

von der Kegelwand gebildete Heizfläche ist stets von Flüssigkeit bespült, eine Überhitzung und deren schädliche Folgen können also nicht eintreten, trotzdem der Apparat ein Abdestillieren des Öles bis auf 5% Rückstand glatt gestattet.

Durch das ständige Überlaufen des Öles über den Rand der Tassen wird die Öloberfläche, von deren Größe ja in erster Linie die verdampfende Ölmenge abhängt, derart vermehrt, daß sie doppelt so groß ist als die Heizfläche.

Die in den oberen Tassen entwickelten Dämpfe der leichter siedenden Bestandteile entweichen durch den Helmtrüssel; die Dämpfe der schwerer siedenden werden durch Abzugsrohre abgeleitet, die sich in verschiedener Höhe anordnen lassen, so daß eine leichte Trennung der Dämpfe nach dem spez. Gew. und dem Siedepunkte der Öle ermöglicht wird. Das durch C nach außen gehende Abzugsrohr der Skizze D trägt zu diesem Zwecke auf einem gefalteten Drahtgazekern den Schirm G, der je nach den Umständen höher oder tiefer eingebaut werden kann. Die nicht in Dämpfe verwandelten Anteile des Destilliergutes fließen durch d ab.

In dem Wernckeschen Apparate ist sonach für die schweren Öldämpfe ein recht bequemer Abzugsweg geschaffen; kaum gebildet, können sie schon wieder dem heißen Blasenraume entweichen. Es werden also auch alle jene Zersetzungen vermieden, die durch die Stauungen und Wirbel der Dämpfe verursacht werden.

An die Abzugsrohre für die Dämpfe schließen sich die Kühler an, die in Vorlagen münden. Auch die unten abfließenden Rückstände können gekühlt werden, ehe sie in das als Vorlage dienende Montejus einfließen. Die Vorlagen sind dann weiter in bekannter Weise mit einer gut wirkenden Luftpumpe verbunden, so daß der Destillationsprozeß unter hohem Vakuum vor sich gehen kann.

Das zu destillierende Rohmaterial passiert zunächst einen Vorwärmer, der sich aus 3 Elementen zusammensetzt und entweder eine eigene Feuerung besitzt oder durch die abziehenden Heizgase der Destillierblase geheizt wird. Der Sammler des Vorwärmers ist gleichfalls mit einem Kühler und der Luftpumpe verbunden. In diesem Vorwärmer gelangt das Rohmaterial schon zum Sieden und verliert seine leichtesten Anteile; dann fließt es in die Stufenblase, die Tassen stets gefüllt haltend. Zufluß und Feuerung werden je nach der Beschaffenheit der aus den verschiedenen Vorlagen ausfließenden Destillate, sowie nach der des Rückstandes beurteilt und geregelt. Ist dann einmal der Gang der Destillation normal eingestellt, so läßt er sich durch stetes Beobachten der im Vorwärmer und in der Blase angebrachten Thermometer auch leicht und dauernd gleichmäßig einhalten.

Die Leistungsfähigkeit des Apparates ist infolge des günstigen Verhältnisses zwischen Öl- und Heizfläche, sowie Blaseninhalt eine sehr große. In Fabrik Gerstewitz wird damit in 24 Stunden das sechs- bis siebenfache Quantum von demjenigen destilliert, das eine gewöhnliche gußeiserne Blase von 2500 kg Inhalt leistet, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß dieses Verhältnis noch weiter zugunsten der Stufenblase steigen wird, wenn erst die gesamte Destillationsanlage ausgebaut ist. Dabei

ist der Kohlenverbrauch — auf die verarbeitete Ölmenge berechnet — wesentlich geringer als bisher. Die Qualität der gewonnenen Destillate ist gut; die Viskosität der schweren Öle ist höher als die der aus gewöhnlichen Blasen destillierten. Der Gasverlust ist gering. Daß die Zersetzung tatsächlich viel unbedeutender ist als in anderen Destillierapparaten, beweist namentlich auch der geringe Koksansatz, der auch bei schweren Teeren nur unbedeutend ist. Die Reinigung braucht deshalb nur in längeren Zwischenräumen (alle 4—6 Wochen) bewerkstelligt zu werden; sie erfolgt in leichter und bequemer Weise. Die Betriebskosten sind sehr niedrig, und im Verhältnis zur Leistungsfähigkeit sind auch die Anlagekosten gering.

Auch Reparaturen dürften nur selten vorkommen, da ja die Stufenblase weder durch Überhitzung, noch durch Abkühlung leidet.

Ferner sei nicht unerwähnt, daß die gesamten Tassen einer Stufenblase in der gewöhnlichen Ausführung nur etwa 800 kg Teer oder Öl fassen; sollte also ja einmal durch irgend einen unglücklichen Zufall oder einen Materialfehler ein Defekt an der Blase auftreten, so kann doch, selbst wenn der brennende Blaseninhalt auslaufen sollte, niemals ein Brand von solcher Ausdehnung entstehen, wie er bei den sonst üblichen großen Destillationsgefäßen in einem solchen Falle unvermeidlich wäre.

