

Es war darum naheliegend, dass man die Verwerthung der in den Gruben entwickelten Grubengase anstrebte.<sup>20)</sup> Doeh ist man bis nun über Versuchsstadien nicht hinausgekommen und wird eine rationelle Nutzbarmachung im Grossen wohl nicht so leicht durchführbar sein.

Werfen wir nun nochmals einen Rückblick auf die uns vorliegende Behrens'sche Arbeit, so können wir recapituliren:

<sup>20)</sup> Siehe Zeitschr. f. B. H. und S. W. v. J. 1889. Oesterr. Zeitschr. v. J. 1893 von J. Mauerhofer u. a. O.

1. Dass uns die Bearbeitung des 1. Theiles manche werthvolle und in der Praxis verwertbare Winke an die Hand gibt und

2. dass wir aus der überaus ausführlichen und umständlichen Bearbeitung des 2. Theiles zwar einen tiefen Einblick in alle Gruben- und Betriebsverhältnisse der Zeche Hibernia gewinnen, dass wir jedoch den theoretischen Entwicklungen und daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen nicht zustimmen und daraus eine Nutzenanwendung für uns nicht ableiten können.

## Die alten Kupferwerke des Sinai.

Einem höchst interessanten Vortrage Bertholet's entnehmen wir nach Echo des Mines, dass diese Werke ungefähr 5000 bis 1200 Jahre vor unserer Zeitrechnung im Betrieb gewesen sind. Die Reste derselben liegen nahe der Küste des Golfs von Suez; man bearbeitete zwei Lagerstätten, die von Wadi-Maghera und etwas später diejenige von Serabil-el-Khadem; beide treten im Sandstein auf, nicht in den Porphyren, die die Hauptmasse des Berges bilden. Ausser Kupfer kommen Eisenerze (Hämatit), Eisensandstein, auch Gyps vor, während Kalk zu fehlen scheint. Alte Strecken existiren noch, ebenso Ueberreste von Oefen, Tiegeln, Schlacken, bergmännischen Wohnungen, Gezähen etc.

An Kupfererzen kommen Türkise, ein Kupferhydrosilicat und mit Kupfersalzen imprägnirte Sandsteine vor; sie gehören wahrscheinlich dem eisernen Hut des Lagers an, während die tiefen Kieslager nicht erreicht wurden. Die Türkise erscheinen isolirt oder im Eisensandstein zerstreut; sie enthalten nach Frenzel 3,32% Kupferoxyd. Auch die kupfersalzführenden Sandsteine sind arm; das Erz erscheint in dünnen eingelagerten Schnüren und kleinen Knoten und besteht aus einem Gemenge von Carbonat und Hydrosilicat. Das Gestein ist stets sehr arm an Kupfererzen, die eine mühsame Scheidearbeit beanspruchten; letztere wurde ausschliesslich von Gefangenen und Selaven ausgeführt, und war auf diese Weise überhaupt nur möglich.

Die Erze wurden selbstredend mit Holz verschmolzen, dessen Art aber unbestimmbar ist, es musste jedenfalls anderswoher bezogen worden sein, da der Sinai unbewaldet ist.

Unter den metallurgischen Resten befindet sich kein Stein; da keine Kieserze vorkamen, sind dies nur Kupferschlacken. Man hat schwere schwarze oder dunkelbraune und weisse leichte Schlacken, auch unvollkommen verglaste Sandsteine gefunden. Diese mehr oder weniger eisenhaltigen und jedenfalls mit Hämatitzuschlag versehenen Sandsteine dienten als Flussmittel. Jedenfalls sind die Gemenge schlecht geschmolzen, sie bestehen aus schwerschmelzenden Stoffen, deren Homogenität nicht gross sein konnte, was alles Zeichen eines unvollkommenen Betriebes sind. Manche Schlacken waren auch sehr flüssig, sie umhüllen ein Knochenfragment

