

c) Dissoziation des Kohlendioxydes bei Gegenwart von glühendem Kupfer. Es wurde festgestellt, daß die aus Natriumbikarbonat entwickelte Kohlensäure, wenn das Verbrennungsrohr genau nach Dumas mit einer endständigen reduzierten Kupferspirale beschickt ist, im Azotometer nicht vollständig absorbiert wird. Der Fehler wurde mit einem besonders konstruierten, kleinen Azotometer gemessen. Er läßt sich dadurch vermeiden, daß man die Kupferspirale nicht am Ende, sondern in der Mitte des Rohres und hinter ihr noch eine längere Schicht von Kupferoxyd anordnet.

• 4. Das Verfahren von Simmersbach und Sommer wurde nachgeprüft. Es ergab den Dumas-Bestimmungen gegenüber keine Vorzüge. Im Gegenteil: Der elektrische Ofen ist dem gasbeheizten, das Porzellanrohr dem Glasrohr unterlegen, und die Ausführung der Analyse wird für allgemeinere Anwendung zu kompliziert. Vor allen Dingen aber sind die unter 3, a bis c, genannten Fehlerquellen des Dumasschen Verfahrens nicht vermieden, man erhält daher bei der Kohlenanalyse nach Simmersbach und Sommer keine zuverlässigen und gleichmäßigen Zahlen.

5. Es wurde gefunden, daß sich die unter 3a und 3b aufgeführten beiden Fehlerquellen durch Anwendung der mikroanalytischen Methoden auf die Stickstoffbestimmung der Kohle beseitigen lassen. Die von mir benutzte Apparatur und Arbeitsweise findet sich in vorstehender Abhandlung genau beschrieben. Die Brauchbarkeit des Verfahrens wurde durch Kontrollanalysen an fünf verschiedenen, chemisch reinen Substanzen erprobt. Für die Kohle ist feingepulvertes Bleichromat das geeignetste Oxydationsmittel. Man kann von der Kohlensubstanz bis zu 170 mg zur Analyse verwenden, eine besondere Mikrowage ist dann nicht erforderlich, zur Abwägung genügt vielmehr eine gute chemische Analysenwage.

Mikroanalytisch wurde eine Reihe von Bestimmungen des Stickstoffes in zwei verschiedenen Steinkohlen, einem Gaskoks, drei Braunkohlen und einem Grudekoks ausgeführt. Die Gleichmäßigkeit der erhaltenen Resultate zeigt, daß diese Methode eine zuverlässige Bestimmung des Gesamtstickstoffes der Kohle verhältnismäßig schnell und ohne besonders hohen Kostenaufwand gewährleistet.

Neuerungen im Mansfeldschen Hüttenwesen.

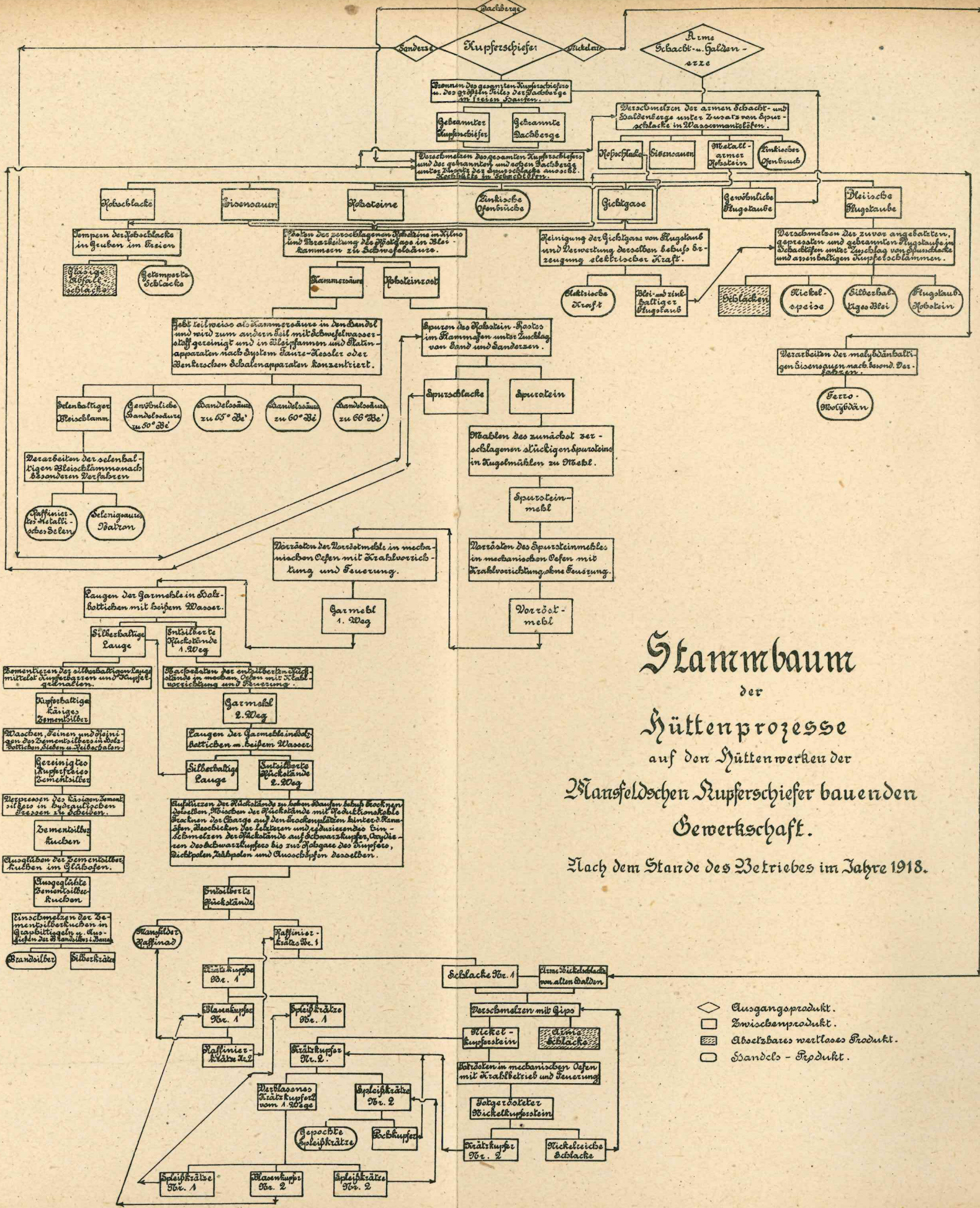
Von Abteilungsdirektor Dr.-Ing. h. c. Rud. Franke, Eisleben¹⁾.

Einleitende Bemerkungen.

