

Gleichmann, H. (1955): Die Aufbereitung der Siegerländer Erze am Beispiel der Eisenerzgruben Füsseberg-Friedrich Wilhelm, Georg und Neue Haardt. – In: Gründer, W. (ed) Erzaufbereitungsanlagen in Westdeutschland: Ein Führer durch die wichtigsten Betriebe für die Aufbereitung von Erzen und anderen mineralischen Rohstoffen. – p. 266-314, 27 Abb., 20 Tab.; Berlin, Heidelberg (Springer).

## XVIII. Die Aufbereitung der Siegerländer Erze am Beispiel der Eisenerzgruben Füsseberg-Friedrich Wilhelm, Georg und Neue Haardt.

Bearbeitet von

Dipl.-Ing. **H. GLEICHMANN**.

### 1. Das Siegerland als Erzlieferant.

Das Siegerland, der Industriebezirk an der Sieg, verdankt seine wirtschaftliche Bedeutung in erster Linie seinen Erzlagerstätten, die der deutschen Eisenwirtschaft mit ihren phosphorarmen, manganreichen Eisenerzen einen hervorragenden Rohstoff für die Erzeugung von Stahl- und Spiegeleisen zur Verfügung stellen.

An der Eisenerzförderung des Bundesgebietes im Jahre 1953 von 14 619 335 t war das Siegerland mit 1 370 926 t = 9,4% beteiligt. Mit einem Fe-Inhalt von 423 450 t erreichte es 10,9% des 3 888 864 t betragenden Fe-Inhaltes der Gesamt-Eisenerzförderung des Bundesgebietes. Wesentlich größere Bedeutung kommt dem Siegerland als Manganlieferant zu. So betrug der Mn-Inhalt seiner Förderung rd. 84 000 t und deckte damit den Mn-Bedarf der Hütten zu etwa 46%. Dabei ist weiter hervorzuheben, daß die vom Siegerland angelieferten Hütternerze zu überwiegendem Teil aus hochangereicherten, kieselsäurearmen Produkten bestehen, deren leichte Reduzierbarkeit im Hochofenprozeß bekannt ist. An der Stahl- und Spiegeleisenproduktion des Bundesgebietes, die rd. 21% der Roheisenerzeugung betrug, waren die Siegerländer Erze hervorragend beteiligt.

Der Eigenart der Siegerländer Vorkommen entsprechend, wird die Förderung von einer Anzahl Gruben mit verhältnismäßig geringer Förderleistung geliefert, die im Durchschnitt zwischen 100 000 bis 150 000 Jahrestonnen liegt. Eine Konzentration der Förderung war nur in einzelnen Fällen möglich. Diese mangelnde Betriebskonzentration, verbunden mit den lagerstättenspezifischen außerordentlichen Schwierigkeiten, belasten die Wirtschaftlichkeit des Siegerländer Bergbaus so stark, daß nur der wertvolle Charakter der Erze, verbunden mit einer sorgfältigen Aufbereitung, den Betrieb der Gruben ermöglicht.

### 2. Die Lagerstätte und der Lagerstätteninhalt.

Die Grundlage des Siegerländer Eisenerzbergbaus bilden die Spateisenstein-Vorkommen in dem unter der Bezeichnung „Siegerland-Wieder Spateisensteinbezirk“ bekannten Gebiet, das im wesentlichen den Kreis Siegen des Landes Nordrhein-Westfalen und den Kreis Altenkirchen des Landes Rheinland-Pfalz umfaßt. Seine Gebirgsschichten gehören dem Devon des Rheinischen Schiefergebirges an und sind durch den in Abb. 1 dargestellten geologischen Aufbau gekennzeichnet. Der NO streichende, nach NW überkippte „Siegener Hauptsattel“ birgt in seinem Kern eine mächtige Schichtenfolge von Tonschiefern, die „Unteren Siegener Schichten“. Auf seinen Flanken legen sich die rauh-flasrigen, gebänderten Tonschiefer der „Mittleren Siegener Schichten“ mit ihren Einlagerungen von quarzitischen Grauwacken an, auf die die aus mehr oder weniger sandigen Tonschiefern in Wechsellagerung mit dickbänkigen Grauwacken bestehenden „Oberen Siegener Schichten“ folgen. In diesem Schichtenkomplex treten die Siegerländer Gänge als Folgen umfangreicher tektonischer Veränderungen in Spaltenzügen mit Längenausdehnungen bis zu 12 km Länge bei Breiten bis zu mehreren hundert Metern auf. Die einzelnen Gänge sind als Scherspalten am Ende von Schichtenfaltungen zu deuten. Sie

durchsetzen das Unterdevon in nordsüdlicher und ostwestlicher Richtung in steilem Einfallen und reihen sich perl schnurartig aneinander, wobei sie zumeist rechts gestaffelt sind. Sie haben flach-linsenförmige Gestalt und können nach der Teufe zu ebenfalls gestaffelt sein. Nachträgliche Gangstörungen, wie Überschiebungen, Sprünge und Geschiebesprünge, bestimmen weitgehend Art und Umfang der bergmännischen Aus- und Vorrich-

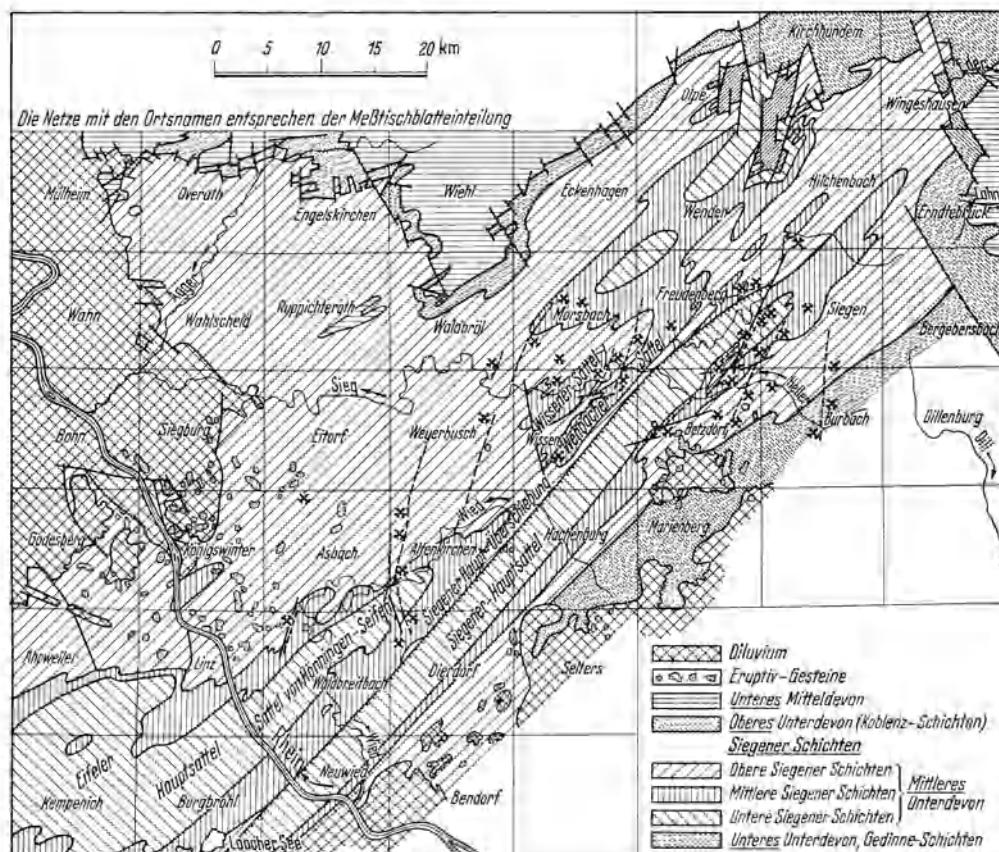


Abb. 1. Geologie vom Siegerländer-Wieder Spateisenstein-Bezirk (nach Dr. HENKE).

tungsarbeiten, da sie eine mehr oder weniger starke Zerstückelung der Gänge hervorrufen. Die Entstehung der Gangausfüllung ist hydrothermal. Über ihre Herkunft und über die Teufenlage eines möglichen magmatischen Plutons ist bis heute noch nichts Sichereres auszusagen.