Bei der Destillation von Braunkohlenteer ist es nicht zweckmäßig, überhitzten Dampf zur Unterstützung des Prozesses einzuleiten; gegebenenfalls würde sich aber natürlich auch dieses Hilfsmittel bei der Stufenblase mit bestem Erfolge anwenden lassen. [A. 176.]

## Die Bewertung der Erze. II.<sup>1)</sup>

Von A. RZEHULKA, Borsigwerk, O.-S.

(Eingeg. 28./7. 1910.)

Des weiteren soll die Bewertung der Kupfererze besprochen werden. Als Kupfererze im Sinne der Metallurgen kommen in Betracht: gediegenes Kupfer und vererztes Kupfer in verschiedenen Verbindungen. Das gediegene Kupfer wird in größeren Mengen bergmännisch gewonnen am Lake Superior im Staate Michigan und zu Santa Rita in Neu-Mexiko (Nordamerika), ferner als Kupfersand mit 60—90% Kupfer in Chile und Burra-Burra in Südastralien. Das am häufigsten vorkommende Kupfererz ist der Kupferkies oder Chalkopyrit,  $\text{CuFeS}_2$ , enthält in dieser Zusammensetzung 34,5% Cu und 35% S, gewöhnlich ein Gemenge von kupferhaltigen Schwefel- und Magnetkiesen nebst anderen Schwefelmetallen und verschiedenen Gangarten mit wechselndem, geringem Kupfergehalt.

Kupfererze untergeordneter Art, durch verschiedene Gangarten verunreinigt und meist mit anderen Erzen brechend, selten selbst gehend in abbauwürdigen Mengen sind:

a) Oxyde: Rotkupfererz (Cuprit)  $\text{Cu}_2\text{O}$  88,8% Cu; Ziegelerz ist ein Gemenge von Rotkupfererz und Brauneisenstein. Kupferschwärze (Pelo-

<sup>1)</sup> Siehe diese Z. 23, 481 (1910).

konit)  $\text{CuO}$ , 79,8% Cu, gewöhnlich als kupferhaltige Varietät der Manganschwärze.

b) Carbonate und Silicate: Kupferlaur (Azurit),  $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ , 55,2% Cu, Malachit  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  57,4% Cu. Kieselkupfer (Chrysokoll), auch Kieselmalachit oder Kupfergrün genannt  $\text{H}_2\text{CuSiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , durchschnittlich 40% Cu.

c) Geschwefelte Erze und andere Kupferverbindungen: Kupferglanz (Chalkosin)  $\text{Cu}_2\text{S}$ , 79,8% Cu, 20,2% S, Kupferindig (Covellit)  $\text{CuS}$ , 66,4% Cu, 33,6% S, Buntkupferkies (Bornit)  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ , 55,6% Cu, 28,1% S, Fahlerz (Tetraëdrit)  $4\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$  (oder  $\text{As}_2\text{S}_3$ ) auch FeS und ZnS, 33—55% Cu, silberhaltig, Salzkupfererz (Atacamit)  $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ , 59,43% Cu, dann noch sehr untergeordnet Kupfervitriol (Chalkantit)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , Bournonit  $\text{PbCuSbS}_3$ , und Enargit ( $4\text{CuS} + \text{Cu}_2\text{S}$ )  $\text{As}_2\text{O}_3$ . Alle diese Kupfererze untergeordneter Art sind kein selbständiges Material für die Kupfergewinnung, ihre Kenntnis ist aber immerhin für den Kupferhandel von Vorteil, weil Kupfererze relativ teuer sind, daher der Verkauf auch kleiner Mengen lohnend sein wird. Nur der sog. Kupferschiefer (Mansfeld) ist ein lokal in größeren Mengen selbstgehendes Erz, das ein selbständiges Material für die Kupfergewinnung bildet, ein bituminöser Schiefer mit 1,8—3,7% Kupfer in Form von geschwefeltem Kupfererz mit geringem Silbergehalt, 0,5—0,7% vom Kupfergehalte.

Außer diesen Erzen werden noch kupferhaltige Hüttenzeugnisse, die bei der Gewinnung verschiedener Metalle fallen, als Material für die Kupferdarstellung benutzt, vor allem die kupferhaltigen Steine, Speisen, Legierungen, Schlacken, Kupferoxyde, kupferhaltige Laugen, des weiteren die Rückstände von der Verarbeitung des Kupfers und seiner Legierungen, wie Gekrätze, Aschen, Schlacken u. dgl.

Für den Bergmann, den eigentlichen Erzlieferanten, ist es unbedingt von großem Vorteil, über die Verhüttung des zu liefernden Erzes im allgemeinen unterrichtet zu sein, im besonderen aber zu wissen, wie die Erze für dieses oder jenes hüttenmännische Verfahren beschaffen sein müssen oder können, wenn sie durch diese Prozesse noch mit Nutzen zugute gemacht werden sollen, um so in der Lage zu sein, schon seine Roherze auf Grund ihrer Zusammensetzung und ihres Metallgehaltes auf die Verwendbarkeit und den Wert annähernd richtig einzuschätzen<sup>2)</sup>; es wird ihm dann auch bekannt werden, welche Bestandteile des Erzes für die einzelnen Hüttenprozesse nützlich, welche schädlich sind, die nützlichen wird er nun belassen, die schädlichen nach Möglichkeit entfernen müssen, wobei er eine beabsichtigte, weil erwünschte Anreicherung des Metallgehaltes des Erzes durch die Aufbereitung erzielen wird. Zu diesem Zwecke sollen hier die verschiedenen, gegenwärtig üblichen Kupfergewinnungsprozesse kurz skizziert werden.