Der Mansfeldsche Kupferschieferbergbau bewegt sich infolge seines schnellen Vorwärtsschreitens in östlicher Richtung gegenwärtig etwa der westlichen Peripherie eines Kreises entlang, als dessen Mittelpunkt man sich die Gegend um das Dorf Burgsdorf herum denken kann. Von Süden ausgehend, liegen an dieser Peripherie 8 Schachtanlagen, nämlich der Dittrich-, Hermann-, Klotilde-, Hohenthal-, Wolf-, Zirkel-, Vitzthum- und Paulschacht. Die 5 Hüttenanlagen liegen außerhalb und etwa parallel zu dieser westlichen Peripherie. Es sind dies, von Süden her anfangend, die Krughütte bei Eisleben, die Kochhütte bei Helbra, die Eckardthütte bei Leimbach, die Gottesbelohnungshütte bei Großörner und die Kupferkammerhütte bei Hettstedt.

Der Mansfeldsche Verhüttungsgang beruht auf der Verhüttung von schmelzwürdigen Partien des dem unteren Zechstein angehörigen Kupferschieferflözes, die in erster Linie silberhaltige Kupferkiese, Buntkupfererz und Kupferglanze, dann in

1) Vortrag, gehalten am 29. Juni 1918 auf der 3. Mitgliederversammlung in Eisleben.



Stammbaum

der
Hüttenprozesse
auf den Hüttenwerken der
Mansfeldschen Kupferschiefer bauenden
Gewerkschaft.

Nach dem Stande des Betriebes im Jahre 1918.

geringeren Mengen Eisen, Zink, Mangan, Blei und Kadmium als Schwefelverbindungen, ferner Arsenverbindungen, wie Rotnickelkies, Weißnickelkies und Speiskobalt, und endlich sehr geringe, erst in späteren Zwischenprodukten wahrnehmbare Mengen von Molybdän-, Vanadin- und Selenverbindungen als Erze führen. Antimon und Wismut sind nur in Spuren vorhanden und verschwinden schon bei der Bildung der ersten Halbprodukte vollständig; ihr Fehlen ist für die gute Qualität des auszubringenden Kupfers von wesentlichem Einfluß. Ihrer Gangart nach bestehen die schmelzwürdigen Partien in der Hauptsache aus einem Gemenge kieselsaurer und kohlenaurer Verbindungen der Tonerde, Kalkerde und Magnesia, denen schwankende Mengen bituminöser Bestandteile beigemengt sind. Diese schmelzwürdigen Partien, die im Mansfeldschen als „Minern“ bezeichnet werden, teilt man in zwei Haupterzsorten ein, nämlich Schiefern und Dachberge. Was zunächst die Schiefern anlangt, die das wichtigste Schmelzerz bilden, so stellen diese die unteren Lagen des Kupferschieferflözes dar; sie charakterisieren sich als ein bituminöser schwärzlicher Mergelschiefer von dichter, feinschichtiger Beschaffenheit und erheblicher Festigkeit, in dem der Erzgehalt meist in feinverteiltem Zustande als sogenannte Speise eingesprengt ist, in dem aber auch schmale Schnüren und Anflüge sulfidischer Kupfererze beobachtet werden. Die durchschnittliche Metallführung der angelieferten Schiefern beträgt je Tonne etwa 31 kg Kupfer und 170 g Silber. Was dann die Dachberge anlangt, die das zweitwichtigste Schmelzerz bilden, so stellen diese das Hangende des Kupferschieferflözes dar; sie charakterisieren sich als bitumenärmere, kohlenäurereichere graue Massen von derber, fast gar nicht zur Schichtung neigender Beschaffenheit und erheblicher Festigkeit, in denen der Erzgehalt bei nahezu völligem Fehlen der feinen Speise sehr unregelmäßig, zumieist aber bei Flözverwerfungen in Form von Hieken und Bohnen eingesprengt ist. Die durchschnittliche Metallführung der angelieferten Dachberge beträgt je Tonne etwa 15,3 kg Kupfer und 63 g Silber. Im Anlieferungsverhältnis gemischte Schiefern und Dachberge ergeben je Tonne etwa 28 kg Kupfer und 150 g Silber. Die während des Krieges jetzt auch zur Verarbeitung gelangenden armen Halden- und Schachtminern führen je Tonne etwa 13,2 kg Kupfer und 67 g Silber. Außer den vorerwähnten Erzen treten im Liegenden des Kupferschieferflözes noch vereinzelt Sanderze auf, die bei angemessener Metallführung gewonnen und wegen ihres hohen Gehaltes an freier Kieselsäure als Ersatz von Quarzsand im Spurhüttenbetriebe als Zuschlag verwendet werden. Diese Erze charakterisieren sich durch ein dichtes, feinkörniges Gefüge und besitzen ein graues Aussehen. Eine Anreicherung des Metallgehaltes der Schiefern auf mechanischem Wege durch Aufbereitung ist zwar schon verschiedentlich versucht worden, aber wegen der feinen Verteilung des Erzes in ihnen nicht gelungen. Ebsowenig ist eine Aufarbeitung auf nassem Wege durch Lösungs- und Fällungsmittel möglich. Man ist also darauf angewiesen, die verhältnismäßig armen Minern auf trockenem, d. h. feurig-flüssigem Wege zu verhütten; und wird dabei sehr wesentlich durch den Umstand unterstützt, daß die Minern bei richtiger Gattierung von Schiefern und Dachbergen „selbstgehende“ sind, und man demnach bei ihrer Schmelzung mit Ausnahme der wieder zur Aufgabe gelangenden Spurschlacke mit 3—4 % Cu jeglicher anderer Zuschläge entbehren kann. Diese hinsichtlich ihrer Metallführung genau kontrollierten Minern unterliegen zur Darstellung handelsfertiger Produkte einer umfangreichen hüttenmännischen Aufarbeitung, die sich an Hand des beigefügten Stammbaumes am besten verfolgen läßt (siehe Tafel).