An der Gangausfüllung der im Durchschnitt 2 bis 3 m mächtigen, bis zu 20 m anschwellenden Gangspalten ist der *manganreiche Spateisenstein* in überragendem Maße beteiligt. Er stellt eine isomorphe Mischung von Eisen-Mangan-Kalzium-Magnesium-Karbonat dar, die in mineralogisch reiner Ausbildung etwa 38% Fe und 7% Mn aufweist. Das Eisen-Mangan-Verhältnis bewegt sich zwischen 4,2 und 5,2 und ist für jedes Vorkommen spezifisch. Wechselnd ist auch der Erdalkali-Gehalt, der beim CaO zwischen 0,8 und 1%, beim MgO zwischen 2 bis 4% liegt. Die Struktur kann richtungslos-körnig, netzartig, porphyrrartig oder eben-lagenförmig sein. Das spez. Gewicht liegt bei 3,9 bis 4,1. Die Druckfestigkeit ist je nach Struktur verschieden und beträgt etwa 800 kg/qcm.

Von örtlicher Bedeutung ist der *Eisenglanz* mit über 60% Fe und einem vom Karbonat herrührenden Rest-Mn-Gehalt von etwa 1% und der sogenannte „*Rotspat*“, eine Imprägnation von Eisenglanz im Eisenkarbonat mit bis zu 40% Fe und 4% Mn bei sonst gleicher Ausbildung wie das Karbonat.

Als beibrechende Minerale treten auf: *Kupferkies*, meist nur noch in feinerer Verwachsung, *Schwefelkies*, der stets kupferführend ist und selbst im Reinzustande bis zu 1% Cu aufweist, *Kupferfahlerz*, das nur noch mineralogisch interessant ist, *Bleiglanz* und *Zinkblende*, die noch in einem Vorkommen eine gewisse Bedeutung haben, sonst aber Seltenheitswert besitzen.

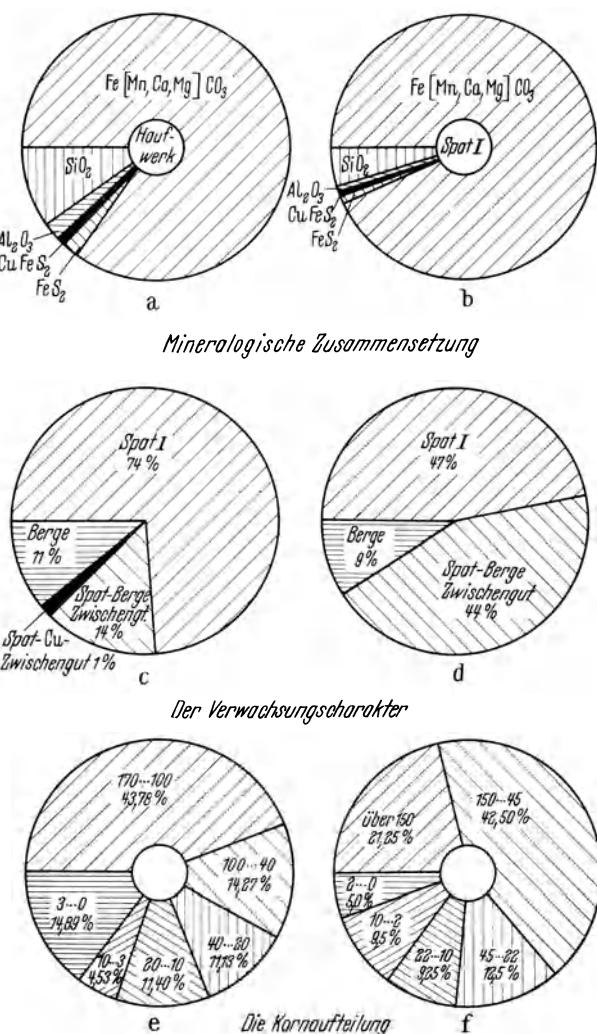
Als Gangart findet sich vorwiegend *Quarz* in zwei verschiedenen Generationen, von denen die ältere zu einer Verquarzung der Gangausfüllung durch metasomatische Verdrängung führen kann. *Dolomit* und *Ankerit* treten besonders in den westlichen Vorkommen auf und haben dort zu Dolomitisierung einzelner Gangpartien geführt.

Als Nebengestein ist zu nennen: *Grauwacke* und *Grauwackenschiefer*, die infolge Spatimprägnationen Fe-Gehalte bis zu 5% aufweisen können, und *Tonschiefer*.

Die Füllung der Spalten mit Eisenkarbonat muß während und kurz nach dem Aufreißen der Spalten erfolgt sein. Mit dem Hauptspat zugleich erfolgte die Ausfällung des Hauptquarzes. In einer jüngeren Generation treten dann Rotspat und Eisenglanz auf, hauptsächlich auf die Randgebiete beschränkt. Als jüngste Ausscheidungsprodukte erschienen dann der junge Quarz und Ankerit bis zum reinen Bitterspat. Von den Sulfiden wurde der Schwefelkies mit dem Hauptspat, die übrigen in einer späteren Phase in der Reihenfolge Zinkblende—Kupferkies—Bleiglanz ausgeschieden.

Der Charakter des Haufwerks ist der Fülle der Ausscheidungsminerale, ihrer Ausbildungsbedingungen und ihrer verschiedenen Verbreitung entsprechend verschiedenartig, jedoch im allgemeinen durch zwei Merkmale gekennzeichnet: Den verhältnismäßig hohen Anteil der Fe-Mn-Träger im Haufwerk und ihr Auftreten bereits in den größeren Fraktionen als freie Komponenten (Abb. 2).

Abb. 2. Die mineralogisch-physikalische Zusammensetzung



Die Verwachsungen der Gangausfüllung sind sehr verschiedenartig. Die des Spateisensteins mit Quarz und Nebengestein reichen von groben Verbänden bis zu einem Feinheitsgrad von 1 mm herab (Abb. 3 u. 4).

Die Ausbildung des Rotspates mit seiner äußerst innigen Verteilung des Eisenglanzes zeigt Abb. 5. Die feinsten Verwachsungen mit dem Spateisenstein weisen die Sulfide, insbesondere der Kupferkies auf, die meist bis zur Flotationsfeinheit herabreichen (Abb. 6).

Der Anteil an Spat-Berge-Verwachsungen im Haufwerk schwankt stark und kann zwischen 15 und 80% liegen.



Abb. 3. Dünnschliff: Quarz (graumweiß) durchsetzt unregelmäßig Eisenspat (grau bis schwarz). — Grube Georg, Aufnahme: Hüttenhain.



Abb. 4. Dünnschliff: Quarz weiß, Spateisenstein grau bis schwarz. Vergr. 30fach.

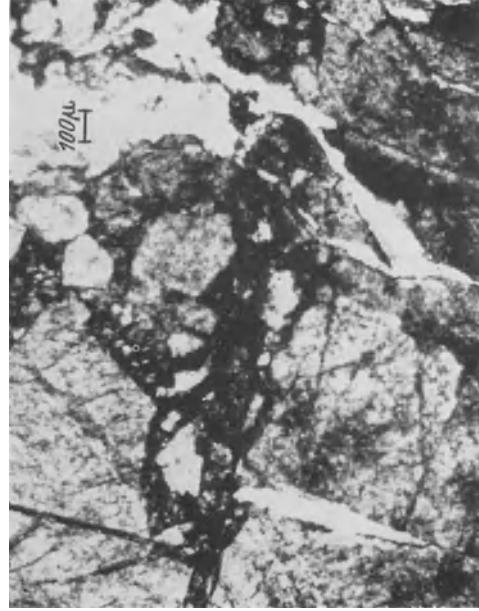


Abb. 6. Dünnschliff: Eisenspat (graumweiß) in Verwachsung mit Kupperkies (schwarz) und Quarz (reinweiß). — Grube Eisenzecher Zug, Aufnahme: Hüttenhain.

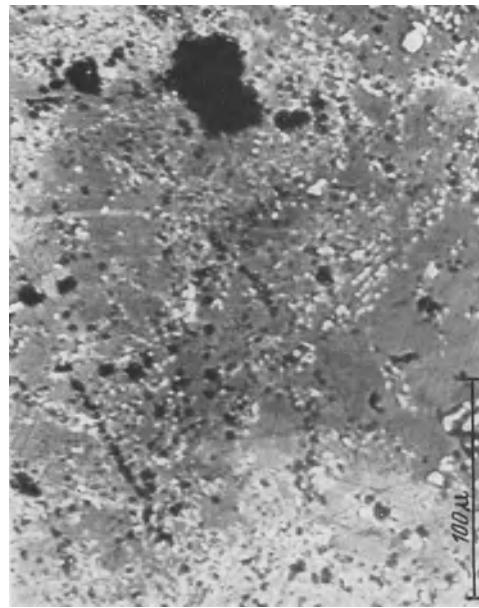


Abb. 5. Anschliff: Rotspat. Feinstes Einsprenglinge von Eisenglanz (weiß) in Eisenspat (hell- bis dunkelgrau), (schwarz: Poren). — Grube Eisenzecher Zug, Aufnahme: Hüttenhain.