Das wichtigste Kupfererz, aus dem der bei weitem größte Teil des Kupfers gewonnen wird, ist der oben erwähnte Kupferkies. Es liegt nun in der Natur

dieses Erzes und aller kiesigen Kupfererze, ebenso der Schwefel-, Arsen- und diesen ähnlichen Verbindungen des Kupfers, wie Steine, Speisen u. dgl., daß dem eigentlichen Kupfergewinnungsprozesse noch vorbereitende Röst- und Schmelzprozesse vorangehen, die den doppelten Zweck haben, einmal den überschüssigen Schwefel, das überschüssige Arsen usw. zu entfernen und dann dadurch und durch die Trennung der Gangarten und der das Kupfer verunreinigenden oder sonst schädlich beeinflussenden, metallischen Beimengungen vom Kupfer eine Anreicherung des Kupfergehaltes und eine Reinigung des Kupfers herbeizuführen. Der Hüttenmann gewinnt also aus den kiesigen Erzen, diese sollen hier hauptsächlich in Betracht gezogen werden, zunächst durch oxydierende Röstprozesse und reduzierende Schmelzprozesse, ein Zwischenprodukt, den Kupferstein, eine von den Gangarten und Beimengungen möglichst befreite Schwefelkupfer-Schwefeleisenverbindung. Das oxydierende Agens bei der Röstung ist der Sauerstoff der atmosphärischen Luft, die Trennung der Gangarten und der metallischen Beimengungen vom Kupfer erfolgt durch Verschlacken infolge kieselensäurehaltiger Zuschläge, wenn das Erz von Hause aus gar keine Silicate oder solche nur in ungenügender Menge enthält. Das Verarbeiten des gerösteten Kupfersteins auf Rohkupfer erfolgt durch reduzierendes Schmelzen, wobei je nach den Öfen, die bei diesem Prozesse in Anwendung sind, als Reduktionsmittel — gleichzeitig aber auch als Brennstoffe dienen: Kohle oder Kohlenoxyd bei Schachtöfen, Schwefel bei Flammöfen und Konvertern; im letzteren Falle wird der Stein nur teilweise oder gar nicht abgeröstet.

Schwefelerze werden fast immer geröstet, oxydische Erze und Carbonate, ebenso Kupfersilicate können direkt auf Rohkupfer verschmolzen werden, finden jedoch meist, da sie für gewöhnlich kein selbständiges Material für die Kupfergewinnung bilden, als Zuschläge für die kiesigen Kupfererze Verwendung und vereinfachen dann die vorbereitenden Röst- und Schmelzprozesse. Von den beibehaltenden Gangarten wirken bis zu gewissem Grade schädlich Spateisenstein, Schwerspat, unter Umständen sind nachteilig Kalkspat und Bitterspat, als nützlich können angesprochen werden Quarz und Silicate; von den metallischen Begleitern des Erzes sind als schädlich anzusehen besonders Arsen, Antimon, Zink, Zinn und Blei, hauptsächlich deshalb, weil ihre Abscheidung, bei der diese Metalle teilweise sich verflüchtigen, teilweise in die Schlacke gehen, schwer und noch dazu ungenügend durchgeführt werden kann: die Verschlackungsbedingungen der Oxyde des Bleies und verwandter Metalle einerseits und der Oxyde des Arsens und Antimons andererseits sind ziemlich entgegengesetzter Natur, weshalb ihre Wiedergewinnung aus ökonomischen Gründen bisher ausgeschlossen ist. Die Folge ist, daß sie das Rohkupfer verunreinigen und seine Raffination erschweren. Die gebräuchlichen Verfahren zur hüttenmännischen Gewinnung des Kupfers sind folgende:

<sup>2)</sup> Diese Art der Bewertung könnte man auch allgemeine oder qualitative Bewertung nennen, im Gegensatz zu der Preisfestsetzung auf Grund der Probenahme und Analyse, Metallpreise usw., die dann als spezielle oder quantitative Bewertung bezeichnet werden könnte.