eines kleinen Thieres, das nicht stark calcinirt erscheint. Die Schlacken (laitiers) bestehen aus dichten compacten Stoffen und enthalten wenig Blasen, stellenweise besitzen sie ein krystallinisches Aussehen. Der mikroskopischen Untersuchung nach zerfallen sie in zwei Gruppen. Die besser krystallisirten enthalten reichliche Krystalle von eisenhaltigem Peridot und Magnetit-octaeder. Diese Schlackenart bildet sich bekanntlich bei allen metallurgischen Operationen, bei welchen Eisen und Kieselerde in passenden Mengen vorhanden sind. Die andere Schlackengruppe wird von gewöhnlichen, stellenweise mit Magnetit- und Feldspathkrystallen vereinigten Pyroxenen gebildet. Diese Schlacken sind weniger basisch wie die vorigen; sie enthalten Kalkerde von kalkigen Gangarten. Eine solche enthält viel Cuprit oder rothes Kupferoxydul in recht deutlichen Octaedern, gemischt mit metallischem Kupfer. Kurz, diese ältesten Schlacken bestehen aus denselben Producten und zeigen die gleichen Eigenthümlichkeiten wie die heutigen. Auch einige Metalltropfen mit stellenweise schwarzen, grünen und blauen oxydischen Producten und peripherischen Schlacken sind zu erwähnen. Von Oefen und Tiegeln hat man nichts ganz gefunden, nur zahlreiche Reste, wobei sich die Fragmente von Oefen und Tiegeln nicht wesentlich von einander unterschieden. Die Ofenwände scheinen hauptsächlich aus Sandsteinblöcken construirt gewesen zu sein, während die Tiegel aus einem Quarzsand mit thonigem Cement bestanden. Aber bei dem heutigen verglasten Zustand der Reste lassen sich die Materialien schwer bestimmen. Es waren in der Hauptsache Sandsteine mit gewissen Kalkmassen. Diese Reste sind theils compact, theils blasig; sie besitzen abgerundete Quarzkörner, die an den Rändern abgeschmolzen sind. Hie und da findet man Rutil- und Zirkonkrystalle, die aus dem Sandstein herrühren und der Hitze und den Flussmitteln widerstanden haben. Sie sind mit Nadeln von eisenhaltigem Pyroxen und Anorthit vergesellschaftet und das Ganze ist in farbloses oder dunkelgelbes Glas eingebettet. Diesen verschiedenen Producten ähnliche findet man übrigens auch in der heutigen Industrie.

Die Gezähereste bieten ein besonderes Interesse; sie wurden in Ruinen der Wohnungen gefunden und sind dreierlei Art. Das Eisen diente zur Bearbeitung

des Gesteins, es ist an einem Ende gebogen, am anderen abgebrochen, der Rest ist 37 mm lang, 16 mm breit, in der Hauptmasse 10 mm dick und nimmt bis zur Spitze auf 3 mm Stärke ab. Dies Gezähe ist gegossen, aber in einer groben Form, es besteht aus Kupfer ohne merklichen Zinngehalt, aber mit viel Arsen. Der Ursprung dieses Metalls und wie dasselbe in das Gezähe gekommen, ist unbekannt, wahrscheinlich ist das Arsen in den Gezähguss besonders gethan, vielleicht als Mispickelzusatz. Die Patina des Eisens ist grünlich und enthält Chlor.

Der Rest eines Meissels (burin) ist kleiner und weniger roth, ebenfalls zerbrochen; er ist 24 mm lang, 6—4½ mm breit und 4—3 mm dick. Die Spitze scheint viertheilig gewesen zu sein, ist aber abgestumpft und zerstört. Das Metall ist sehr hart, eine sehr zinnarme und arsenfreie Bronze; der gelbbraune Rost enthält Carbonate der Kalkerde, des Eisens und ein wenig Kupfer.

Die Nadel endlich bedeckt dicke Patina von Kalkcarbonat und Kupfer, unter welcher die Nadel 54 mm

lang und nahe 1 mm dick ist; sie besitzt ein Ohr und besteht aus zinnfreiem Kupfer, wenig Arsen und unmerklichen Antimonspuren. Die Anwesenheit von Arsen und Zinn in einigen Gezähnen und das Fehlen in anderen beweist, dass die Egyptianer damals schon nach Belieben die Eigenschaften ihrer Metalle durch Einführung von fremden Stoffen zu modificiren verstanden. Das Kupfer war damals noch ein seltenes Edelmetall und rechtfertigt einen so mühevollen Betrieb. Aber ähnliche Erze verhüttet man noch heute wie damals, das heisst, mit Holz als Reductionsmitteln in Verbindung mit kieseligen, eisenhaltigen und kalkigen Flussmitteln.

