

proportional ist, vorausgesetzt, daß der gelöste Stoff sich weder dissociiert, noch komplexe Moleküle bildet.

Bezeichnet  $\lambda$  die Gefrierpunktserniedrigung,  $m$  den Konzentrationsgrad (in g auf 100 g Nitroglycerin) und  $M$  das Molekulargewicht des gelösten Stoffs, so ist nach (1):

$$\lambda = 70,5 \cdot \frac{m}{M}$$

Das Vermögen eines Stoffs, den Gefrierpunkt des Nitroglycerins zu erniedrigen, ist also selbstverständlich nicht von dem Schmelz- oder Gefrierpunkt, der chemischen Zusammensetzung, seinem Charakter als ortho-, meta- oder para-Form usw. des betreffenden Stoffs, sondern lediglich von seinem Molekulargewicht abhängig.

## Der Schütttrösten Čermák-Spirek, seine Entstehung und Verbreitung.

VON VINZENZ SPIREK,

technischem Direktor der Quecksilbergwerke  
Siele & Cornacchino-Italien.

(Eingeg. d. 24./10. 1904.)

In der Zeitschrift für angewandte Chemie ist dieser Schütttrösten zweimal, und zwar:

1. von Direktor Alois Weiskopf 1901, Heft 18—19;

2. von Prof. Dr. August Harpf 1904, Heft 38 erwähnt worden.

Da sich in diesen beiden Abhandlungen und namentlich in der letzteren viele, auf mangelhaften Informationen beruhende Behauptungen und Schlußfolgerungen befinden, welche den wirklichen Tatsachen gar nicht entsprechen, will ich mit dieser kurzen Darstellung die Geschichte der Entstehung und Verbreitung dieses heute allgemein bekannten Schüttrofens der Öffentlichkeit übergeben.

Die Schütttrösten kann man in folgende vier Gruppen einteilen:

I. Gerstenhöfer mit dreieckigen, prismatischen Tonstäben in einem vertikalen Schachte.

II. Livermoor mit viereckigen Tonstäben in einem geneigten Schachte.

III. Hasenclever-Helbig mit Platten in schiefer Ordnung in vertikalem oder geneigtem Schachte.

IV. Čermák-Spirek mit dem Čermák-schen Schütttrichter in alternativen Reihen in vertikalem Schachte.

Den prinzipiellen Unterschied des letztgenannten Ofens von den anderen drei Systemen und namentlich von dem Hasenclever-Helbig findet man durch den Vergleich der auf Seite 395 des Handbuches der Metallhüttenkunde von Prof.

Dr. Schnabel (II. Teil, 2. Aufl. 1904) abgebildeten Grundfigur, mit den erwähnten in demselben Buche enthaltenen Schütttröstensystemen. Man sieht dann, daß durch die Anordnung des Schütttrichters: 1. das automatische Rutschen der Erze auf den zwei geneigten gegenüberliegenden Trichterseiten und die dadurch bewirkte Bildung immer neuer Oberflächen, welche von der oxydierenden Flamme berührt werden, 2. die vollständige Mischung der Erze durch den Zusammenstoß der zwei rutschenden Partien und das darauffolgende gemeinschaftliche Fallen in dem Halse oder Schachte des Trichters, und 3. die Verteilung in zwei Ströme auf der Kante der folgenden Trichterreihe, in der vollkommensten Weise erzielt wird.

Diese Punkte bilden die größten, nur diesem Ofensysteme eigenartigen Vorteile.

In der Schütttrichterform hat man einen so greifbaren Unterschied gegen die drei früher genannten Systeme, daß er unmöglich einem praktischen Metallurgen entgehen kann, sondern ernstlich anerkannt und gewürdigt wird.

Der Hüttner-Scott Schütttrösten ist ein echter Hasenclever-Helbig in einem oder mehreren Schächten mit einer eigenartigen Hüttner-Scott-Feuerung und Flammenleitung seit dem Jahre 1875 kombiniert. Der Ofen Hüttner-Scott repräsentiert somit kein selbständiges System, sondern nur eine Ofenkombination. Čermák, der schon im Jahre 1878 (nach seiner glanzvollen Laufbahn bei der Przibramer Hütte) in Idria die Vorstudien und Versuche über die Schütttrösten begonnen hatte, ist ohne jeweilige „Kenntnis der Konstruktion“ des Hüttner-Scott zu seinem Trichterschüttrofen gelangt; er hat die Zeichnungen im Jahre 1884 beendet; Spirek, der Čermák bei seinen Versuchen assistiert hat, wurde mit der Ausfertigung der Detailzeichnungen und Kostenanschläge betraut; er hat die Versuche mittels eines kleinen Schütttröstens in Gegenwart von Exeli als Vertreter des Ministeriums im Jahre 1886 vom 2./3. bis 10./4. durchgeführt.