1. Der Schachtöfenprozeß mit vorgängiger Röstung der Erze oder deutsche Prozeß der Kupfergewinnung bringt das Kupfer verhältnismäßig gut und schnell aus den Erzen aus, liefert kupferarme, absetzbare Schlacken, aber ärmeren Kupferstein als

andere Verfahren; überdies veranlaßt die reduzierende Wirkung der Kohle im Schachtofen eine Reduktion metallischer Beimengungen des Kupfererzes, wodurch das Rohkupfer verunreinigt wird, da die reduzierten Metalle sich mit dem Kupfer verbinden. Dieses Verfahren läßt sich anwenden mit Vorteil bei niedrigen Koks- und Holzkohlenpreisen, bei Erzen von gleichbleibender Beschaffenheit, bei Erzen mit geringem Kupfergehalte und hohem Eisengehalte; weil nun die verschiedenen metallischen Beimengungen der Erze im Schachtofen reduziert werden und sich dann mit dem Kupfer legieren, so erfordert dieser Prozeß ein von den für das Kupfer schädlichen Beimengungen reines Erz.

2. Der Schachtofenprozeß mit direkter Verschmelzung der Erze auf Kupferstein, der amerikanische Prozeß, das sog. Pyritschmelzen, besteht im Verschmelzen der ungerösteten Erze mittels Wind von nicht hoher Pressung unter Zuschlag von kiesel säurehaltigen Substanzen in Schachtofen auf Kupferstein. Dieses Verfahren gestattet zurzeit noch kein sicheres Urteil. Es erfordert geringere Brennstoffmengen wie die anderen Verfahren, erspart die Röstung, verträgt weniger gutartige, kupferarme, schwefelreiche Erze und soll im allgemeinen verhältnismäßig reines Rohkupfer bei günstigem Aufbringen ergeben, hat aber den Nachteil der Entbindung großer Mengen schwefliger Säure.

3. Der Flammofenprozeß, auch englischer Prozeß oder Röst- und Reaktionsarbeit genannt, besteht in einem teilweisen Abrösten der Erze und Kupfersteine und einem darauffolgenden Verschmelzen des gerösteten Gutes in Flammöfen mit Quarzherden, nötigenfalls unter Zuschlag kiesel säurehaltiger Materialien oder Erze, unter Anwendung von rohem Brennstoff. Dieser Prozeß gestattet die Abkürzung oder auch Umgehung der Röstung durch Zuschlag von oxydischen Erzen oder Carbonaten zu den geschwefelten Erzen, es fallen aber dabei kupferreiche Schlacken, die nicht abgesetzt werden können. Der Kupferstein ist reich und liefert ein reineres Kupfer als der deutsche Prozeß, weil nur Schwefel als reduzierendes Agens auftritt, und weil es möglich ist, durch geeignete Abröstung und durch geeignete Zuschläge von oxydischen Erzen, Silicaten usw. den Schmelzprozeß so durchzuführen, daß die schädlichen Bestandteile der Beschickung, sowohl die metallischen als auch die Gangarten, zum größten Teile verschlackt werden können. Der Flammofenprozeß läßt sich vorteilhaft anwenden bei stetig wechselnder Beschaffenheit der Erze, bei Gemengen von oxydischen, geschwefelten Erzen, Carbonaten u. dgl., bei reichen Erzen, bei welchen die Verschlackung des Kupfers nicht so schwer ins Gewicht fällt, bei unreinen Erzen mit besonders schädlichen Bestandteilen, bei eisenarmen Erzen, bei quarzigen und tonigen Erzen, bei Erzen in Schlichform. Der englische Prozeß hat sich vorzugsweise an solchen Orten entwickelt, wo die Steinkohle billig ist, wo gute Häfen den billigen Bezug der verschiedenartigsten, ausländischen Kupfererzgemenge und Kupfersteinsorten ermöglichen, wie z. B. in Swansea in Wales und in St. Helens bei Liverpool. Der Vollständigkeit wegen sei hier noch erwähnt:

4. Der Konverterprozeß, auch Kupfer-Bessemerprozeß oder Verblasearbeit genannt. Dieser Prozeß wird nicht mit Erzen, sondern mit reichen Kupfersteinen ausgeführt, er verläuft rasch, verträgt unreinen Kupferstein und liefert bei gutem Ausbringen sehr reines Kupfer.

Daß diese Verfahren je nach den Verhältnissen und den zur Verfügung stehenden Materialien ineinanderübergreifen, besonders der deutsche in den englischen, ist wohl ohne weiteres einzusehen.

Der Kupfergehalt der zur Verhüttung kommenden Erze ist im Durchschnitt meist gering, und da Kupfer zu den teureren Metallen gehört, so muß die Probenahme und die Kupferbestimmung in der Probe mit großer Vorsicht und Genauigkeit geschehen. Mit welchem Mindestgehalt die Hütten Kupfererze abnehmen, hängt vor allem von dem jeweiligen Kupferpreise ab und nicht zum wenigsten auch von den Transportverhältnissen.