Während des Krieges werden die eingangs genannten Hüttenanlagen wie folgt verwendet:

Das Schmelzen auf Rohstein erfolgt auf der alten Anlage der Krughütte in 5 Hochöfen und auf der Kochhütte in 9 Hochöfen aus Minern der laufenden Schachtförderung sowie auf der neuen Anlage der Krughütte in

3 Wassermantelöfen und auf der Kupferkammerhütte in einem Wassermantelofen aus armen Halden- und Schachtminern. Die Reinigung der Gichtgase und die dabei erfolgende Gewinnung bleiarmer und bleireicher Flugstaube wird gegenwärtig nur auf der alten Anlage der Krughütte und auf der Kochhütte durchgeführt, dagegen wird auf sämtlichen Rohschmelzanlagen die Temperschlackenfabrikation in einem gewissen Umfange und außerdem die Gewinnung von Eisensauen und zinkischen Ofenbrüchen betrieben. Die Eckardt- und Kupferkammerhütte dienen dem Rösten der Rohsteine, der Kondensation der 4—5 Volumprozent SO₂ führenden Röstgase zu Schwefelsäure und dem Spüren oder Konzentrieren des gerösteten Rohsteines (Rost) auf Spurstein, für welche Zwecke auf Eckardthütte 68 Kilnöfen, 5 Bleikammersysteme mit 21280 cbm Kammerraum und 7 Flammöfen, sowie auf Kupferkammerhütte 90 Kilnöfen, 6 Bleikammersysteme mit 20450 cbm Kammerraum und 9 Flammöfen zur Verfügung stehen. Auf Kupferkammerhütte wird außerdem noch in einem Hochofen abwechselnd bleireicher Flugstaub auf Bleikupferstein, silberhaltiges Blei und Nickelspeise oder arme kupfernickelkobalthaltige Raffinerschlacke mit Gips auf Nickelkupferstein verschmolzen, ferner Schwefelsäure vornehmlich auf 66° Bé konzentriert, dann Salpetersäure aus Ammoniakwasser nach dem Verfahren Frank-Caro dargestellt, weiter Selen aus Bleikammerschlämmen gewonnen und endlich künstlicher Molybdänlanz aus Eisensauen hergestellt. Auf der Gottesbelohnungshütte vollzieht sich der Endprozeß des Mansfeldschen Verhüttungsganges derart, daß auf der Entsilberungsanstalt nach dem Ziervogelschen Röst-, Laug- und Zementationsverfahren der gemahlene Spurstein auf Brandsilber von 999 Feine zur Verarbeitung gelangt und auf der Raffinieranstalt die entsilberten Spursteinmehle (Rückstände) reduzierend eingeschmolzen und hierbei unter gleichzeitiger Aufarbeitung der fallenden Krätzen mittels eines Schmelz-, Spleiß-, Verblase- und Raffinierprozesses zu Kupfer mit 99,2—99,7% Feine raffiniert werden. Zur Durchführung dieser Prozesse stehen der Entsilberungsanstalt je 5 Vor- bzw. Gutröstöfen und 3 Nachröstöfen mit mechanischem Krahlbetrieb, eine Laugerei, Zementationseinrichtung und Schmelztiegelanlage sowie der Raffinierhütte, 10 Raffinierflammöfen, 2 Schachtöfen und 3 Spleißflammöfen zur Verfügung.

Einige wichtigere Analysen und Qualitätswerte.

	Schiefern 1911 %	Dachberge 1911 %	Sanderze 1918 %
SiO ₂	32,41	33,60	} 57,11 davon 41,7% freie SiO ₂
Al ₂ O ₃	12,89	11,42	
CaO	11,03	16,85	12,04
MgO	3,69	4,69	1,85
Cu	3,24	1,92	1,05
Ag	0,018	0,007	0,002
Pb	0,59	0,18	0,16
Fe	2,87	2,06	1,80
Zn	1,85	0,62	0,12
Mn	nicht bestimmt	nicht bestimmt	0,17
As	"	"	0,02
S ausschließlich S in SO ₃	2,61	0,97	1,04
SO ₃ im wesentlichen als CaSO ₄	0,61	1,42	0,50
CO ₂	10,49	16,61	10,23
C in Bitumen	8,75	1,92	—
Wasserlösliche, im wesentlichen aus CaSO ₄ bestehende Bestandteile	1,53	2,51	—
Wasserlösliche, im wesentlichen aus NaCl und NH ₄ Cl bestehende Bestandteile	0,13	0,06	—
Nässe	0,77	0,75	0,35
Flüchtige Bestandteile	6,522	4,393	—

	Rohsteine (1913) von		Spursteine (1913) von		Entsilberte Spursteinmehle (Rückstände) 1913 %
	Krughütte %	Kochhütte %	Eckardthütte %	Kupferkammer- hütte %	
Cu	36,6	43,2	73,8	73,7	73,2
Ag mit Kapellenzug	0,215	0,234	0,418	0,415	0,016
Pb	0,63	0,66	0,66	0,66	0,65
Fe	26,8	19,8	2,43	2,48	} nicht bestimmt
Mn	0,73	0,94	} nicht bestimmt	nicht bestimmt	
Zn	5,32	5,41		0,95	1,00
Ni	0,280	0,259	0,383	0,408	0,40
Co	0,248	0,202	0,149	0,145	0,11
As	0,020	0,024	0,017	0,021	} nicht bestimmt
S	25,6	25,6	20,4	20,3	
Wasserlösliche Alkali- salze	1,72	2,94	0,19	0,20	—

	Rohschlacke von		Spur- schlacke 1890 %	Raffinier- krätze Nr. 1 1910 %	Schlacke Nr. 1 1910 %
	Krughütte 1913 %	Kochhütte 1913 %			
SiO ₂	48,30	48,10	25,7	18,32	36,80
Al ₂ O ₃	15,90	16,32	4,0	3,38	7,91
CaO	15,87	20,88	4,0	1,19	23,91
MgO	7,94	5,72	0,33	0,24	0,88
Fe	4,05	2,26	37,94	12,46	16,21
Mn	0,29	0,24	1,63	0,22	Spuren
Pb	0,09	0,06	0,21	0,37	0,57
Zn	1,23	0,81	7,03	2,49	3,35
Ni	0,031	0,043	0,12	1,06	0,28
Co	0,021	0,028	0,36	0,38	0,34
K ₂ O	4,50	3,94	Spuren	As 0,03	As 0,020
Cu	0,174 { 0,126 siliziert 0,048 geschwefelt	0,196 { 0,133 siliziert 0,063 geschwefelt	3,6	45,05	1,00
Ag			0,007	0,003	Spuren
S	0,14	0,25	0,32	Spuren	Spuren

Brandsilber.

Ag = 999,00 — 999,45 ‰
 Cu = 0,31 — 0,50 „
 Pb = 0,07 — 0,30 „

Raffinadkupfer. 1913.

	Gußraffinad A	Walzraffinad A	Walzraffinad B
Cu	99,74	99,65	99,22
Ag mit Kapellenzug	0,025	0,024	0,011
Pb	0,051	0,106	0,202
Ni	0,161	0,176	0,463
As	0,016	0,019	0,045

Qualitätswerte der Mansfeldschen Walzraffinade.

	Kz kg/qem	φ %	Kontraktion %
Bei Walzraffinad A	2000 — 2300	45 — 50	55 — 65
„ „ B	2100 — 2400	40 — 50	55 — 60

Neuerungen beim Rohschmelzbetriebe.