Der Anteil an Spat-Sulfid-Verwachsungen ist ganz erheblich geringer und dürfte 3% kaum überschreiten.

Die Kornaufteilung des Haufwerks ist recht gleichmäßig und liegt bei allen Vorkommen etwa wie folgt:

über 40 mm	Korngröße	etwa 65—55 %
40 mm—20 mm	Korngröße	etwa 15—10 %
20 mm— 0 mm	Korngröße	etwa 30—20 %.

Die Haufwerksanalyse weist auf:

Fe 29—31%, Mn 5—5,6%, SiO<sub>2</sub> 16—20%, CaO 0,8—1%, MgO 2—3%, Cu 0,1—0,3%, S 0,2—0,5%.

### 3. Die bergmännische Gewinnung und ihre Rückwirkung auf die Aufbereitung.

Die tektonisch bedingte, unregelmäßige Gangausbildung, die teilweise zu einer regelrechten Zerstückelung von Gangmitteln führt, erfordert besondere Sorgfalt in der Wahl der Abbauverfahren. Sie erschwert die aus wirtschaftlichen Gründen notwendige Mechanisierung der Abbaubetriebe. Mehr als in anderen Revieren hat die Abbauführung aber auch bisher dem Haufwerkscharakter und den Erfordernissen der Aufbereitung Rechnung getragen. Bekanntlich ist die Kornaufteilung ziemlich stückig und zeigt in der Kornspanne über 40 mm bereits einen teilweise hohen Anteil an freiliegenden Komponenten, insbesondere auch Stückbergen. Da eine Sortierung auf Grund von optischen Unterscheidungsmerkmalen auch bei Grubenlicht durchaus möglich ist, kann also die Aufbereitung theoretisch schon im Abbau beginnen.

Sie muß selbstverständlich auf eine Korngrenze beschränkt bleiben, bei der die zu erwartende Leistungseinbuße der Abbaubelegschaft noch vertretbar erscheint. Diese liegt bei etwa 100 mm Korngröße. Von dieser vorbereitenden Aufbereitungsmöglichkeit mußte um so mehr Gebrauch gemacht werden, als die Förder- und Aufbereitungseinrichtungen in ihrer Kapazität nahezu ausgelastet waren, die erforderliche Mehrförderung von 2% für jedes Prozent erhöhten Bergeanfalles also nicht ohne weiteres bewerkstelligt werden konnte. Da eine Herabminderung des Ausbringens um 1% bereits eine Erlösminderung von 0,40 bis 0,50 DM/t Förderung bringt, war es verständlich, daß man bislang *den* Abbauverfahren den Vorzug gab, bei denen bei einigermaßen vertretbarer Leistung eine Möglichkeit der Haufwerksverbesserung durch vorbereitende Klaubarbeit in der Grube gegeben war. Die wirtschaftliche Entwicklung zwang jedoch dazu, der möglichen Leistungserhöhung durch Wahl anderer, stärker mechanisierter Abbauverfahren in erhöhtem Maße Rechnung zu tragen, und so haben Verfahren dieser Art immer mehr Eingang gefunden. In Zahlentafel 1 sind die im Siegerland angewandten Abbauverfahren nach dem neuesten Stand aufgezeigt.

Zahlentafel 1. Abbauverfahren im Siegerland nach dem Stand vom April 1954.

Abbauarten	Anzahl	%	Förderung t	%
<b>Firstenstoßbau</b>				
Rollenabstand über 10 m . . . . .	55	23,7	34 119	14,3
bis 10 m . . . . .	100	43,1	81 118	34,0
<b>Firstenstoßbau</b>				
Rutscheförderung . . . . .	8	3,5	6 035	2,5
Schrapperförderung . . . . .	4	1,7	5 184	2,2
<b>Firstenstoßbau</b>				
mit schräggestellten Stößen und Rutscheförderung bei diagonalem Verrieb	40	17,2	71 419	29,9
<b>Schrägfirstenbau</b>				
mit diagonalem Verrieb . . . . .	25	10,8	40 770	17,1

Der Firstenstoßbau mit einem Rollenabstand von über 10 m — lange Zeit hindurch das typische Siegerländer Abbauverfahren — ist bergmännisch und aufbereitungstechnisch gleich anpassungsfähig, tritt aber infolge seiner geringen Leistung mehr und mehr zurück, so daß nur noch 14,3% der Förderung hiermit erfaßt werden. Damit ist auch das Verfahren, das die größte Möglichkeit einer Haufwerksverbesserung bietet, nicht mehr von der früheren Bedeutung. Eine Erniedrigung des Rollenabstandes auf unter 10 m, das sogenannte Abtrichtern, schränkte die Aufbereitungsmöglichkeit im Abbau schon auf zweidrittel bis einhalb des bisherigen Umfanges ein bei einer beträchtlichen Leistungs-erhöhung. Mit diesem Verfahren werden bereits mehr als ein Drittel der Fördermengen erfaßt. Der Firstenstoßbau mit schräggestellten Stößen gestattet die Anwendung der Auslesearbeit in noch etwas größerem Umfange. Bei 75% der z. Z. angewandten Abbauverfahren bestehen also noch gewisse Möglichkeiten der vorbereitenden Aufbereitungss-arbeit in der Grube. Jedoch macht der Schrägfirstenbau mit seiner hohen Leistung, bei dem aber praktisch keine Aufbereitungsmöglichkeit mehr besteht, schon 17,1% aus und ist in weiterem Vordringen. Die zwingende Notwendigkeit, rationellere Abbaumethoden aus Gründen der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit einzuführen, wird über die bisher noch geübte Rücksichtnahme auf Fördermöglichkeit und Aufbereitungsmöglichkeit zur Tages-ordnung übergehen müssen, und darauf hat sich die Aufbereitung durch Einführung leistungsfähigerer, billiger arbeitender Verfahren einzustellen.

#### 4. Zweck der Aufbereitung und ihre Möglichkeiten.

Der Aufbereitung als Vorbereitung für die Verhüttung sind im Siegerland folgende Aufgaben gestellt:

1. Aussortieren des FeMn-Trägers Spateisenstein in möglichster Reinheit durch Abstoßen der Schlackenbildner Quarz, Grauwacke, Grauwackenschiefen und Tonschiefer, zur Ersparnis von Fracht-, Transport-, Koks- und Kalkkosten.
2. Abspalten der Kohlensäure des Karbonates aus Gründen der Frachtersparnis und besseren Ausnutzung des Hochofenraumes.
3. Ausscheiden der NE-Metallsulfide, insbesondere des Kupferkieses, zur Erzeugung eines Qualitätsstahles, des Pyrits zur Erniedrigung des S-Gehaltes im Möller.

Aus dem Roherz mit den vorhin angegebenen Gehalten muß ein Hüttenherz mit etwa 50% Fe, 9,5 bis 11% Mn, 6 bis 8% SiO<sub>2</sub> und möglichst niedrigem Cu- und S-Gehalt erzeugt werden.

Auf Grund der in Zahlentafel 2 aufgezeigten physikalischen Eigenschaften der Haufwerkskomponenten ergeben sich dann folgende Aufbereitungsmöglichkeiten: Klaubarbeit,

Zahlentafel 2. Aufbereitungsmöglichkeiten auf Grund der physikalischen Eigenschaften.

	Roh	Geröstet	Anwendbare Verfahren	Anwendungsgrenzen	
				obere	untere
<i>Farbunterschiede:</i>	Spat: gelb-grau Berge: weiß-blau	Rost: stahlblau Berge: weiß-gelb grau	Klaubarbeit	150—180 mm	etwa 40 mm
<i>Wichteunterschiede:</i>	Spat: 3,2—3,5 Verw.: 2,85—3,2 Berge: 2,70—2,85	Rost: 5,2 Verw.: 2,85—5,2 Berge: 2,70—2,85	Schwerkraftaufbereitung	60 mm	0,075 mm
<i>Permeabilitätsunterschiede:</i>	schwach magnetisch	starkmagnetisch	magnetische Aufbereitung	50 mm	z.Zt. 0,20 mm
<i>Thermisches Verhalten:</i>	Spat gibt bei Erhitzen auf 500° C seine CO <sub>2</sub> ab		Röstung	200 mm	—

Schwerkraufbereitung, magnetische Aufbereitung, Flotation und oxydierende Röstung. Die Aufbereitung der Siegerländer Erze ist also sehr mannigfaltig und bedient sich fast aller Aufbereitungsverfahren.