Nach der Versetzung Čermáks nach Brixlegg (1886) ist Spirek der Bau des ersten Schütttröstens (die Hälfte des projektierten) samt den zugehörigen Versuchen über die Stuppverbrennung und Stuppfiltrierung übertragen worden. Die Inbetriebsetzung des Ofens, sowie die Durchführung der angedeuteten Versuche hat die Zeit vom 1./11. 1886 bis Ende Februar 1887 und viel Mühe und Arbeit erfordert. Aber dafür

waren die Resultate der Abröstung der Erze in bezug auf das Durchsetzquantum (14 t in 24 Stunden), sowie die ökonomischen Erfolge des Aufwandes an Löhnen und Brennmaterial im Vergleiche mit den anderen Öfen so glänzend, daß man Spirek mittels Erlasses Z 1040 vom 23./4. 1887 den sofortigen Bau anderer zwei, diesmal großer Schütttrösten für Fein- und Grobgriese übertrug. Diese Öfen sind in den Jahren 1887 und 1888 mit verschiedenen aus dem Betriebe des ersten Ofens begründeten Modifikationen ausgebaut und dem Betriebe übergeben worden.

Im Jahre 1890 dem Rufe der Besitzer von Siele folgend, kam Spirek in den bedeutenden Quecksilbergrubenbezirk von Monte Amiata in Italien, wo er die vollständige Einrichtung der Hüttenwerke nach der von ihm dort eingeführten Arbeitsmethode: „Nur mittels Schütttrösten und Schachtföfen“ und zwar: in Siele, Monte Buono, Cornacchino, Abbadia S. Salvatore, Cortevicchia — in den Jahren 1890 bis 1902 — durchgeführt hat.

Die beim Čermák-Spirek-Schütttrösten von Spirek durchgeführten Modifikationen sind folgende:

1. Statt vier Feuerungen nur zwei in der Längsachse des Ofens, und infolgedessen

2. statt vier Ofenkammern oder Schächten nur zwei beiderseits des Feuerungskanales.

3. Statt der leicht zerbrechlichen Abweiser die vertikalen, mit Schiebern regulierbaren Gaskanäle in der Außenwand, und Reverber- oder Rückkehrkanäle (vereinigt mittels eines Reinigungskanals) in der Mittelmauer.

4. Die Röstgasableitung statt in einem in acht Strömen oder Röhrentouren, und die dadurch erzielte kleine Depression im Ofen von 0,3 mm statt 2—4 mm der Wassersäule.

5. Die separate Ableitung der vor dem Eintritte in die Röstzone aus der Feuchtigkeit der Erze sich bildenden Wasserdämpfe mittels vermehrter (zwei) Röhrentouren des Kondensators, wodurch man einerseits die sonst so schädliche Arbeit an der Gicht beseitigt (bei den Öfen in Monte Amiata gibt es keine quecksilberkranken Arbeiter mehr), andererseits die Verarbeitung von 7—10 % Feuchtigkeit bringenden Erzen ermöglicht hat. Hierdurch wurde zugleich die Anlage von Trocknerapparaten bei vielen Hütten überflüssig.

6. Die wirkungsvollen Vorrichtungen zur Regulierung des gesamten Luftbedarfs, die sichere Lufterwärmung, die sichere Zuleitung zu den Verbrauchsstellen, je nach dem Wunsch

des Ofenleiters, so daß man das theoretische Luftquantum erreichen kann.

7. Die Vorrichtungen und Verteilung der Brenner zwischen dem Feuerungskanale und den Ofenkammern, d. h. in den Flammeneintrittsöffnungen und im Feuerungskanale selbst, so daß man mit Leichtigkeit die Temperaturen von 600—1200° erzielen kann.

8. Die Verteilung der Flammen in zwei unabhängige, regulierbare Ströme, einerseits um eine sofortige Korrektur der beim Röstprozesse durch Unvorsichtigkeit des Arbeiters vorkommenden Störungen zu beseitigen, ohne die verdorbenen Chargen repetieren zu müssen, andererseits, um die reduzierende, der oxydierenden folgende Röstung durchführen zu können, wodurch die eisenhaltigen Erze zur folgenden magnetischen Separation vorbereitet werden.