Im Anschluß an die einleitenden Bemerkungen über den Mansfeldschen Verhüttungsgang sollen die nachfolgenden Neuerungen beim Rohschmelzbetriebe erörtert werden, die gleichzeitig auch in einem gewissen Zusammenhange mit unserer heutigen Kriegswirtschaft stehen.

1. Das Verschmelzen der Minern in Wassermantelöfen ohne ihr vorausgehendes Brennen in freien Haufen und das damit im Zusammenhange stehende Pressen und Sintern der Minern-Kläre.

Solange der Hüttenmann Kupferschiefer verschmolzen hat, so lange hat er das Rohschmelzen abhängig gemacht von einem vorausgehenden Brennen der Schiefen in freien Haufen, weil ohne Beseitigung der bituminösen Bestandteile ein geregelter Schmelzgang in den zur Verfügung stehenden Oefen unmöglich war. Diese Unmöglichkeit, einen normal verlaufenden Schmelzgang zu erzielen, lag aber darin, daß der im Ofen durch die Zersetzung der bituminösen Bestandteile des rohen Schiefers entstandene graphitische Kohlenstoff die Schlacke zähe machte, dadurch die Absonderung des spezifisch schwereren Kupfersteines hinderte und infolgedessen erhebliche mechanische Kupferverluste verursachte. Es war also vornehmlich der Mangel einer geeigneten Ofenkonstruktion und ausreichend großer Gebläseeinrichtungen, der dem Verschmelzen der Schiefen in ungebranntem Zustande hindernd im Wege stand. Gelegentlich einer Informationsreise, die Bergrat Dr. Vogelsang und der Vortragende im Jahre 1912 durch die Kupferdistrikte der Vereinigten Staaten und Nordmexikos ausführten, bot sich umfassende Gelegenheit, die dort allenthalben verwendeten Wassermantelöfen kennen zu lernen, bei denen, mit Ausnahme des gemauerten Tiegels, das Gestell die Rast und häufig auch der Ofenschacht nicht aus feuerfestem Mauerwerk, sondern aus einem System auf- und nebeneinandergesetzter, rechteckiger, eiserner Kästen bestehen, durch die Kühlwasser hindurchgedrückt wird. Mehr und mehr rang sich damals die Erkenntnis durch, daß gerade diese Oefen geeignet sein müßten, Kupferschiefer in ungebranntem Zustande zu verschmelzen. Nach Rückkehr wurde dieser Gedanke sofort aufgegriffen und nach diesseitigen Anweisungen von der Firma Fried. Krupp, Aktiengesellschaft, Grusonwerk in Magdeburg-Buckau, ein Wassermantelofen gebaut, der auf der Kupferkammerhütte zur Aufstellung kam. Dieser Ofen besitzt folgende hauptsächlichsten lichten Abmessungen:

Länge des Tiegels auf der Ofensohle	8,16 m,
Breite " " " " " "	1,10 "
Breite in der Düsenebene	1,50 "
Breite an der Gichtschüssel	1,70 "
Höhe, gerechnet von der Ofensohle bis Unterkante Gichtschüssel	5,20 "
Höhe der Düsenmitte über der Ofensohle	0,95 "
Querschnitt in der Düsenebene	12,24 qm,
Durchmesser der Düsen	85 mm,
Anzahl der Düsen (auf jeder Längsseite 32 und auf jeder Giebelseite 1)	66 Stück.

Der Ofen ist als Spurofen zugestellt und besitzt auf einer seiner Längsseiten zwei kreisrunde, durch je eine Schlackenrinne verbundene Vorherde von je 3 m innerem Durchmesser, deren Ablaufrinne 1,2 m über der Vorherdsohle liegt. Das Fassungsvermögen jedes Vorherdes beträgt 8,5 cbm und entspricht etwa 24 Tonnen Schlacke. Die Schlackentransportwagen fassen 3800 kg Schlacke. Der erforderliche Gebläsewind wird von zwei Hochdruck-Präzisionsgebläsen (Kapselgebläsen) der Aerzener Maschinenfabrik in Aerzen-Hamelu geliefert, die elektrisch mittels

Seilscheiben-Kraftübertragung angetrieben werden und bei einem Kraftaufwand von je 250 P.S. und bei 160—180 minutlichen Umdrehungen 286 cbm Wind je Minute bei einer Pressung von 70 mm Quecksilbersäule leisten.

Mit diesem heute noch im Betriebe befindlichen Ofen ließ sich bereits bis zum Sommer 1915 der hinreichende Beweis der Möglichkeit, ungebrannte Schiefen ohne nachteilige Folgen hinsichtlich des Ausbringens, der Schlackenzusammensetzung und des Koksverbrauches zu verschmelzen, erbringen, so daß der Erbauung einer neuen Schmelzanlage auf Krughütte mit 3 Wassermantelöfen unbedenklich nähergetreten werden konnte, in der im Interesse der Heeresversorgung mit Kupfer vorerst alte Halden- und Schachtminern verschmolzen werden sollten. Mit dem Bau dieser Hütte ist im Herbst 1915 begonnen worden. Im Oktober 1916 kam der erste Ofen, Anfang Mai 1918 der zweite Ofen in Betrieb, und jetzt kann der Bau der Anlage im großen und ganzen als abgeschlossen betrachtet werden.

Was diese neue Schmelzhütte selbst anlangt, so ist sie terrassenartig derart angelegt, daß auf der obersten Terrasse die beiden Rückkühlwerke mit dem Wasserbassin für die Kühlung der Oefen, auf der folgenden Terrasse die Bergwerksbahn- und Staatsbahnanschlüsse für die nach den 9 Bunkern zu liefernden Minern und Koksmengen, auf der nächsten Terrasse die Entleerungslutten der Minern aus den Bunkern, die elektrische Gichtbahn, die Gicht der Oefen sowie die Brikettier- und Sinterungsanlage und auf der untersten Terrasse die 3 Wassermantelöfen mit ihren Vorherden und Abstichen für Schlacke und Rohstein, die Sockel der insgesamt je 90 m hohen drei Kamine, die Schlackenbahn und der Temperschlackenplatz angeordnet sind.

Die hauptsächlichsten lichten Abmessungen dieser 3 Wassermantelöfen sind folgende:

Länge des Tiegels auf der Ofensohle	9,26 m,
Breite " " " " " "	1,00 "
Breite in der Düsenebene	1,50 "
Breite in der Gichtschüssel	2,00 "
Höhe, gerechnet von der Ofensohle bis Unterkante Gichtschüssel	7,20 "
Höhe der Düsenmitte über der Ofensohle	1,15 "
Querschnitt in der Düsenebene	14 qm,
Durchmesser der Düsen	125 mm,
Anzahl der Düsen (auf jeder Längsseite 32 und auf jeder Giebelseite 8)	80 Stück.