## 5. Die Entwicklung der Berg- und Aufbereitungstechnik.

Geschichtliche Zeugnisse über den Siegerländer Bergbau liegen erstmalig aus dem Jahre 1298 vor, wo die Grube „Landeskron“ urkundlich erwähnt wird. Der Bergbau muß aber schon viel früher begonnen haben, worauf die Ausgrabungen von Rennfeuern der La-Tène-Zeit hinweisen.

Die Entwicklung der Bergbautechnik führte vom Eigenlöhnerbergbau in Pingen zum Stollen- und Unterwerksbau, der schon vor dem dreißigjährigen Kriege betrieben wurde. Bereits im Jahre 1761 wurde eine Windkunst zur Wasserhaltung erwähnt, die im Jahre 1769 durch eine Wasserkunst ersetzt wurde. Erst mit Einführung der Dampfmaschine wurde der Übergang zum Tiefbau in die Wege geleitet. Als Abbauverfahren wurde der Strossenbau geübt, der später durch den bis in jüngste Zeit betriebenen klassischen Firstenstoßbau abgelöst wurde. Er wird in jüngerer Zeit durch leistungsfähigere Abbaumethoden ersetzt.

Die außerordentliche Zersplitterung des Bergbaus, dessen Gruben zumeist von Gewerkschaften betrieben wurden, begann erst ein Ende zu nehmen, als die Hüttenwerke an Rhein und Ruhr zur Schaffung eigener Inlandserzbasis Gruben aufkauften und unter einheitlicher Leitung in größerem, kapitalkräftigem Verbande modernisierten und zusammenschlossen. Der Schlüßstein dieser Entwicklung war der Zusammenschluß der Siegerländer Gruben in der „Erzbergbau Siegerland AG.“, bei der nunmehr alle Hindernisse für weitschauende Planung und Vereinheitlichung gefallen sind.

Die Aufbereitungstechnik ist in ihrer Entwicklung, wie folgt, charakterisiert:

An die gründliche Aufbereitung in der Grube, auf die außerordentlicher Wert gelegt wurde und die sogar durch getrennte Förderung qualitativ verschiedener Haufwerksarten ergänzt wurde, schloß sich zunächst eine Handscheidung des Rohhaufwerks über Tage an. Man vermied ängstlich alle kapitalfördernden Anreicherungsmaßnahmen, eine Folge der herrschenden Zersplitterung. Der nächste Schritt war die Einführung der Röstung, das heißt ihre Verlegung aus dem Hochofen in die Röstöfen, die zuerst auf den Hütten selbst errichtet wurden. Aus Gründen der Frachtersparnis einerseits und zur Ausnutzung der durch die thermische Zerkleinerungsarbeit im Röstofen geschaffenen Aufbereitungsmöglichkeiten der Handverlesung des gerösteten Spateisensteins andererseits, verlegte man die Röstung später auf die Gruben selbst. Mit zunehmender Verschlechterung der Haufwerksqualität infolge Verringerung der unzuträglich hohen Abbauverluste wuchs naturgemäß die Menge der nach der Röstung ausgehaltenen Zwischenprodukte (Rostausschläge) und man schritt mit Einführung der Schwerkraufbereitung zu ihrer weiteren Anreicherung. Als dann brauchbare, leistungsfähige Elektromagnetscheider auf den Markt kamen, ging man zu der für die Aufbereitung dieser gerösteten Produkte besonders geeigneten elektromagnetischen Rostaufbereitung über. Die Notwendigkeit der Entfernung des Kupferkieses, wozu nur beim Rohhaufwerk gewisse Möglichkeiten bestanden, war die eigentliche Ursache zur Errichtung von Rohspataufbereitungen. Daneben vermochte die in dieser vorgenommene Entfernung der Berge und klassierte Beschickung der leistungsschwachen kleinen Röstöfen auch eine Leistungserhöhung und Brennstofferniedrigung beim Rösten gewährleisten.

Die Dreiteilung des Siegerländer Aufbereitungsverfahrens in Rohspataufbereitung — Röstung — Rostaufbereitung war damit geschaffen und lange Zeit hindurch das klassische Verfahren überhaupt. Große Fortschritte auf dem Gebiete der Röstung durch Schaffung großräumiger Ofeneinheiten mit künstlicher Luftzufuhr und mechanisiertem Rostspataustrag, die auch eine unklassierte, ballastreiche Beschickung erfolgreich verarbeiten konnten, und die Weiterentwicklung der Elektromagnetscheider zu leistungs-

fähigen, befriedigend arbeitenden Aggregaten, führte in der neueren Zeit zu neuartigen Verfahren, bei denen das Schwergewicht wieder von der Rohspat- auf die Rostspatseite gelegt wurde. In jüngster Zeit sind durch die erneut gestiegenen Anforderungen an die Cu-Armut der Hütternerze die Verfahren der Rohspatvorbereitung wieder in den Vordergrund getreten.

## 6. Heutiger Stand der Aufbereitungstechnik.

### a) Die einzelnen Verfahrensgänge.

Aus den bisherigen Darlegungen geht bereits hervor, daß man die Aufbereitung des Spateisensteins in rohem und geröstetem Zustande vornehmen kann. Man kommt so zur „Rohspataufbereitung“ oder „Rostspataufbereitung“. Für das jeweilig anzuwendende Verfahren sind die mineralogischen und physikalischen Eigenschaften der Haufwerkskomponenten bestimmend. In jedem Falle wird man auf die Röstung nicht verzichten können, die von allen Verfahren die höchste Anreicherung bringt. Sie wird zwischen die Aufbereitungsverfahren eingeschaltet. Die Aufbereitung selbst kann man auf die Rohspat- oder Rostspatseite legen oder eine Kombination beider anwenden. Für die Wahl des Verfahrens selbst ist ausschlaggebend der Haufwerkscharakter, insbesondere der Verwachungsgrad und der Anteil an Metallsulfiden. Sind die Verwachsungen zwischen Spateisenstein, Gangart oder Nebengestein geringfügig und liegen genügend freie Haufwerkskomponenten vor, wird man als erste Verfahrensstufe die Rohspataufbereitung wählen, in der Fertigerze, Zwischenprodukte und Berge erzeugt werden. Die Zwischenprodukte kann man im Rohzustand aufschließen und aufbereiten, so daß im Endeffekt nur Fertigerze und Berge erzeugt werden. Die Fertigprodukte werden geröstet.

Man gelangt so zur Zweiteilung in *Rohspataufbereitung — Röstung*. Da dieses Verfahren

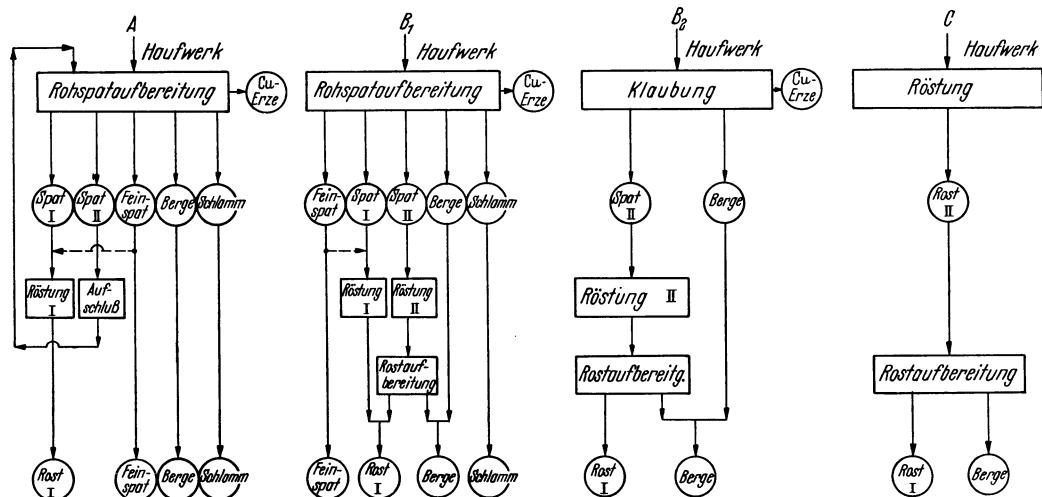


Abb. 7. Überblick über die Verfahrenstechnik.

ein außerordentlich sauberes und günstiges Haufwerk voraussetzt, das selten noch anzutreffen ist, kommt ihm kaum noch irgendwelche Bedeutung zu, zumal die Zerkleinerung im Rohzustand größere Mengen schwer verwertbarer Feinspat- und Schlammanteile bringt. Nimmt man die Verarbeitung der Zwischenprodukte erst nach ihrer Röstung vor, kommt man zu dem klassischen Verfahren der Dreiteilung in *Rohspataufbereitung — Röstung — Rostspataufbereitung*. Bei hohem Anteil an Verwachsenem und geringem Anteil an freiliegenden Komponenten im Haufwerk kann die vorbereitende Arbeit der Rohspataufbereitung zu keinem nennenswerten Aufbereitungserfolg führen. Man geht dann sofort zur Haufwerksröstung über und bereitet den gesamten Rostspat

in einer Rostspataufbereitung auf. Man kommt hiermit zu einem weiteren Verfahren der Zweiteilung in *Röstung* — *Rostspataufbereitung*. Zwingt ein höherer Anteil an Kupfererzen dann noch zu einer verstärkten Entkupferung, die man nur im Rohzustande vornehmen kann, kann man auf eine vorbereitende Arbeit des Rohhaufwerks nicht verzichten und schaltet vor die Röstung eine Klaubeanlage. Man kommt so wieder zu dem Verfahren der Dreiteilung in *Vorbereitung* — *Röstung* — *Rostspataufbereitung* (Abb. 7).