9. Die Vorrichtungen zur getrennten Ableitung der SO<sub>2</sub>-reichen und SO<sub>2</sub>-armen Röstgase, wenn man andere Schwefelmetalle als HgS röstet.

Durch diese Aufzählung der von Spirek gemachten Modifikationen ist die Berechtigung der Benennung: Čermák-Spirek-Schütttrösten nachgewiesen; sie wird auch von einem so gerechten und ehrlichen Fachmann wie Čermák gewünscht, um dadurch dem Verdienste seines treuen Mitarbeiters und des alleinigen Verbreiters dieses Ofens öffentlichen Ausdruck zu verleihen.

Andere Vorteile des Ofens:

Es ist noch zu bemerken, daß der „Čermák-Schütttrichter“

1. aus Steinen von verschiedenartigstem Format gebildet werden kann, wie er durch die Illustrationen in der Rassegna mineraria No. 7, 1902, „Torino“ von Spirek dargestellt worden ist, wo man auch die in Anwendung stehenden Kombinationen bei verschiedenen Werken und in diversen Epochen der Entwicklung des Ofens finden kann;

2. daß man während des Prozesses alle möglichen Messungen und Korrekturen der Arbeit in allen Etagen vornehmen kann.

3. Wie schon bei der Feststellung des Unterschiedes dieses Schütttröstens von den anderen Schütttrösten angeführt ist, werden die beim Rösten zu vollführenden Arbeiten: a) die Vorwärtsbewegung, dabei fortwährendes Darbieten neuer Flächen der Einwirkung der Flammen, b) das Mischen und fortwährende Verteilen des Röstgutes auf die vollkommenste Art und Weise in jeder Etage automatisch (d. h. durch die „Schwere“) durchgeführt. Wie man der zitierten Grundfigur des Čermák-Schütttrösttrich-

ters weiter entnehmen kann, werden durch die alternative Stellung der unteren Reihen kleine Reverber- oder Flammöfen mit direkter Heizung und Sohlenheizung und einem im Verhältnisse zu der Menge des darin befindlichen Erzes großen, durch die schiefen Flächen des Trichters der oberen Reihe formierten Gewölbe gebildet.

Die strahlende, beim Durchfließen der Flammen in diesen Gewölben aufgespeicherte Wärme unterhält eine gleichmäßige, lebhaft Röstung der Erze. Bei dem großen Ofen hat man in einer Zone der zwei Ofenkammern je 12, folglich 24 solche Reverber und somit in acht Zonen der normalen Ofenhöhe 192, wodurch eine Verteilung der großen Erzmassen in kleine, leicht zu behandelnde Partien erzielt wird.

4. Die entwickelte Wärme wird vollständig ausgenützt, oberhalb der Flammzone zum Vorwärmen der herunterrollenden Erze und unterhalb derselben zum Vorwärmen der im Ofen notwendigen Luft.

5. In dem großen einheitlichen Feuerungskanaale in der Mittelmauer des Ofens wird die rauchfreie Flamme dadurch erzielt, daß man die Roste alternativ bedient; in diesen Kanal strömt die vorgewärmte Luft durch viele in dem Mauerwerke befindliche Düsen ein, wodurch hochoerhitzte sauerstoffreiche Flammen entwickelt werden, welche noch mittels der 24, bei doppelter Leitung 48 Düsen in den Eintrittsöffnungen in die Rösträume, erhitzte Luft erhalten.

6. Bei den Quecksilberhütten am Monte Amiata werden die Rückstände (weil sie wertlos sind) mittels des zuerst zum Treiben der Turbinen, dann zum Kühlen der Kondensatoren benutzten Wassers direkt von dem Ofen weggeschwemmt, wodurch die Wegführarbeit erspart, und die Zahl der Ofenarbeiter auf zwei per Ofen und Schicht gesetzt wird.