Die Sinai-Gruben wurden vor 3000 Jahren wegen Armuth und Seltenerwerden der Erze, wohl auch wegen der schwierigen Verbindung mit dem eigentlichen Egypten aufgegeben. Aber nichtsdestoweniger ist der Hinweis darauf interessant, dass man wahrscheinlich schon vor 7000 Jahren Prozesse wie die heutigen anwendete; sie gründeten sich auf eine Empirie, deren Ursprung leicht begreiflich ist und die keine eigentlich theoretischen Kenntnisse nöthig hatte. x.

### Gewinnung von Schieferöl in Frankreich.<sup>1)</sup>

Während einer langen Periode hatte Frankreich das Monopol der Schieferölindustrie, deren Beginn dort auf das Jahr 1830 zurückzuführen ist, zu welcher Zeit von Laurent nachgewiesen wurde, dass durch Destillation von bituminösem Schiefer in einem geschlossenen Gefässe ein Rohöl erhalten wird, das bei geeigneter Behandlung Brenn- und Schmieröl, Paraffin, Ammoniakwasser und Theer liefert. In den Becken von Autun (Saône-et-Loire) und Buxières-la-Grue (Allier) erstanden zahlreiche Destillirhütten und danach begann auch Schottland seine Schieferlager in dieser Art zu verwerthen. Nach 30 Jahren erfolgreichen Betriebes trat dem Oel ein gefährlicher Concurrent im Petroleum entgegen, dessen Preis durch fortwährende Entdeckung neuer Vorkommen in Amerika, Russland u. s. w. mehr und mehr herabging, und da die Fabrikanten des Schieferöls angesichts der früher erzielten Erfolge es versäumten, rechtzeitig an die Vervollkommnung der Erzeugungsmethoden zu denken, konnte eine Krise nicht ausbleiben. Um ein Tausenden von Arbeitern drohendes Verhängniss abzuwenden, sah die französische Regierung sich im Jahre 1890 genöthigt, eine Prämie auf jeden Hektoliter erzeugten Schieferöles auszusetzen, und von da ab erst begannen die Erzeuger Verbesserungen einzuführen, welche sie den schottischen Fabriken entlehnten.

Das Vorkommen von Autun, welches der Perm-Formation angehört, nimmt eine Fläche von 19 000 ha ein und enthält 9 Schieferlager, von welchen 7 ausgebeutet werden; deren Mächtigkeit beträgt meist 2 bis 2,5 m. Zu Buxières befinden sich 2 ebenfalls dem Perm

angehörnde Lager, von welchen nur eines abgebaut wird. In Autun wurden 1890 156 000 t, in Buxières 51 000 t Schiefer und nebstdem 9000 t Boghead gewonnen, welches letztere zur Anreicherung von Gas und Erzeugung reichen Gases lohnende Verwendung findet und einen Preis von 50 Francs die Tonne erzielt. In der Umgebung jener Orte stehen 11 grosse und 8 kleinere Destillirhütten.<sup>2)</sup>

Die Oelschiefer lagern in einer Tiefe von 50—100 und mehr Meter unter dem Rasen. Nachdem die Grenzen des Vorkommens durch Bohrungen festgestellt sind, wird der Hauptförderschacht, in dessen Nähe man auch die Destillirhütte errichtet, derart angelegt, dass die unterirdische Förderung aus den einzelnen Theilen des Lagers, oder wenn mehrere getrennte Lager vorhanden sind, von diesen zum Hauptschacht am billigsten zu stehen kommt. Die 3—4 m weiten Abbaustrecken erfordern meist keine Versicherung der Ulmen, weil das dem Schiefer anliegende Gestein, wie Kalk oder Sandstein, hinreichende Festigkeit besitzt. Erreichen die Strecken die Grenze des Lagers, so geht man gegen den Schacht zurück, indem man die Pfeiler abbaut und das Dach zu Bruch gehen lässt. Die Gewinnung erfolgt mittels Pickel und Pulver, die Blöcke werden auf ein Volum von 30—40 dm<sup>3</sup> zerkleinert und mittels Wagen und Förderschalen zu Tage gebracht. Die Beimengungen werden ausgeklaut und danach der Schiefer mittels Backenquetsche auf Stücke von 0,5—1 dm<sup>3</sup> zerkleinert; eine solche Quetsche verarbeitet täglich 110 t Material. Der Transport zu den Oefen erfolgt mittels eines horizontalen,

<sup>1)</sup> Nach Mittheilungen von F. Miron in Revue technique, 1896, S. 442 und 512.

<sup>2)</sup> In Schottland bestehen 11 Gesellschaften für Schieferöl-Erzeugung, welche im J. 1890 2 Millionen t Schiefer förderten.