Die Wahl des Verfahrens ist also eine Funktion des Haufwerks. Von Fall zu Fall muß durch eingehende Untersuchung des Vorkommens, seines Haufwerkscharakters und seiner voraussichtlichen Teufenentwicklung festgestellt werden, welches die optimale technische und wirtschaftliche Leistung zu bringen verspricht.

### b) Die einzelnen Verfahrensstufen.

#### Die Rohspataufbereitung.

Die Rohspataufbereitung gründet sich auf die Farb- und Wichteunterschiede der Haufwerkskomponenten. Allgemein eingeführt ist das Vorbrechen der Wände über 150 bis 130 mm Kantenlänge zum Aufschluß größerer Verbände und als Vorbereitung für die Röstung. Im Anschluß daran erfolgt eine Grobklassierung in Klaubgut über 45 bis 40 mm und Grubenklein unter 45 bis 40 mm Korngröße, da die wirtschaftliche Grenze der Klaubarbeit durch diese Größen bestimmt ist.

Eine weitere Unterteilung der Klaubgutklasse in zwei weitere Fraktionen, etwa 150 bis 80 und 80 bis 40 mm, ist zur Erleichterung der Lesearbeit zweckmäßig. Je nach dem Haufwerkscharakter erstreckt sich die Klaubarbeit dann auf das Auslesen von Zwischenprodukten, Bergen und Kupfererzen. Sie erfolgt an Lesetischen oder -bändern und wird von weiblichen oder jugendlichen Arbeitskräften ausgeführt, die je nach Korngröße und Schüttgewicht des Lesegutes 3 bis 15 t je Kopf und Schicht leisten.

Das Grubenklein erfährt eine weitere, ziemlich weite Klassierung in etwa 40 bis 20, 20 bis 10, 10 bis 5, 5 bis 2 und 2 bis 0 mm und wird auf Setzmaschinen aufbereitet. Dabei liegt die obere Grenze der Setzarbeit bei etwa 50 mm, die untere bei etwa 0,2 mm. Als Setzmaschinen befinden sich Stauchsieb- und Kolbensexsetzmaschinen als Austrag- oder Bettsetzmaschinen im Einsatz.

Die Stauchsieb-Setzmaschinen als Austragsexsetzmaschinen sind meist mit neuartigen Unterwasserausträgen versehen. Ihre untere Anwendungsgrenze liegt bei etwa 4 mm Korngröße. Als Bettsetzmaschinen sind sie mit einem besonderen Bett ausgerüstet, in dem eine einfache Lage Stahlkugeln auf die Löcher des gelochten Bleches aufgelegt wird, die beim Setzprozeß als eine Art Kugelventile wirken. Ihr unterer Anwendungsbereich liegt bei etwa 1,5 mm Korngröße. Die Leistung der Stauchsieb-Setzmaschinen liegt je nach Aufgabekorngröße und Materialcharakter zwischen 5 bis 15 t/std. Sie eignen sich besonders für ein Gut mit hohem Anteil an Fertigerzen, bei dem schon kurz nach Beginn des Prozesses größere Konzentratmengen ausgetragen werden können.

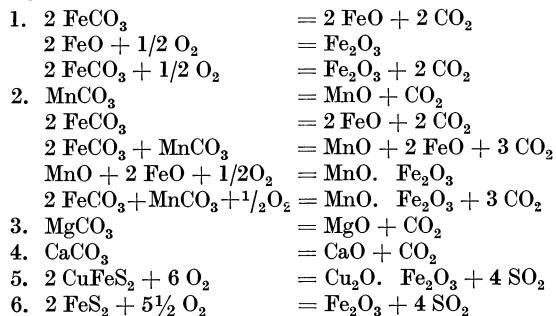
Die Kolbensexsetzmaschinen sind meist viersiebig. Sie liefern auf den ersten drei Sieben Fertigerz, auf dem vierten Zwischenprodukte, die bei günstigem Verwachsungsgrad auf der gleichen Maschine repetiert werden können. Die Austragsexsetzmaschinen arbeiten mit Kanalausträgen, die Bettsetzmaschinen mit Lochstanzenbetten. Ihre Durchsatzleistungen liegen bei Feinkorn bei etwa 2 t/std, bei Mittel- und Grobkorn steigt sie bis zu 8 t/std.

Eine Verarbeitung des Feinstkornes unter 0,2 mm erfolgt zumeist nicht, es wird durch Gleichfälligkeitssortierung in Kratzbändern oder Absetzbecken in Sande und Schlämme getrennt und unaufbereitet abgesetzt. In einem einzigen Falle ist der Setzwäsche eine Schnellstoß- und Rundherdwäsche zu Versuchszwecken angegliedert.

Ein Charakteristikum jeder Rohspataufbereitung ist der Verzicht auf weitergehende Zerkleinerungsarbeit, da diese Feinspat und Schlämme erzeugt, die besonders in Krisenzeiten nur schwer verwertbar sind.

### Die Röstung.

Dem Röstprozeß liegen nachstehende Reaktionen zu Grunde:



Der Prozeß läuft naturgemäß nicht starr nach diesem Schema ab, sondern dürfte durch Überlagerung der verschiedensten Reaktionen wesentlich verwickelter sein. So kann sich neben dem kubischen und hexagonalen Eisenoxyd Eisenoxyduloxyd, neben dem Fe-Mn-Spinell Manganoxyduloxyd bilden. Ebenso dürfte die Entstehung von Eisensulfaten immer zu erwarten sein. Selbst Mineralneubildungen, wie Fayalit, sind unter bestimmten Röstbedingungen zu erwarten.

Der Röstprozeß weist an sich eine positive Wärmetonung auf, da der Überschuß der Oxydationswärme über die Zersetzungswärme des Karbonates 129 kcal je Kilogramm Eisenkarbonat beträgt und die meist vorhandenen Sulfide zusätzliche Wärmemengen liefern. Der Wärmehaushalt ist natürlich abhängig von der Ofenform und seinen Abmessungen sowie der Ofenführung. Bei richtiger Abstimmung aller Röstfaktoren und einem gewissen S-Gehalt der Beschickung kann der ideale Zustand des selbstgehenden Röstprozesses erreicht werden, wie es bei den Röstöfen für Spat I auf Grube Füsseberg der Fall ist. Zum Ausgleich der Wärmeverluste im Röstgas und Rüstgut sowie der Strahlungs- und Leitungsverluste muß aber in den meisten Fällen Brennstoff zugegeben werden. Die Öfen werden daher im allgemeinen mit Streufeuер und Koksgrus als Brennstoff gefahren. Dabei liegt der Verbrauch bei modernen Öfen unter 1%, auf Durchsatz berechnet.

Die Wärmebilanz eines modernen Hochleistungsofens zeigt Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3. Wärmebilanz eines Hochleistungsröstofens.

Einnahmen	1000 kcal	%	Ausgaben	1000 kcal	%
1. Reaktionswärme . . . .	1 600	29,1	1. Rostwärme . . . . .	1 660	30,3
2. Brennstoffwärme . . . .	3 400	62,1	2. Abgaswärme . . . . .	2 930	53,5
3. Einsatzwärme . . . . .	200	3,7	3. Leitung/Strahlung . . . .	890	16,2
4. Luftwärme . . . . .	280	5,1	Sa. Ausgaben . . . . .	5 480	100,0
Sa. Einnahmen . . . . .	5 480	100,0			

Der Luftbedarf bei der Röstung setzt sich zusammen aus: Verbrennungsluft, Oxydationsluft, Luftüberschuß zur Herabsetzung des CO<sub>2</sub>-Partialdruckes und zur Wärmeübertragung.