Es sind verschiedene Formeln im Gebrauch, nach welchen Kupfererze gekauft werden, doch ergeben naturgemäß alle bei annähernd gleichartigen Erzen ein annähernd gleiches Resultat, da aus Konkurrenzrücksichten wesentliche Differenzen nur durch Frachtverhältnisse bedingt sein können. Nachstehende Beispiele mögen zeigen, welche Gesichtspunkte bei Berechnung des Wertes von Kupfererzen gelten. (K r u s c h, „Die Untersuchung und Bewertung von Erzlagertstätten.“)

I. Die Erze werden auf Grund folgender Vereinbarungen übernommen: Die Gewichtsfeststellung, Abnahme und Benusterung des zu kaufenden Erzes, das fob. Antwerpen zu liefern ist, erfolgt bei der Umladung in Gegenwart von Vertretern beider Parteien. Die gezogenen Proben werden, wie gewöhnlich, von beiden Parteien untersucht, die Analysenresultate an einem bestimmten Tage zu einer bestimmten Stunde ausgetauscht. Die Ermittlung des Kupfergehaltes erfolgt auf elektrolytischem Wege. Bis 1% Differenz in den beiderseitigen Analysenresultaten wird das Mittel genommen, bei Differenzen über 1% entscheidet die Schiedsanalyse. Von dem ermittelten Kupfergehalt kommt eine Einheit in Abzug. Für die Berechnung des Preises gelten folgende Preisnormierungen:

1. 81 M für 100 kg Kupfer bei armen Erzen, bis 15% Kupfer,
2. 104 M für 100 kg Kupfer bei mittleren Erzen, von 15–23% Kupfer,
3. 114 M für 100 kg Kupfer bei reichen Erzen, 23% Kupfer und darüber

auf Basis der Notierungen der Londoner Börse für best selected copper von 73 £ je Tonne. Für jedes Pfd. Sterl. darüber und darunter werden 2 M für 100 kg Kupfer zugeschlagen oder abgezogen. Für die Notierungen ist maßgebend der Bericht über best selected copper in der Londoner „The Public Ledger“, während acht Tage vor und acht Tage nach der Lieferung fob. Antwerpen.

Die Bezahlung der Erze erfolgt mit ca. 75% bei der Verladung in Antwerpen, der Rest nach der endgültigen Feststellung des Gehaltes und Preises der Erze. Die Preise für die Erze werden folgendermaßen berechnet:

**1. Arme Erze, 7% Kupfer.****Kupferpreis 71 £ je t.**

Bei 73 £ je t ——— 81 M für 100 kg Kupfer,  
 „ 71 £ je t — 2 · 2 = 4 „ Abzug für 100 kg Kupfer,  
                                     77 M für 100 kg Kupfer.

Bei 7% Cu

ab 1% „

 $\frac{6\%}{1\%} \text{ Cu} = 60 \text{ kg Kupfer in 1 t Erz,}$ 

daraus berechnet sich der Preis

$$\frac{60 \cdot 77}{100} = 46,20 \text{ M für die t Erz trocken.}$$

**Kupferpreis 73 £ je t.**

81 M für 100 kg Kupfer.

Bei 7% Cu

ab 1% „

 $\frac{6\%}{1\%} \text{ Cu} = 60 \text{ kg Kupfer in 1 t Erz,}$ 

also

$$\frac{60 \cdot 81}{100} = 48,60 \text{ M für die t Erz trocken.}$$

**Kupferpreis 74,5 £ je t.**

Bei 73 £ je t ——— 81 M für 100 kg Kupfer,  
 „ 74,5 £ je t — 1,5 · 2 = 3 „ zu 100 „ „  
                                     84 M für 100 kg Kupfer.

Bei 7% Cu

ab 1% „

 $\frac{6\%}{1\%} \text{ Cu} = 60 \text{ kg Kupfer in 1 t Erz,}$ 

also

$$\frac{60 \cdot 84}{100} = 50,40 \text{ M für die t Erz trocken.}$$

**2. Mittlere Erze, 15% Kupfer.****Kupferpreis 71 £ je t.**

Bei 73 £ je t ——— 104 M für 100 kg Kupfer,  
 „ 71 £ je t — 2 · 2 = 4 „ Abzug f. 100 kg Kupfer,  
                                     100 M für 100 kg Kupfer.

Bei 15% Cu

ab 1% „

 $\frac{14\%}{1\%} \text{ Cu} = 140 \text{ kg Kupfer in 1 t Erz,}$ 

also

$$\text{Preis } \frac{140 \cdot 100}{100} = 140 \text{ M für die t Erz trocken.}$$

**Kupferpreis 73 £ je t.**

104 M für 100 kg Kupfer.

Bei 15% Cu

ab 1% „

 $\frac{14\%}{1\%} \text{ Cu} = 140 \text{ kg Kupfer in 1 t Erz,}$ 

also

$$\frac{140 \cdot 104}{100} = 145,60 \text{ M für die t Erz trocken.}$$

**Kupferpreis 74,5 £ je t.**

Bei 73 £ je t ——— 104 M für 100 kg Kupfer,  
 „ 74,5 £ je t — 1,5 · 2 = 3 „ zu 100 „ „  
                                     107 M für 100 kg Kupfer.

Bei 15% Cu

ab 1% „

 $\frac{14\%}{1\%} \text{ Cu} = 140 \text{ kg Kupfer in 1 t Erz,}$ 

also

$$\frac{140 \cdot 107}{100} = 149,80 \text{ M für die t Erz trocken.}$$

**3. Reiche Erze, 23% Kupfer.****Kupferpreis 71 £ je t.**

Bei 73 £ je t ——— 114 M für 100 kg Kupfer,  
 „ 71 £ je t — 2 · 2 = 4 „ Abzug für 100 kg Kupfer,  
                                     110 M für 100 kg Kupfer.