Die Oefen sind als Spuröfen zugestellt und besitzen in den Mitten ihrer Längsseiten je zwei durch zwei Schlackenrinnen verbundene rechteckige Vorherde, die im Lichten 3,8 m lang, 2,3 m breit und 1,5 m tief sind und deren Abflurrinnen 1,5 m über den Vorherdsohlen liegen. Das Fassungsvermögen jedes Vorherdes beträgt 13,1 cbm und entspricht etwa 40 Tonnen Schlacke. Die Schlackentransportwagen fassen 3800 kg Schlacke. Der erforderliche Gebläsewind wird von 6 Hochdruck-Präzisionsgebläsen der Aerzener Maschinenfabrik geliefert, die durch Drehstrommotoren von je max. 300 P.S. und max. 485 minutlichen Umdrehungen angetrieben werden, wobei je Gebläse und Minute bei 230 Umdrehungen 320 cbm Wind bei einer Pressung von 100—122 mm Quecksilbersäule geleistet werden. Auf 1 Tonne Minern bezogen, stellt sich der Windverbrauch auf etwa 1400—1500 cbm. Der umlaufende Kühlwasserbedarf beträgt 8—9 cbm je Ofen und Minute und bedarf infolge Verdunstung und Vermeidung zu hoher Härten (Schachtwasser 42—43⁰ Härte; vom Ofen kommendes Wasser 47—49⁰ Härte) einer täglichen Frischwasserzuführung von 0,5 cbm je Ofen und Minute. Zur Rückförderung der Wasser zu den beiden Kaminkühlern, von denen aus die Wassermäntel gespeist werden, stehen bei einer Förderhöhe von 42 m 6 Hochdruck-

Zentrifugalpumpen zur Verfügung, von denen 3 je 2,25 cbm, 2 je 6 cbm und 1 8 cbm leisten.

Gegenüber den Wassermantelöfen besitzen die alten Mansfelder Hochöfen folgende Abmessungen:

	Krughütte	Kochhütte
Höhe des Gestelles	2,3 m	2,5 m
„ der Rast	1,0 „	0,5 „
„ des Schachtes	5,7 „	3,8 „
Gesamthöhe des Ofens	9,0 „	6,8 „
Durchmesser auf der Ofensohle	2,2 „	2,2 „
„ im engsten Teile der Rast	2,2 „	2,2 „
„ „ weitesten „ „ „	2,5 „	2,5 „
„ an der Gicht	2,2 „	2,2 „
Höhe der Düsenmitte über der Ofensohle	1,0 „	1,1 „
Querschnitt in der Düsenenebene	3,8 qm	3,8 qm
Durchmesser der Düsen	130 mm	130 mm
Anzahl der Düsen	6	6

Der Windverbrauch dieser Oefen beträgt bei einer Pressung von 100 bis 120 mm Quecksilbersäule etwa 1000 cbm je 1 Tonne Minern. Der Wasserverbrauch stellt sich auf 14—15 cbm je Ofen und Stunde, d. i. 0,25 cbm je Ofen und Minute.

Die vergleichsweise Zusammenstellung von Leistung und Koksverbrauch führt zu folgenden Zahlen:

Erzart	Ofenart	Hütte	Jahr	Leistung je Tag Tonnen	Koks- aufgang %
Minern der laufenden Arbeit	Alte Hochöfen	Krughütte	1913	194	19,9
		Kochhütte	1913	196	16,7
	Wassermantel- ofen	Kupferkammer- hütte	1915	520	16
Arme Halden und Schachtminern	Wassermantel- öfen	Kupferkammer- hütte	1916	545	16,7
			1917	455	19,7
		Krughütte	1916	470	21,8
			1917	600	22,2

Die Wassermantelöfen leisten, soweit die Verarbeitung von Minern der laufenden Arbeit in Frage kommt, mindestens das 2 $\frac{1}{2}$ fache der alten Hochöfen unter gleichzeitiger Erzielung einer Koksersparnis infolge teilweiser Ausnutzung des Heizwertes der etwa 7% Kohlenstoff führenden Minern und unter Fortfall des Brennens dieser Minern in freien Haufen, wodurch eine nicht unwesentliche Verringerung an Arbeitskräften zu erzielen und die bislang recht unliebsame Rauchbelästigung zu beseitigen ist. Außerdem lassen diese neuen Oefen die in den alten Hochöfen unausführbare Aufarbeitung armer Halden- und Schachtminern ohne vorausgegangenes Brennen zu. Die Leistungsergebnisse und der Koks-aufgang werden bei dieser letzteren Arbeit recht erheblich durch mehr oder weniger vorhandene Verwitterung des Materials und damit im Zusammenhange stehende Klärbildung sowie durch den an sich während des Krieges an Qualität sehr verminderten Koks stark beeinflusst, so daß unter den obwaltenden Verhält-nissen gerade für diese Arbeit einwandfreie Zahlen nicht festzustellen sind.

Seit Ausbruch des Krieges sind bis zum 1. Juni 1918 bereits 779899 Tonnen arme Halden- und Schachtminern auf 29110 Tonnen Rohstein mit 26,96 % Cu und 0,154 % Ag ohne jegliche Störung in ungebranntem Zustande in Wassermantelöfen verschmolzen worden, ein Beweis dafür, daß das Schmelzen ungebrannter Minern in solchen Oefen als völlig gelöst angesehen werden kann.

In engster Verbindung mit der Lösung der Frage des Verschmelzens ungebrannter Minern in Wassermantelöfen ist gleichzeitig auch die Frage der Brikettierung und Sinterung der sogenannten Kläre, nämlich des von den Schächten bis zu 50 % der Gesamtanlieferung mitangelieferten feinen Materials aufgerollt worden, weil diese Kläre ein Feind des alten Mansfelder Schachtofens und auch des Wassermantelofens ist, denn sie benachteiligt in hohem Grade sowohl die Ofenleistung als auch den Koksverbrauch. Auf den alten Rohhütten wird diese Kläre unter Zusatz bleiarmen Flugstaubes und etwas Wasser angebatzt, mittels Ziegelsteinpressen in Steine von Backsteinformat verwandelt und in die Schieferbrennhäufen eingebettet. Diesen Weg beizubehalten, empfahl sich für die Wassermantelofenanlage nicht, weil diese Steine an sich eine zu geringe Festigkeit besitzen, im Ofen wieder zerfallen, dadurch den Ofengang beeinträchtigen und zu erneuten Flugstaubbildungen Anlaß geben. Es wurde deshalb gleichzeitig auch eine neuzeitlich eingerichtete Brikettier- und Sinterungsanlage gebaut, der die Kläre von zwei besonderen Klärebunkern aus durch eine Schüttelrinnenanlage derart zugeführt wird, daß sie zur weiteren Zerkleinerung in eine Siebtrommel oberhalb einer Walzenmühle gehoben wird, deren innerer Mantel 20 mm und äußerer Mantel 6 mm Lochung besitzt. Das so abgeseibte Korn über 6 mm wird auf der Walzenmühle unter 6 mm zerkleinert, einem Bunker aufgegeben und von diesem entweder der Brikettier- oder Sinteranlage zugeführt.