Er beträgt theoretisch 500 cbm/t Durchsatz, in der Praxis liegt er bei 700 bis 1000 cbm/t Durchsatz.

Die Rösttemperatur braucht theoretisch nicht höher als 500 bis 550° C zu sein. Die Dissoziation beginnt bei etwa 300°, verläuft bis etwa 500° sehr langsam und führt dann sehr schnell bis 600° zur restlosen Abspaltung der Kohlensäure. In der Praxis liegen die Rösttemperaturen, wie durch Meßkörper festgestellt wurde, z. T. erheblich höher, was auf eine noch nicht genügend genaue Abstimmung der benötigten Röstluftmengen hindeutet.

Die Abgastemperaturen liegen je nach Ofenführung zwischen 40 und 150° C, die Rostspattemperaturen bei 50 bis 150° C.

Die Röstgaszusammensetzung zeigt je nach Qualität des Einsatzes 20 bis 25% CO<sub>2</sub>, 4 bis 10% O<sub>2</sub>, 0,1 bis 0,5 Vol.-% SO<sub>2</sub> und als Rest N<sub>2</sub>.

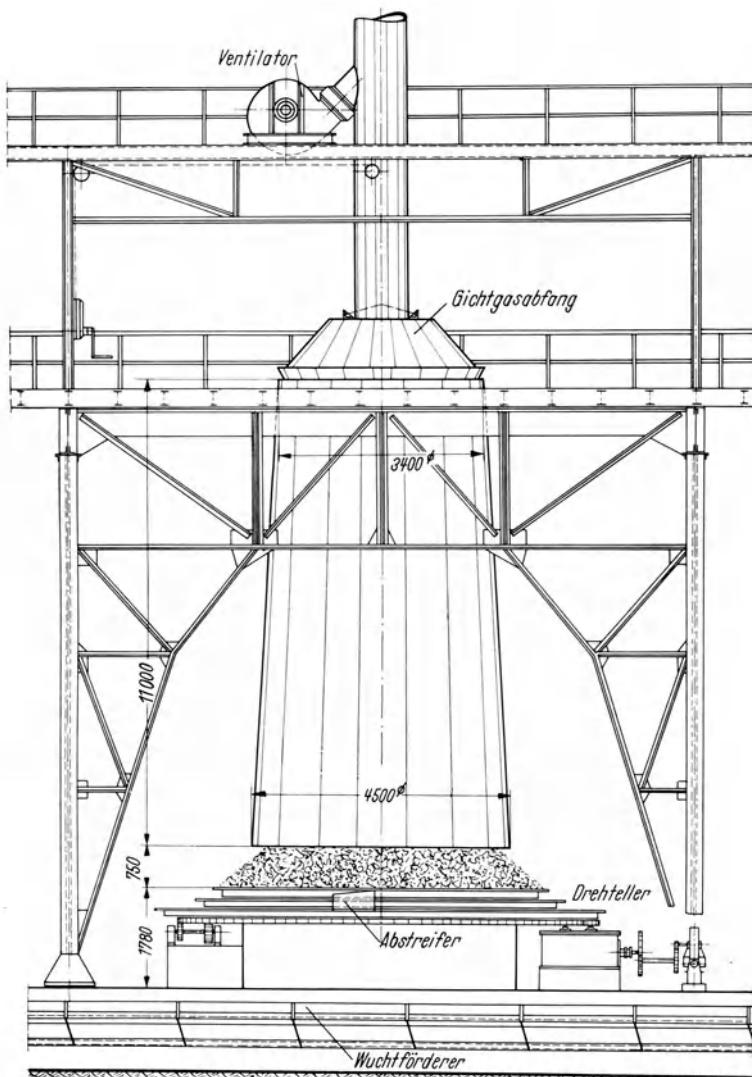


Abb. 8. Röstsachtofen mit indirekter Absaugung und Rundtelleraustrag.

steinen in einem Stein Stärke ausgemauert und mit einer 5 bis 8 cm starken Schlacken- oder Basalanwollschicht isoliert. Der Mantel ist an der Gichtbühne aufgehängt oder auf Blechträgern verlagert, so daß die untere Peripherie frei ist. Als mechanischer Austrag dient eine um den Ofen herumlaufende Pflugschar, die durch Einschneiden in den Schüttkegel des Röstgutes regelbare Mengen auf einen gegenläufig rotierenden Teller abwirft. Die Saugzugeinrichtung besteht aus einer heb- und senkbaren Glocke, die gegen den Ofen mit Feinspat, gegen das Saugrohr mit Wassertasse abgedichtet wird, und dem Kreiselradventilator, der auf einer Tragkonstruktion oberhalb der Gicht verlagert ist. Die vom Ventilator erzeugte Depression beträgt je nach Ofenfüllung, Kornaufteilung und Ventilatorabmessungen 100 bis 250 mm WS. Der Ventilator kann unmittelbar oder mittelbar über Injektordüse arbeiten.

Bei guter Durchröstung (Restglühverlust unter 1%) zeigt das Röstgut eine stahlblaue Farbe. Die Kornaufteilung ist infolge der thermischen Zerkleinerungsarbeit (Dekrepioration) nicht unerheblich feiner als die des Einsatzgutes. Es ist ferromagnetisch, wobei allerdings die Magnetisierungsfähigkeit in gewissen Grenzen schwanken kann.

Im Laufe der zeitweise recht lebhaften Entwicklung haben sich aus der Fülle der verschiedenen Ofentypen zwei Arten moderner Hochleistungsöfen herausgebildet, und zwar der Saugzugofen mit Rundtelleraustrag und der Druckluftofen mit Schubrostastrag.

Der Saug-Zug-Ofen (Abb. 8), der sich aus dem normalen Siegerländer Röstsachtofen entwickelte, ist ein schwachkegiger Eisenmantelofen mit 11 m Mantelhöhe und 4 bis 4,20 m l. Durchmesser. Er ist mit Chamotte-

Der Druckluftofen (Abb. 9) ist ein zylindrischer Eisenmantelofen von 9,50 m Mantelhöhe und 3 m l. Durchmesser, der im unteren Teil rechteckig zusammengezogen ist. Er ist ebenfalls mit einem Chamottifeuerkleid versehen, hat aber noch eine einen Stein starke Hintermauerung mit 5 cm starker Basalanisolierschicht. Er ist auf Fundamentblöcken aufgesockelt und unten mit einem luftdicht schließenden Entleerungsbunker aus Stahlblech versehen. Unter dem rechteckigen Ofenteil bewegt sich ein auf Laufrollen verlagerter Schubwagen mit rostätig ausgebildetem Tisch mit einer Geschwindigkeit von sechs Doppelhüben von 450 mm je Stunde langsam hin und her, gibt jeweils einen Teil des beiderseitigen Schüttelkegels des auf dem Wagen lagernden Röstgutes frei und wirft ihn in den Entleerungsbunker ab. Ein treppenartiger Aufbau über dem Tisch bewirkt einen gleichmäßigen Austrag über den ganzen Ofenquerschnitt hinweg. Der Antrieb erfolgt über Zahnstangen-, Kegelrad- und Stirnradgetriebe. Die von einem Ventilator angesaugte Frischluftmenge ist auf 800 mm WS vorgepreßt und wird unter dem gesamten Ofenquerschnitt eingeführt, so daß eine gleichmäßige Durchgasung des Ofens gewährleistet ist.

Die Durchsatzleistungen der modernen Hochleistungsofen betragen je nach Ofenfüllung, Kornaufteilung der Beschickung und Ventilatorleistung 120 bis 200 t in zweischichtigem Betrieb.

Der Betrieb der Öfen gestaltet sich im allgemeinen, wie folgt:

Bei Inbetriebsetzung wird zunächst ein Holz- und Kohlenfeuer im unteren Ofenteil entzündet und dann der Ofen im Wechsel von Einsatzgut und Brennstoff langsam gefüllt. Nach Füllung bleibt der Ofen bis zum Auswechseln des Feuerkleides (etwa 3 bis 5 Jahre) im Betrieb. Die Begichtung erfolgt mit Kippwagen oder Loren von Hand oder mit Lok oder mit Hängebahnhwagen derart, daß auf eine Lage Gut (meist etwa 7 bis 8 t) eine dünne Lage Brennstoff von Hand aufgegeben wird. Die Beschickung kann klassiert erfolgen, wie es meist beim Vorhandensein einer Rohspataufbereitung der Fall ist, aber auch unklassiert, wie es bei Haufwerksröstung erforderlich ist.