Bei 23% Cu

ab 1% „

 $\frac{22\%}{1\%} \text{ Cu} = 220 \text{ kg Kupfer in 1 t Erz,}$ 

also

$$\frac{220 \cdot 110}{100} = 242 \text{ M für 1 t Erz trocken.}$$

**Kupferpreis 73 £ je t.**

114 M für 100 kg Kupfer.

Bei 23% Cu

ab 1% „

 $\frac{22\%}{1\%} \text{ Cu} = 220 \text{ kg Kupfer in 1 t Erz,}$ 

also

$$\frac{220 \cdot 114}{100} = 250,80 \text{ M für 1 t Erz trocken.}$$

**Kupferpreis 74,5 £ je t.**

Bei 73 £ je t ——— 114 M für 100 kg Kupfer,  
 „ 74,5 £ je t — 1,5 · 2 = 3 „ zu 100 „ „  
                                     117 M für 100 kg Kupfer.

Bei 23% Cu

ab 1% „

 $\frac{22\%}{1\%} \text{ Cu} = 220 \text{ kg Kupfer in 1 t Erz,}$ 

also

$$\frac{220 \cdot 117}{100} = 257,40 \text{ M für 1 t Erz trocken.}$$

Der zu 1 angegebenen Berechnung des Wertes von Kupfererzen kann man die allgemeine Formel geben:

$$1. W = \frac{(Tb - x) - (Tb - Tm) 2}{100} \cdot (P - 1) 10,$$

wenn der Marktpreis für Kupfer niedriger ist, als die angenommene Basis = 73 £ je t Kupfer.

$$2. W = \frac{(Tb - x) + (Tm - Tb) 2}{100} \cdot (P - 1) 10,$$

wenn der Marktpreis für Kupfer höher ist, als die angenommene Basis = 73 £ je t Kupfer.

W = Preis des Kupfererzes je t,

Tb = angenommene Preisbasis für Kupfer — hier 73 £ je t — auf 100 kg berechnet,

Tm = wirklicher Marktpreis für 100 kg Kupfer, lt. Londoner Börsennotizen ermittelt. Ist Tb = Tm, so ist der Wert (Tb - Tm) 2 = 0, ebenso (Tm - Tb) 2 = 0,

x = der vereinbarte Abzug von der angenommenen Preisbasis, in unserem Beispiele bei armen Erzen 65 M, bei mittleren 42 M, bei reichen Erzen 32 M für 100 kg, der Wert (Tb - x) ist hier demnach, wie oben angegeben, 81 M, 104 M oder 114 M für 100 kg armer, mittlerer oder reicher Erze, P = Kupfergehalt des Erzes lt. Analyse.

Diese Formel eignet sich zur Bewertung gutartiger Kupfererze.

II. Eine andere Bewertung, und zwar loco Hütte, ist folgende:

Die Abnahme, das Verwiegen der Erze und die Probenahme erfolgt auf der Hütte in Gegenwart

beiderseitiger Vertreter in vereinbarter Weise. Differenzen in den Analysenresultaten bis 0,5% werden geteilt, bei größeren Differenzen findet Schiedsanalyse statt, maßgebend für die Abrechnung ist das Mittel zwischen Schiedsanalyse und dem nächstliegenden Resultate der Parteien; Kosten der Schiedsanalyse trägt, wie gewöhnlich, die unterliegende Partei. Das Kupfer wird in der Probe elektrolytisch bestimmt; von dem ermittelten Kupfergehalte kommen bei der Wertberechnung 1,3 Einheiten in Abzug. Der Kupferpreis wird, wie oben angegeben, nach den Londoner Marktnotizen bestimmt, von diesem Preise wird bei der Wertfestsetzung abgezogen bei armen Erzen — bis 15% Kupfer —, 35 M je 100 kg Kupfer bei mittleren Erzen — 15—22% Kupfer —, 27,50 M je 100 kg Kupfer bei reichen Erzen — 22% Kupfer und darüber — 25 M je 100 kg Kupfer.

Die Lieferung erfolgt fob. Hamburg einschließlich Sack- oder Faßemballage unter Abzug von 3,25 M für 100 kg Bruttogewicht zur Deckung der Frachtspesen usw.

### 1. Arme Erze, 6% Kupfer.

Kupferpreis 70 £ je t.

140 M für 100 kg Kupfer,  
ab vereinbarter Abzug — 35 „ „ 100 „ „  
105 M für 100 kg Kupfer.

Bei 6% Cu  
ab 1,3% Cu  
4,7% Cu,

also

$\frac{4,7 \cdot 105}{100} = 4,935$  M für 100 kg Erz, ab vereinbarter  
Abzug für 100 kg Erz,  
3,25 „ zur Deckung der Frachts-  
spesen usw.  
1,685 M 100 kg Erz = **16,85 M je t Erz.**

### 2. Mittlere Erze, 15% Kupfer.

Kupferpreis 70 £ je t.