Zum Brikettieren stehen 4 Bernhardt-Brikettpressen mit rotierendem Tisch zur Verfügung, die in je 1200 stündlichen Preßakten 2400 Steine von je 2 kg Gewicht herstellen. Der Transport der Preßlinge von der Presse nach den Trockengängen und von diesen über die Umlader nach den Gichtwagen ist im Sinne neuzeitlicher Ziegeleien gelöst worden.

Zum Sintern ist ein Dwight-Lloyd-Apparat aufgestellt, der auf einer sich je Minute um 220—240 mm stetig vortreibenden Gleitbahn Rostkästen enthält, auf die das Klärematerial unter Zusatz von 2—3 % Kokslein aufgegeben, mittels eines mit Koksfeuerung betriebenen Zündofens entzündet und durch die Saugwirkung eines Exhaustors durchglüht wird, wodurch die Kläre zu einem hochporösen Sinterprodukt zusammenbäckt, das, am Ende der Gleitbahn angelangt, automatisch abstürzt und dem Hochofen zugeht. Ein solcher Apparat leistet 80—90 Tonnen täglich.

Sowohl die Brikettier- als auch Sinteranlage entsprechen den an sie gestellten Erwartungen und tragen recht wesentlich zur Verminderung der mechanischen Flugstaubbildung, zur Steigerung der Ofenleistung und zur Ersparnis an Koks bei.

2. Die Reinigung der Gichtgase.

Die den Hochöfen entweichenden Gichtgase werden durch schmiedeeiserne Rohrleitungen besonderen Gasreinigungsvorrichtungen zugeführt, um sie von dem anhaftenden Staubeilchen, den Flugstauben, zu befreien und dann in gereinigtem Zustande den Zentralen auf Krug- und Kochhütte zur Krafterzeugung zur Verfügung zu stellen. Diese Flugstaubabscheidung aus den Gichtgasen auf Krug- und Kochhütte hat mit der mehr und mehr wachsenden Verwendung gereinigter Gichtgase zu Kraftzwecken eine recht erhebliche Bedeutung gewonnen. Ihre Abscheidung erfolgt teils auf trockenem und teils auf nassem Wege. Die schon immer betriebene, aber unvollkommene trockene Abscheidung, die sich in den Gichtgasleitungen und Flugstaubkammern vollzieht, gründet sich auf den Unter-

schied im spezifischen Gewicht des Flugstaubes und der Gase und der daraus folgenden verschiedenen Geschwindigkeit. Die nasse Abscheidung, mit der man vor etwa 14 Jahren den Anfang gemacht hat, schließt sich der auf trockenem Wege an und gründet sich auf die Verwendung von mit Vorreinigern versehenen Zschokke-Wäschern und auf die Ausschleuderung der in den abgekühlten und vorgereinigten Gichtgasen noch enthaltenen Flugstaubmengen mittels Zentrifugal-Gegenstromwäscher nach dem System Theisen auf Krughütte und mittels Gegenstromdesintegratoren nach dem System Schwarz-Bayer und Theisen auf Kochhütte. Eingehende Messungen hinsichtlich der entstehenden Gichtgas- und Flugstaubmengen sind im Jahre 1910 der fortschreitenden Einführung der nassen Reinigung vorausgegangen, um Grundlagen über den Umfang solcher Anlagen zu schaffen. Diese Messungen haben ergeben, daß

an Gichtgasen je 1 Tonne Minern
auf Krughütte mit 1270 cbm (normal) und
„ Kochhütte „ 1300 „ „

und an Flugstaub je 1 cbm Gichtgas
auf Krughütte mit 16,6 g, nämlich 6,2 g auf trockenem und 10,4 g auf nassem Wege,
„ Kochhütte „ 23,4 „ „ 14,05 g „ „ „ 9,35 g „ „ „
zu rechnen ist.

Geht man von diesen Ermittlungen aus, die nach den bisherigen Erfahrungen zu den erzielten Ergebnissen in einem recht befriedigenden Verhältnis stehen, so kommen unter der Voraussetzung, daß die Maximalschmelzleistung der Krughütte mit fünf im Betriebe befindlichen Oefen je Jahr 360000 Tonnen oder je Stunde 42 Tonnen Minern und diejenige der Kochhütte mit sieben im Betriebe befindlichen Oefen je Jahr 504000 Tonnen oder je Stunde 58 Tonnen Minern beträgt,

an Gichtgasen je Stunde
auf Krughütte = 53340 cbm (normal) und
„ Kochhütte = 75400 „ „

an Flugstaub je Jahr
auf Krughütte = 7756 t, nämlich 2897 t in trockenem und 4859 t in nassem Zustande,
„ Kochhütte = 15458 t, „ 9280 t „ „ „ 6178 t „ „ „
also insgesamt 23214 t, nämlich 12177 t in trockenem und 11037 t in nassem Zustande
oder je 1 Tonne Minern 2,7 kg Flugstaub insgesamt in Frage.

Es kam also in erster Linie darauf an, Vorrichtungen zu treffen, die imstande sind, stündlich auf Krughütte 53340 und auf Kochhütte 75400 cbm Gichtgase auf nassem Wege zu reinigen. Auf Krughütte erfolgt der Eintritt der auf trockenem Wege gereinigten Gichtgase in die Wäscher von einer an die Hauptleitungen sich anschließenden gemeinsamen Querleitung aus. Zuerst gehen die Gase durch drei parallel geschaltete Vorwäscher nach System Zschokke, von denen zwei mit einem kleineren Vorreiniger versehen sind. Sie treten von unten in den Vorreiniger ein, werden hier nach dem Gegenstromprinzip gereinigt, verlassen diesen oben und werden dann beim Zschokke-Wäscher wieder unten zugeleitet, während das Wasser oben durch Düsen oder Brausen eintritt. Diese Wäscher sind hohe, zylindrische Behälter aus Eisen, die früher zur Erzeugung einer größeren Berührungsfläche mit einem Gitterwerk aus Holz versehen waren, heute hingegen leer sind. Mit den Zschokke-Wäschern bezweckt man, die Leistung der Theisen-Wäscher dadurch zu erhöhen, daß man die Gichtgase vorkühlt und die Flugstaubteilchen behufs Erleichterung der Ausschleuderung vorbenetzt, wodurch von vornherein bereits größere Flugstaubmengen ausgeschieden werden. Die zwei älteren Wäscher geben den Schlamm in ein gemeinsames Bassin ab, aus dem er in ein zweites Bassin gepumpt wird, während der Schlamm von dem dritten, neueren Wäscher

direkt dahin geleitet wird. Die vorgereinigten Gase treten nun aus den Vorwäschern in eine gemeinsame Verbindungsleitung über, in der sich noch Schlamm absetzt, der durch Abzugstrichter in ein Bassin abfließt. Aus dieser Verbindungsleitung gelangen die vorgereinigten Gase in die Zentrifugal-Gegenstromwäscher nach System Theisen, in denen ihr noch anhaftender Flugstaubgehalt bis auf 3 mg je Kubikmeter bei einem Wasserbedarf von 1—1,5 Liter je Kubikmeter Gas und bei fortgesetzter Wiederbenutzung des Wassers ausgeschleudert wird. Zur Zeit sind vorhanden:

	Leistung Kubikmeter Gas je Stunde	Direkt gekuppelt mit einem Drehstrommotor von P.S.
Zwei Theisen-Wäscher seit 1904	je 6 000	je 80
Ein " " " 1907	21 000	125
" " " 1912	20 000	125
Leistung insgesamt	53 000	

Diese Anlage besitzt zur Zeit noch keine Reserve.

Die gereinigten Gasmengen werden der Dampfkesselanlage auf Krughütte zugeführt. Die Zusammensetzung der Gase beträgt 18,5—22 Volumprozent CO und 9—12,5 Volumprozent CO₂ = 582—671 WE. je Kubikmeter Gas. Der blei-reiche Schlamm aus den Theisen-Wäschern sammelt sich in einem hinter den Wäschern befindlichen Kanal an und wird den großen Schlamm-bassins zugeführt, in die man die dickflüssigen Flugstaubschlämme hineinpumpt. In diesen Bassins werden die Flugstaube entwässert und nach genügender Austrocknung an der Luft ausgefahren und ihrer weiteren metallurgischen Verwertung zugeführt. Von den auf Krughütte angelegten vier Bassins sind je zwei durch eine gemeinsame Wand getrennt. Die älteren Bassins haben einen Fassungsraum von je 1440 cbm, der etwa 1600 Tonnen bleiischem Flugstaub je Bassin entspricht. Die zwei neuerbauten Bassins besitzen einen Fassungsraum von je 1200 cbm, der etwa 1500 Tonnen bleiischem Flugstaub entspricht.

Die den Wassermantelöfen der neuen Schmelzanlage auf Krughütte entströmenden Gichtgase werden zur Zeit noch nicht auf nassem Wege vom Flugstaub gereinigt. Mit der im kommenden Jahre voraussichtlich erfolgenden Einstellung des Betriebes der alten Krughütte wird unter Erweiterung der vorhandenen alten Waschanlage auch diese Aufgabe noch ihre Lösung finden.

Auf Kochhütte treten die Gichtgase von der trockenen Reinigung durch einen Ventilkasten der nassen Reinigung derart zu, daß sie zunächst in zwei Zschokke-Wäschern, wie auf Krughütte, vorgekühlt und vorgereinigt und dann in sechs Gegenstromdesintegratoren, von denen vier die Firma Louis Schwarz & Co. in Dortmund und zwei die Firma Theisen in München geliefert hat, fertig gereinigt werden. Um einer Zerstörung der Desintegratoren vorzubeugen, wird dem sauren Aufschlagwasser der Vorreiniger etwas Kalk zugesetzt. Ventilatoren saugen die gereinigten Gase ab, drücken sie in mit Kupfer- und Messingblechen gitterartig ausgefüllte Wasserscheider, aus denen sie nach Abgabe anhaftender Wasser- und Flugstaubteilchen als Reingas austreten, das den Kesselfeuerungen der elektrischen Zentrale Kochhütte zugeführt oder, soweit es überschüssig ist, durch einen ummauerten Blechschornstein ins Freie abgeleitet wird. Die vorhandenen 4 Gegenstromdesintegratoren der Firma Louis Schwarz & Co. werden von je einem Elektromotor von 75 P.S., der gleichzeitig auch den zugehörigen Ventilator betätigt, mittels Riemen angetrieben. Sie besitzen je Apparat eine Leistung von 26000 cbm oder insgesamt 104000 cbm Gas je Stunde. Bei fortgesetzter Wiederbenutzung des zurückgewonnenen Wassers beträgt der Wasserverbrauch 2,5—3 Liter je Kubikmeter Gas, in dem der Flugstaubgehalt auf 0,7 bis

0,5 g herabgezogen wird. Um eine weitere Reserve auf Kochhütte zu schaffen, sind Ende 1917 zwei mit je einem Vorwäscher ausgestattete Desintegratoren der Firma Theisen in Betrieb gesetzt worden, die mit je einem Elektromotor von 258 P.S., der gleichzeitig auch den zugehörigen Ventilator betätigt, mit Riemen angetrieben werden und die je Apparat und Stunde 52 000 oder zusammen 104 000 cbm Gas leisten. In diesen Apparaten wird der den Gasen noch anhaftende Flugstaub bis auf 17 bzw. 14 mg je Kubikmeter bei einem Wasserbedarf von 2,5—4 Liter je Kubikmeter Gas bei fortgesetzter Wiederbenutzung des Wassers entfernt. Der aus den Wäschern, Desintegratoren und Wasserabscheidern abfließende Flugstaubschlamm fließt zunächst in einem unterirdischen Kanal und dann in einem offenen Geflüder nach zwei hintereinandergeschalteten eisernen Schlammfängern, von denen der eine mit einem nicht ganz bis zum Boden reichenden Scheider versehen ist. In diesen beiden Gefäßen vollzieht sich eine teilweise Entwässerung des bleireichen Schlammes, der als breiartige Masse durch ein eisernes Rohr in große Schlamm-bassins abgeleitet wird. In diesen Bassins vollzieht sich die weitere Entwässerung und Trocknung der Schlämme, die schließlich nach längerer, von der Jahreszeit abhängiger Ablagerung ausgegraben und ihrer weiteren metallurgischen Verwertung zugeführt werden. Von den vorhandenen 3 Bassins kann das eine bei einem Inhalte von 1700 cbm = 1600 Tonnen, das andere bei 4500 cbm Inhalt = 3300 Tonnen und das dritte bei 6100 cbm Inhalt = 6000 Tonnen Flugstaub aufnehmen. Die gereinigten Gase führen etwa 12,6 Volumprozent CO₂, 0,9 Volumprozent O und 16,4 Volumprozent CO, entsprechend 500 WE. je 1 cbm Gas. Die chemische Zusammensetzung der Flugstaube zeigt nachstehende Zusammenstellung:

	Bleiarmer Flugstaub der trockenen Reinigung %	Bleireicherer Flugstaub der trockenen Reinigung %	Bleireicherer Flugstaub der nassen Reinigung %
Cu	2,5 — 2,7	1,9 — 2,7	0,5 — 0,7
Ag	0,015 — 0,016	0,013 — 0,015	0,014 — 0,019
Pb	8,6 — 9,7	13,5 — 15,4	29,0 — 38,0
Zn	7,3 — 8,0	12,5	19,0 — 24,0
Sulfatschwefel	2,5 — 2,7	3,6	0,7 — 1,2
Sulfidschwefel	4,6 — 5,7	6,3	13,8 — 18,2

Die bleiarmen Flugstaube werden direkt beim Pressen der Schieferkläre wieder zugeschlagen. Die bleireicheren Flugstaube aus der trockenen und die bleireichen Flugstaube aus der nassen Reinigung werden dagegen teils an die Bleiarbeit auf Kupferkammerhütte ausgeliefert, teils dem Handel zugeführt. Welchen Umfang die Flugstaubgewinnung genommen hat, zeigen folgende Zahlen:

	Gewöhnlicher Flugstaub	Bleischer Flugstaub
1913	11 488 Tonnen	6 159,60 Tonnen mit etwa 2032 Tonnen Blei
1914	11 883 „	5 621,30 „ „ „ 1855 „ „
1915	13 178 „	7 002,95 „ „ „ 2310 „ „
1916	13 988 „	9 748,51 „ „ „ 3217 „ „
1917	12 384 „	12 999,50 „ „ „ 4290 „ „

3. Die Herstellung von künstlichem Molybdänglanz.

Beim Schmelzen der Minern in den alten Schacht- und neuen Wassermantel-öfen fallen infolge Reduktion von Eisenoxyd und auch durch Ausscheidung von Eisen aus Schwefeleisen bei sinkender Temperatur sogenannte Eisensauen mit etwa 71—77 % Fe, die neben geringeren Gehalten an Cu, Ni und Co als bemerkenswertesten Bestandteil Molybdän zwischen etwa 4 und 7 % und auch Spuren von

Vanadin führen, die aber hin und wieder schon Anreicherungen des Molybdän-
 gehaltes bis auf 40 % aufgewiesen haben. Nachstehende Vollanalyse einer Eisensau
 von Krughütte gibt über den chemischen Charakter solcher Sauen Aufschluß:

Fe	81,51,	Co	2,94,
Cu	4,15,	P	2,52,
Mo	4,30,	S	1,25,
As	0,05,	Si	0,74,
Ni	1,61,	C	0,83,

Spuren von Ag, Zn, Al, Ca, Mg, Va.

Diese Eisensauen haben nun bis wenige Jahre vor dem Kriege keine
 besondere Beachtung gefunden, sind aber dann, und namentlich während des
 Krieges, Gegenstand der Molybdänerzeugung geworden. Wolfram, Vanadin und
 Molybdän sind bekanntlich diejenigen Elemente, die dem Stahl die ihm in hervor-
 ragender Weise veredelnden Eigenschaften geben, indem sie aus ihm einen vor-
 züglichen Drehstahl machen. Während man Vanadin nur in Bruchteilen von Pro-
 zenten zuschlägt, gibt man Wolfram bis zu 15 und Molybdän bis zu 7,5 % dem
 Stahl zu. Der durch den Weltkrieg geschaffene außerordentlich große Bedarf an
 Drehstahl machte erhebliche Mengen an diesen veredelnden Elementen nötig, die
 in der Natur nicht allzu reichlich und namentlich nicht in Deutschland vorkommen.
 Nachdem auch die Zufuhr aus Amerika und Australien abgeschnitten ist, ist
 Deutschland auf die Wolframingewinnung aus alten Schlacken im Erzgebirge und
 aus Erzen des anhaltischen Harzes, auf die Vanadinerzeugung aus Thomasschlacken
 und auf Molybdän aus natürlichem Molybdänglanz (MoS_2) und Wulfenit (PbMoO_4)
 von Skandinavien, Ungarn und Bayern, sowie auf molybdänhaltige Mansfelder
 Eisensauen angewiesen. Letztere werden auf der Kupferkammerhütte nach einem
 besonderen Verfahren, über das nähere Angaben zur Zeit nicht gemacht werden
 können, auf künstlichen Molybdänglanz, nämlich auf ein Gemisch von MoS_2 und
 MoS_3 mit etwa 35 % Mo, verarbeitet und der Kriegsmetall-Aktiengesellschaft über-
 lassen, die wiederum dieses Produkt von der Elektro-Nitrium-Aktiengesellschaft
 in Rhina bei Säckingen auf ein Ferromolybdän mit etwa 68 % Mo sowie weniger
 als 1 % C, 0,1 % As und 0,1 % P verarbeiten läßt, das den Edelstahl erzeugenden
 Industrien zugeführt wird. Mit den auf der Kupferkammerhütte geschaffenen Ein-
 richtungen läßt sich die etwa 800 Tonnen Eisensauen betragende Jahresproduktion
 in dem Umfange verarbeiten, daß täglich etwa 4 Tonnen Eisensauen auf 500 kg
 künstlichen Molybdänglanz mit 175 kg Mo umgesetzt werden können, woraus sich
 270 kg Ferromolybdän zu 68 % Mo ergeben. Eine eigene Anlage zur Herstellung
 von Ferromolybdän auf elektrothermischem Wege wird im Laufe des Frühjahres
 in Betrieb kommen.

Schlußbemerkungen.

Während des Krieges, und zwar in der Zeit vom 1. August 1914 bis
 1. Juni 1918, haben die Mansfeldschen Hütten mit einer Belegschaft, die am
 1. August 1914 aus 2351 freien Arbeitern,
 1. Januar 1915 „ 1889 „ „ „
 1. „ 1916 „ 2102 „ „ „ und 503 Kriegsgefangenen,
 1. „ 1917 „ 2225 „ „ „ 213 Frauen und 784 Kriegsgefangenen,
 1. „ 1918 „ 2158 „ „ „ 219 „ „ 493 „
 1. Juni 1918 „ 2168 „ „ „ 273 „ „ 677 „
 bestand, 3728685 Tonnen Minern, darunter 930679 Tonnen arme Halden- und
 Schachtminern zu 198101 Tonnen Rohstein verschmolzen, letzteren nach Röstung,
 wobei 87919 Tonnen Schwefelsäure zu 50° Bé fielen, auf 103555 Tonnen Spurstein
 konzentriert und diesen dann auf 393099 kg Silber und 73412 Tonnen Kupfer
 aufgearbeitet.