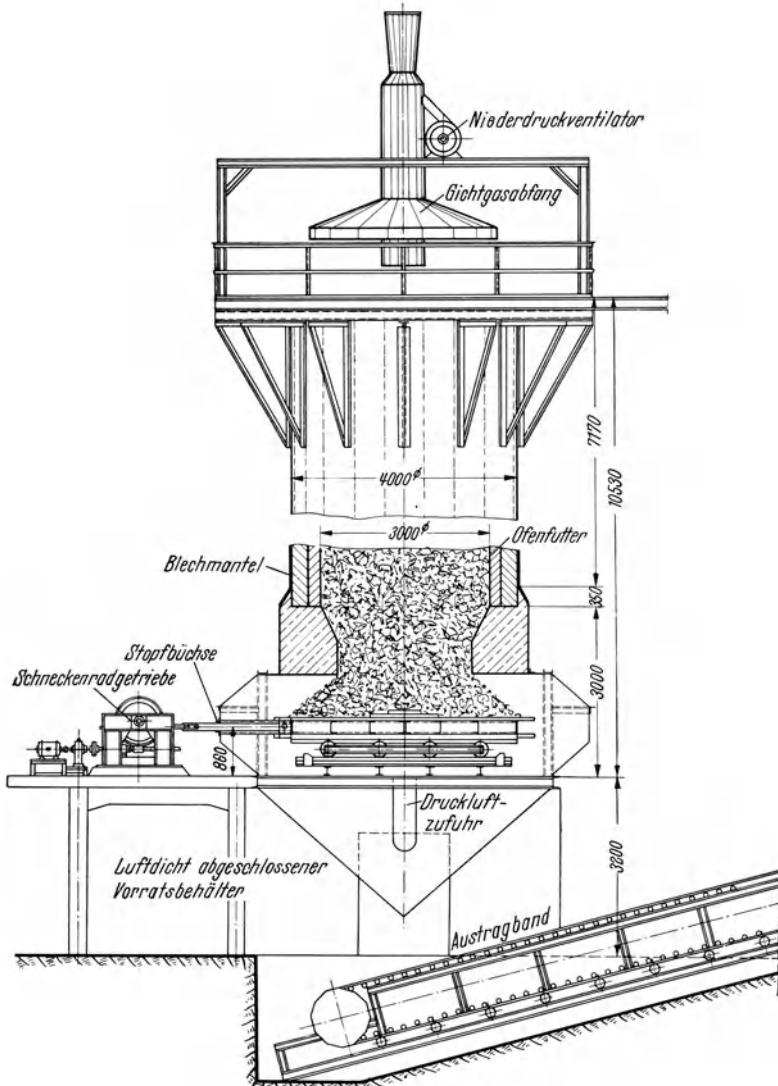


Abb. 9. Druckluftroastofen.

Die Ofenführung erfordert auch bei den modernen Hochleistungsöfen eine besondere Sorgfalt, da häufiger Wechsel in der Zusammensetzung des Beschickungsgutes (S-Gehalt!) wechselnde Röstbedingungen schafft, die nur durch Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals beherrscht werden können. Meßinstrumente, wie Thermoelemente zur Bestimmung der Röstabgas- und Rostspattemperaturen sowie Unterdruck- bzw. Überdruckmesser, unterstützen die Ofenführung.

### Die Rostspataufbereitung.

Der aus der Röstung der Zwischenprodukte oder des Haufwerks hervorgehende Rostspat stellt nach Vorigem ein Aufgabegut dar, das sich aus verschiedenartigen Eisenoxyden, Eisenmanganspinellen und Manganoxyden als Fe-Mn-Trägern, sowie Quarz und Nebengestein als Unhaltigem zusammensetzt. Es läßt sich auf Grund von Farb-, Wichte- und Permeabilitätsunterschieden aufbereiten.

Die *Klaubung* der größeren Kornklassen kann in jedem Falle stattfinden, da die Farbunterschiede der verschiedenen Komponenten des Röstgutes noch ausgeprägter als die des Rohgutes sind. Sie hat jedoch nicht die Bedeutung wie in der Rohspataufbereitung, da sie dieser mengenmäßig infolge der feineren Kornaufteilung des Röstgutes weit nachsteht. Sie beschränkt sich vielfach auf das Auslesen von Halbrost und Cu-haltigen Partien, die zumeist durch ihre ziegelrote Farbe als solche zu erkennen sind.

Die *naßmechanische Rostaufbereitung* auf Setzmaschinen — früher *das Verfahren der Rostaufbereitung* — ist an sich äußerst wirkungsvoll, da die Wichtespannen im Röstgut höher als im Rohgut liegen und Unregelmäßigkeiten der Röstung, wie Rohgang oder Halbrost, nicht die Auswirkungen auf die Anreicherungsleistung wie bei elektromagnetischer Aufbereitung aufweisen. Ihre Anwendbarkeit ist jedoch durch die umfangreiche Schlammwirtschaft stark eingeschränkt. Zudem erfordern infolge der geringen Leistungsfähigkeit der Feinkornsetzmaschinen Anlagen wirtschaftlicher Leistungsgröße einen umfangreichen Maschinenpark und damit hohe Anlagekosten. Es befindet sich daher im Siegerland nur noch eine derartige Anlage mit geringer Leistung, die eine sehr gute Anreicherungsleistung bei allerdings hohen Betriebskosten bringt.

Das spezifische Verfahren für die Aufbereitung des Rostspates ist die *elektromagnetische Trockenauflaufbereitung*. Die bei der Röstung anfallenden Produkte sind im überwiegenden Maße ferromagnetisch und weisen Massenmagnetisierungswerte von 24 bis 53 im Vergleich zu Magnetit mit 79 auf. Zwar gibt es gewisse Unterschiede im magnetischen Verhalten einzelner Rostsorten, doch haben diese auf das Anreicherungsergebnis keinen ausschlaggebenden Einfluß, wenn es sich nicht gerade um Halbrost oder Rohgang handelt.

Die Arbeitsweise der elektromagnetischen Rostspataufbereitung wird durch den Verwachsungsgrad des Rostspates bestimmt. Der Verfahrensgang gestaltet sich in großen Umrissen wie folgt:

Der von den Öfen kommende Rostspat wird in die Klaubgutklasse + 40 mm und Magnetscheiderklasse — 40 mm klassiert. Bei der Klaubung kann Reinrost, Unhaltiges und Cu-haltiges ausgelesen werden, während die Zwischenprodukte (Verwachsenes) zur Zerkleinerung gehen. Sie werden in Backenbrechern (Einschwingen- oder Schlagbrecher) oder Prallmühlen auf — 40 mm aufgeschlossen und mit der Magnetscheiderklasse der weiteren Klassierung in etwa 40 bis 25, 25 bis 15, 15 bis 8, 8 bis 4 und 4 bis 0 mm unterworfen und auf elektromagnetischen Trommelscheidern in Konzentrat, Zwischenprodukte und Unmagnetisches sortiert. Die Zwischenprodukte dieser „Hauptscheidung“ werden in Prall-, Walzen- oder Siebkugelmühlen weiter aufgeschlossen und in einer zweiten Magnetscheiderstufe, der „Nachscheidung“, in Konzentrat und Berge aufgearbeitet. Der beim Prozeß anfallende, an den einzelnen Entstehungsstellen abgesaugte Roststaub wird in Zyklonentstaubungsanlagen niedergeschlagen.

Als Magnetscheider werden durchweg Trommelscheider verwandt, die neuerdings mit besonders ausgebildeten Polschuhen zur Erzielung wirkungsvoller Magnetfelder ausgestattet werden, wie sie die ZZ- und Wechselpolscheiben darstellen. Sie werden mit Gleich-

Zahlentafel 4. Aufbereitungsanlagen des Siegerlandes.