140 M für 100 kg Kupfer,  
ab vereinbarter Abzug — 27,50 M f. 100 „ „  
112,50 M f. 100 kg Kupfer.

Bei 15% Cu  
ab 1,3% Cu  
13,7% Cu,

also

$13,7 \cdot 112,5 = 15,412$  M für 100 kg Erz, ab verein-  
barter Abzug für 100 kg Erz  
3,25 „ zur Deckung der Fracht-  
spesen usw.  
12,162 M für 100 kg Erz = **121,62 M**  
je t Erz trocken.

### 3. Reiche Erze, 22% Kupfer.

Kupferpreis 70 £ je t.

140 M für 100 kg Kupfer,  
ab vereinbarter Abzug — 25 „ „ 100 „ „  
115 M für 100 kg Kupfer.

Bei 22% Cu,  
ab 1,3% Cu,  
20,7% Cu,

also

$\frac{20,7 \cdot 115}{100} = 23,805$  M für 100 kg Erz, ab verein-  
barter Abzug für 100 kg Erz.  
3,25 „ für Frachtspesen usw.  
20,555 M für 100 kg Erz = **205,55 M**  
je t Erz trocken.

Die zu II angeführte Berechnung des Wertes von Kupfererzen kann durch folgende allgemeine Formel ausgedrückt werden:

$$W = \left( \frac{(T_m - x) \cdot (P - 1,3)}{100} - 3,25 \right) 10.$$

W = Preis des Kupfererzes je t,

T<sub>m</sub> = wirklicher Marktpreis für 100 kg Kupfer, ermittelt lt. Londoner Marktnotizen,

x = vereinbarter Abzug von dem wirklichen Marktpreise für 100 kg Kupfer, er beträgt bei unserem Beispiele wie angegeben 35 M, 27,5 M oder 25 M für 100 kg armer, mittlerer oder reicher Erze,

P = Kupfergehalt des Erzes lt. Analyse.

Diese Formel wird sich eignen bei Bewertung weniger gutartiger, unreiner Kupfererze. — Deutsche Kupferkiese, die in den Handel kommen, stammen hauptsächlich aus dem Siegerlande und den Nachbarrevieren. Andere in Deutschland vorkommende Kupfererze, wie die im Harz und in Mansfeld, werden nicht verkauft, sondern an Ort und Stelle auf den zu den betreffenden Gruben gehörigen Hütten verarbeitet. Die Kupfererze des Siegerlandes und der Nachbarreviere bestehen im wesentlichen aus Kupferkies, gemengt mit Buntkupferkies und Kupferglanz, die auf den Spateisenstein- und sonstigen Erzgängen beibrehen. Sie werden meist nur einer Handscheidung unterworfen, so daß der Kupfergehalt der zum Verkauf kommenden Mengen vielfach im Durchschnitt nur etwa 5%, öfters noch weniger beträgt, selten in ausgesuchten Haufwerken 20% und darüber. Für langfristige Verkäufe sind gleitende Skalen vereinbart, nach denen die Erze auf der Grube bezahlt werden. Eine solche Skala ist auf Seite 1975 aufgeführt (nach K r e u t z).

Die Preissätze dieser Skala basieren auf einem Kupfergrundpreise von 41 £ je Tonne „standard copper“. Mit jedem £, um welches der Kupferpreis zur Zeit der Abnahme der Erze, und zwar im Durchschnitt der Abnahmewoche, höher oder niedriger ist als 41 £, steigen oder fallen die Preissätze dieser Skala um je 1 Pf. Probenahme erfolgt in üblicher Weise auf der Grube, bei mehr als 0,5% Differenz in den beiderseitigen Analysenresultaten ist die Schiedsprobe maßgebend.

Es würden sich beispielsweise die Preise für das Kupfererz bei einem Kupferpreise von 73 Pfd. Sterl. je Tonne Kupfer stellen (41 £ + 32 £ = 73 £):

bei 5% Cu : 29 + 32 = 61 Pf;

61 · 5 = 3,05 M für 100 kg **30,50 M je t Erz;**

bei 15% Cu : 55 + 32 = 87 Pf;

87 · 15 = 13,05 M für 100 kg **130,50 M je t Erz;**

bei 22% Cu : 61 + 32 = 93 Pf;

93 · 22 = 20,46 M für 100 kg **204,60 M je t Erz.**

Kupferhaltige Schwefelkiese bewertet man im allgemeinen wie folgt (nach K r u s c h):

1. S c h w e f e l: Per Unit Schwefel, d. i. je

Bei einem Kupfergehalt des Erzes über 2,5—3 %	wird bezahlt 20 Pf je Proz. Kupfer u. 100 kg Erz trocken
„ „ „ „ „ 3 — 3,5 %	23 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 3,5 — 4 %	25 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 4 — 4,5 %	27 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 4,5 — 5 %	29 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 5 — 5,5 %	31 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 5,5 — 6 %	33 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 6 — 6,5 %	36 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 6,5 — 7 %	38 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 7 — 8 %	41 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 8 — 9 %	44 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 9 — 10 %	46 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 10 — 11 %	49 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 11 — 12 %	51 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 12 — 14 %	53 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 14 — 16 %	55 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 16 — 18 %	57 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 18 — 20 %	59 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 20 — 22 %	61 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 22 — 25 %	63 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 25 — 28 %	65 „ „ „ „ „ 100 „ „ „
„ „ „ „ „ 28 — 30 %	67 „ „ „ „ „ 100 „ „ „

Tonne und Prozent, berechnet man 35—42 Pf, also beispielsweise bei 45% Schwefel und 40 Pf per Unit kostet 1 t Schwefelkies 18,00 M.