7. Mittels dieses vollkommenen Ofens, der ausgedehntesten und ausgiebigsten Kondensatoren- und Flugstaubanlage, kann man über 20 t der tonigen pulverigen, und über 30 t der sandigen Quecksilbererze in 24 Stunden tottrösten, wobei der Feuchtigkeitsgrad 7—10 % betragen kann. Es werden Erze mit unter 0,2 % Hg noch zugute gebracht, dabei wird die Depression auf 0,3 mm im Ofen und auf 0,8 mm Wassersäule beim Ventilator reduziert, d. h. die Ofengase mit Quecksilberdämpfen werden mit der kleinsten Geschwindigkeit durch die Kondensatoren und Flugstaubkanäle geleitet, welche mit hölzernen Jalousien versehen sind (große

Flugstaub- oder Zentralkammern werden nicht mehr angewendet); dadurch wird dem Quecksilber und dem quecksilberhaltigen Staube (Stupp) genügend Zeit, Fläche und Raum zum ruhigen Absetzen geboten.

8. Bei guter Handhabung aller dieser Vorrichtungen werden die Verluste (durch genauestes Abwägen, Probenahme und Analyse der Erze und Rückstände kontrolliert) auf das Minimum von 2—5 % Hg bei einem Durchschnittsgehalt der Erze von 1 % Hg gebracht. Bei dieser Gelegenheit ist zu bemerken, daß sehr bedeutende Verluste entstehen beim unvorsichtigen Heben der Stuppe aus dem Stuppsammelkasten, beim Transporte des Stupps und des Quecksilbers, worauf man beim Bestimmen der „Ofenverluste“ Rücksicht nehmen muß.

9. Am Monte Amiata ist das Aufblühen der dortigen Quecksilbergruben, welche arme Erze in Massen produzieren, sowie die Beseitigung der Quecksilberkrankheiten, diesem Ofen und dem rationellen, dadurch entwickelten modernen Prozesse zuzuschreiben.

10. In seiner kleinsten Form von drei Trichtern nebeneinander ist dieser Ofen für alle auch sehr delikate Röstprozesse und zum Studium des Röstverfahrens sehr geeignet und als eine, sozusagen vollkommene Röstmaschine dazu bestimmt, die Entscheidung der ihrer Lösung harrenden Probleme „der Verarbeitung der gemischten Erze“, zu ermöglichen. Zu diesem Zwecke wird dieser Ofen den wissenschaftlichen Laboratorien von Spirek unentgeltlich überlassen.

#### Verbreitung des Ofens.

Außer den Hüttenwerken am Monte Amiata habe ich noch folgende Hüttenanlagen entworfen und gebaut:

1. Für die Grube Taghit (Lagasche & Co.) in Algerien (1901) eine Hüttenanlage, bestehend: a) aus einem Čermák-Spirek-Schüttröstofen für zinnoberhaltige Galmeie, in welchem man zuerst das Quecksilber gewinnen und dann die Calcinierung der Galmeie durchführen kann.

b) aus einem kleinen Fortschaufler für zinnoberhaltige Galenite, wo man die Verflüchtigung des Zinnobers und seine Zersetzung in Hg und SO<sub>2</sub> bei sehr niedriger Temperatur zwischen 360 bis 420° durchführen kann, ohne die Galenite in die Röstungstemperatur zu bringen und

c) aus einem Spirek-Schachtofen für die Stückerze.

2. Für das älteste und größte Quecksilberwerk: (1904) Almaden in Spanien eine moderne, komplette Hüttenanlage:

drei Schütttröstöfen Čermák-Spirek und einen Spirek-Doppelschachtofen und alle zugehörigen und maschinellen Vorrichtungen.

3. In Ponte di Noss (1901—1904), Bergamo, Italien, für Crown, Spelter Ltd. Co.: drei Čermák-Spirek-Öfen für die Calcinierung des Galmeies samt Vorrichtung für die Röstreduktionsarbeit.

4. Für Lastours-Carcassonne-Aude, Frankreich: Ein Čermák-Spirek-Schütttröstofen für arsenhaltige Fahlerze.

5. In Vorbereitung sind die Hüttenanlagen in Kalifornien, Smyrna, K.-Asien, China, Transvaal, Sardinien, Tyrol.

Die hier geschilderte Entwicklung des Quecksilberhüttenwesens und der Schütttröstöfen Čermák-Spirek und deren Verwendung für mannigfaltige Calcinierungs- und Röstreduktionsprozesse, durch die unermüdete Tätigkeit Spireks ist in dem „Handbuche der Metallhüttenkunde“, 2. Auflage, 1904, von Prof. Dr. Carl Schnabel richtig und unparteiisch veröffentlicht worden. Professor Dr. Schnabel hat nicht nur Idria, sondern auch die von Spirek errichteten Hüttenwerke in Italien besucht und an Ort und Stelle studiert und erst dann in sein weltberühmtes Werk aufgenommen.