Arsenfreier, norwegischer Schwefelkies wird in der Regel mit etwas mehr wie 40 Pf per Unit berechnet, arsenhaltige spanische Kiese gelten unter 40 Pf, meist 35 Pf per Unit.

2. Kupfer: Von dem elektrolytisch gefundenen Kupfergehalte des Kiesel wird eine Einheit in Abzug gebracht; der Wert wird dann nach dem in üblicher Weise ermittelten Kupferpreise abzüglich eines in bezug auf die Höhe sehr schwankenden Betrages festgestellt.

Z. B. a) Kies mit 3,7% Cu, Kupferpreis 70 Pf. Sterl. je Tonne:

$$\begin{array}{l} \text{Bei } 3,7\% \text{ Cu} \\ \text{ab } 1\% \text{ „} \\ \hline 2,7\% \text{ Cu} - \text{Kupferpreis je t } 1400 \text{ M} \\ \text{ab vereinbarter Abzug } 150 \text{ „} \\ \hline 1250 \text{ M,} \end{array}$$

daraus berechnet sich der Kupferwert je t Kupferkies trocken auf:  $\frac{2,7 \cdot 1250}{100} = 33,75 \text{ M.}$

b) Kies mit 2,5% Cu, Kupferpreis je Tonne 78 Pf:

$$\begin{array}{l} \text{Bei } 2,5\% \text{ Cu} \\ \text{ab } 1\% \text{ „} \\ \hline 1,5 \text{ Cu.} - \text{Kupferpreis je t } 1560 \text{ M} \\ \text{ab vereinbarter Abzug } 120 \text{ „} \\ \hline 1440 \text{ M,} \end{array}$$

daraus berechnet sich der Kupferwert je t Kupferkies trocken auf:  $\frac{1,5 \cdot 1440}{100} = 21,60 \text{ M.}$

Diese kupferhaltigen Kiese werden meist auf Ost- oder Nordseehafen gehandelt. — Bei Bewertung der kupferhaltigen Nebenprodukte ist folgendes zu beachten. Bei diesen Abfallprodukten hat die Hütte sehr auf die Verunreinigungen Rücksicht zu nehmen, die ja darin gewissermaßen konzentriert vorkommen. Es ist unbedingt nötig, von diesen Produkten eine vollständige Analyse zu machen und auf Grund dieser analytischen Feststellungen die Bewertung vorzunehmen, wobei der schädliche Einfluß der

verschiedenen Verunreinigungen zu erwägen ist, und dann der Schädlichkeit entsprechend nach den bisherigen hüttenmännischen Erfahrungen und Ergebnissen Preisabzüge zu machen sind, um sich so vor Verlusten zu bewahren.

## Über Konzentration von Schwefelsäure auf 97—98 % Monohydrat.

Von Hütteningenieur G. STOLZENWALD, Breslau.

(Eingeg. 18./7. 1910.)

Für viele Zwecke der Technik oder auch der Verbilligung der Transportkosten wegen ist es notwendig, eine Säure mit 97—98% Monohydrat herzustellen.

Man könnte meinen, daß es heute, bei dem Vorhandensein des Kontaktverfahrens, gar nicht mehr nötig ist, die Frage nach einer Konzentrationsmethode aufzuwerfen. Vom kaufmännischen Standpunkte aus betrachtet, sieht die Sache jedoch anders aus, weil sich bei näherem Eingehen bald herausstellt, daß die Selbstkosten der fraglichen Säure beim Kontaktverfahren höher sind, als nach einem praktischen Konzentrationsverfahren aus Kammersäure. Dasselbe Resultat stellt sich heraus, wenn man dem im ersten Augenblick durch seine Einfachheit bestechenden Mischen einer mindergrädigen Säure mit Anhydrid oder Monohydrat auf den Leib rückt. Die Rechnung lehrt, daß infolge der hohen Kosten des Anhydrids oder Monohydrats und der benötigten großen Quantitäten dieser Produkte, die Mischung zu teuer wird. Dieses ist sogar der Fall, wenn der Wert der mindergrädigen Säure unter einem gewissen Prozentgehalt gar nicht mehr in Rechnung gezogen wird. In diesem Falle sei noch auf die große Menge der sich ergebenden Mischsäure hingewiesen. Ein weiterer Anlaß, Stellung zur Konzentrationsfrage zu nehmen, liegt auch für die Schwefelsäurefabriken mit Kammernbetrieb vor, die durch Verhältnisse gezwungen sind, höchstkonzentrierte Säure herzustellen,