Bei dem fünften internationalen Kongresse für angewandte Chemie 1903 in Berlin hat Spirek in der Berg- und metallurgischen Sektion IIIa die Zeichnungen der Čermák-Spirek-Schütttröstöfen samt neuesten Modifikationen vorgelegt und ihre Anwendbarkeit für alle Röst- und Calcinierungsprozesse demonstriert. Dabei ist er von den weltbekannten Autoritäten dieses Faches, welche das Präsidium dieser Sektion bildeten, zu diesem Erfolge beglückwünscht worden.

Dieselbe Anerkennung ist ihm bereits beim ersten nationalen Kongresse „della chimica applicata“ in Turin 1902 zu teil geworden.

#### Verzeichnis

der Werke und Zeitschriften, in denen der Čermák-Spirek-Schütttröstofen behandelt wird: Allgemeine Hüttenkunde, 2. Auflage 1903 und Handbuch der Metallhüttenkunde, 2. Aufl. 1904, beide von Prof. Dr. Carl Schnabel.

The Mineral-Industry, Neu-York 1898—1902 (Rothwell).

Gorni Journal, Petersburg 1902.

Rassegna mineraria, Torino 1898—1904.

Rivista mineraria, Del servizio minerario in Italia, Roma 1891—1902.

Industria, Milano 1897.

Jahrbuch der Bergakademien, Wien 1900.

Chimica industriale, Torino 1900.

Montan-Zeitung, Graz 1900.

Rivista Minera-Metalurgica, Madrid 1902—1904.

Atti del 1. Congresso nazionale della chimica applicata a Torino 1902.

Österreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen, 1884 und 1902.

Res o conti della associazione mineraria, Sarda 1899—1902, Iglesias.

Berichte der Weltausstellungen, Paris 1889—1900 und Bericht der Ausstellung der Ingenieure und Architekten in Prag, 1898 (hohe Auszeichnungen erhalten).

diese Z., 1901—1904.

Annales des Mines de Belgique, tome IX, 1904.

#### Berichtigungen:

1. Der in der Abhandlung von Prof. Dr. Harpf angeführte und abgebildete, von ihm so genannte „Idrianer Schütttröstofen“, dessen Modell sich an der Bergakademie in Příbram befindet, ist eine von Spireks Nachfolger in Idria durchgeführte, Kombination des Čermák-Spirek-Schütttröstofens mit der Hüttner-Scott-Feuerung“. Diese Kombination ist nicht mehr im Betriebe, da der jetzige Hüttenvorstand alle drei Schütttröstöfen in Idria neuerlich rekonstruiert und mit vertikalen Gaskanälen und separater Wasserdampfableitung versehen hat, Modifikationen, welche Spirek schon im Jahre 1890 in Siele zuerst eingeführt hat.

2. Der alleinige Verbreiter des Čermák-Spirek-Schütttröstofens ist Spirek. Derselbe hat zwar diese Öfen in Idria gebaut und in Betrieb gesetzt, aber die Kombination, welche man nach dem Jahre seines Abganges (1890) dort gemacht hat, nirgends angewendet.

3. Der jetzt allgemein bei allen Ofensystemen im Quecksilberhüttenwesen angewendete Kondensator von Čermák, mit Röhren von elliptischem Querschnitte ist von ihm zum ersten Male im Jahre 1882 in Idria aufgestellt worden. Die glasierten Tonröhren hat Exeli im Jahre 1873 bei seinen Schachtofen zuerst angewendet.

Als Material für die Kondensator-Röhren wird bis zu 100° das Gußeisen, unter 100° gebrannter Ton angewendet. Statt Glasur und Zement anzuwenden, legt Spirek die Gußeisen- wie Tonröhren vor der Verwendung zuerst in ein heißes Teerbad, wodurch ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung der Säuren bedeutend erhöht wird. Zum Schluß seien die geduldigen Leser auf den sechsten internationalen Kongreß für angewandte Chemie im Jahre 1906 in Rom aufmerksam gemacht, als eine Gelegenheit, um die schön entwickelte Quecksilberindustrie Italiens am Monte Amiata, sowie auch die Zinkgalmei calcinierenden Čermák-Spirek-Schütttröstöfen an den Hüttenwerken von Ponte di Noss bei Bergamo zu besuchen. Siele, am 11. November 1904.