Grube	Förde- rung 1952 t	Rohspataufbereitung	Röstung	Rostaufbereitung
<i>Füsseberg . . . .</i>	374 747	Zwei Systeme à 75 t/h Vorbrechanlage, Klaubanlage, Hochleistungskolbenschmelzmasch., Feinkornsetzwäsche, Eindickeranlage	8 Saugzugöfen, 10,8 m M. H. * mit mechanischem Austrag u. indirektem Saugzug L = 120 t/Tag u. Ofen dreischichtig	elektromagnetisch, L = 42 t/h
<i>Georg . . . . .</i>	115 035	Vorbrechanlage, Klaubanlage	4 Saugzugöfen, 11 m M. H. mit mechanischem Austrag u. direktem Saugzug L = 130 t/Tag u. Ofen zweischichtig	elektromagnetisch, L = 35 t/h
<i>Eupel . . . . .</i>	122 970	Vorbrechanlage	5 Saugzugöfen, 8,5 m M. H. aufgesockelt mit Handaustrag u. direktem Saugzug L = 115 t/Tag u. Ofen zweischichtig	elektromagnetisch L = 30 t/h
<i>Vereinigung Alte Hütte</i>	163 037	Ein System à 75 t/h Vorbrechanlage, Klaubanlage, Hochleistungsstauchsetzmaschinen Zw. Prod. Zerkleinerg., Zw. Prod. Setzwäsche, Eindickeranlage	8 Saugzugöfen, 8,5 m M. H. mit mechanischem Austrag u. direktem Saugzug L = 65 t/Tag u. Ofen einschichtig	Klaubung.
<i>Neue Haardt</i>	110 932	Ein System à 80 t/h Vorbrechanlage, Klaubanlage, Vorsetzwäsche (Kolben-setzmasch.)	3 Druckluftöfen, 9,5 m M. H. mit mechanischem Austrag und Druckluftzufuhr L = 160 t/Tag u. Ofen zweischichtig	elektromagnetisch — naßmechanisch L = 30 t/h
<i>Eisernhardter Tiefbau</i>	101 887	Ein System à 45 t/h Vorbrechanlage, Klaubanlage, Setzwäsche, Feinkornsetzwäsche, Herdwäsche, Rundherdwäsche	8 Schachtöfen, 6 m M. H. aufgesockelt mit Handaustrag u. direktem Saugzug L = 30 t/Tag u. Ofen einschichtig	naßmechanisch L = 6 t/h
<i>Anxbach . . . . .</i>	18 171	Handscheidung		
<i>San Fernando . .</i>	159 655	Ein System à 70 t/h Vorbrechanlage, Klaubanlage, Setzwäsche, Feinkornsetzwäsche, Eindickeranlage	6 Blocköfen, 3×4 m, auf Verladebunker, indirekter Saugzug. L = 55 t/Tag u. Ofen einschichtig	
<i>Pfannenberger Einigkeit . . . .</i>	125 354	Zwei Systeme à 50 t/h Vorbrechanlage, Klaubanlage, Setzwäsche, Feinkornsetzwäsche	2 Saugzugöfen, 10,5 m M. H. mit mechanischem Austrag u. direktem Saugzug L = 100 t/Tag u. Ofen zweischichtig 5 Schachtöfen, 8 m M. H. mit Handaustrag u. natürl. Luftzufuhr L = 25 t/Tag u. Ofen einschichtig	elektromagnetisch — naßmechanisch L = 8 t/h
<i>Eisenzecher Zug . .</i>	111 655	Drei Systeme à 30 t/h Vorbrechanlage, Klaubanlage, Setzwäsche, Feinkornsetzwäsche	4 Druckluftöfen, 6,2 m M. H. aufgesockelt mit Handaustrag u. Druckluftzufuhr L = 60 t/Tag u. Ofen einschichtig 2 Schachtöfen, 7 m M. H. mit natürl. Luftzug u. Handaustrag L = 25 t/Tag u. Ofen einschichtig	elektromagnetisch, L = 20 t/h

\* ) M. H. = Mantelhöhe

strom von 110 bzw. 220 V Spannung erregt. Bei einer Trommelmantellänge von 1000 mm und einem Trommeldurchmesser von 400 mm erreichen sie stündliche Durchsatzleistungen von 5 bis 10 t.

Die Schwierigkeiten bei der elektromagnetischen Aufbereitung des Rostspates liegen in der Erzielung eines genügenden Aufschlusses der Zwischenprodukte der Nachscheidung und ihrer befriedigenden Anreicherung. Besonders der Aufschluß der Feinkorn-Zwischenprodukte ist noch nicht einwandfrei gelöst, da die z. Z. zur Verfügung stehenden Zerkleinerungsmaschinen zuviel Feinstkorn erzeugen, dessen Verarbeitung auf den üblichen Trommelscheidern nur schwer möglich ist.

Das reibungslose Zusammenarbeiten der einzelnen Verfahrensstufen in Anpassung an den jeweiligen Haufwerkscharakter ist Voraussetzung für einen guten Aufbereitungserfolg und ist bei allen Verfahren das Hauptfordernis.

Der Vielheit der lagerstättenmäßigen und mineralogischen Verhältnisse und der Unterschiedlichkeit der zeitlichen Entwicklung entsprechend, bietet das Siegerländer Aufbereitungswesen eine Mannigfaltigkeit, wie sie kaum in anderen Erzrevieren zu finden ist. In Zahlentafel 4 sind die Aufbereitungsanlagen insgesamt mit ihrem Verfahrensgang, dem Umfang ihres Ausbaues und ihren Leistungszahlen zusammengestellt worden. Die Aufstellung gibt unter anderem Kunde davon, wie immer wieder versucht worden ist, dem Stande der Aufbereitungstechnik zu folgen und dort, wo es irgend vertretbar erschien, keine Kapitalinvestitionen zu scheuen.

Für die nähere, mehr ins Einzelne gehende Betrachtung soll aus dieser Zahl von Anlagen eine Auswahl getroffen werden. Es sollen drei moderne, für das Siegerländer Aufbereitungswesen typische Beispiele eingehender behandelt werden, und zwar:

*Grube Füsseberg-Friedrich Wilhelm* als Beispiel der klassischen Dreiteilung,

*Grube Georg* als Beispiel einer modernen Anlage mit Haufwerksröstung,

*Grube Neue Haardt* als Beispiel für die Aufbereitung komplexer Erze.

### c) Verbundgrube Füsseberg-Friedrich Wilhelm.

Die Gänge von Füsseberg-Friedrich Wilhelm liegen im Süden eines über 12 km langen, SSW bis NNO gerichteten Gangzuges, der die Südostflanke des beherrschenden Siegener Hauptsattels durchkreuzt.

Die Gangausfüllung ist verschieden. Neben recht reiner Ausbildung treten sehr stark verwachsene Gangpartien auf, so daß das Haufwerk als ein solches mittlerer Qualität bezeichnet werden kann. Sein Anteil an praktisch reinem Spat beträgt etwa 45 Gew.-%, an reinen Bergen etwa 10 Gew.-%. Die Zwischenprodukte machen rd. 45 Gew.-% aus. Der Gehalt an Sulfiden ist verhältnismäßig gering. Das Haufwerk enthält 29 bis 31% Fe, 5,5 bis 6% Mn, 18 bis 22% SiO<sub>2</sub>.

Die Förderung von etwa 32000 moto wird aus den Schächten Friedrich Wilhelm und Füsseberg gehoben und in der Aufbereitungsanlage Füsseberg in Biersdorf (Ww) im Daadetal verarbeitet. Eine Ansicht der Aufbereitungs- und Röstanlagen gibt Abb. 10 wieder, auf der im Hintergrund am Hange die Rohspataufbereitung, im Vordergrund unmittelbar davor die Röstanlage und zur Linken die Rostspataufbereitung zu erkennen ist.

Den Verfahrensstammbaum zeigt Abb. 11. Es handelt sich um typische Dreiteilung in Rohspataufbereitung — Röstung — Rostaufbereitung. In der Rohspataufbereitung wird das Haufwerk in zwei Systemen von je 75 t Stundenleistung verarbeitet, die mit geringen Abweichungen gleichartig ausgebildet sind.

Auf dem Stabrost werden die Wände über 130 mm abklassiert und im Backenbrecher auf unter 130 mm zerkleinert. Unterkorn und Brechgut werden in einem Tiefbunker mit 300 t Faßvermögen gebunkert und von hier mit Kippkübeln der Vorklassierung in Klaubgut + 45 mm und Grubenklein — 45 mm zugeführt.

Das erstere wird zur Erleichterung der Klaubarbeit in die Klassen 130 bis 60 und 60 bis 45 mm weiter unterteilt, die auf den Lesebändern für Grob- und Mittelkorn in Spat I, Spat II (Verwachsenes), kupferhaltigen Spat, Pyrit und Berge verlesen werden. Das

Grubeklein wird in die Klassen 45 bis 20, 20 bis 10, 10 bis 4,5 und 4,5 bis 0 mm abgesiebt und auf Kruppschen Hochleistungs-Setzmaschinen in Spat I, Spat II (Mischprodukt) und Berge sortiert. Der Spat I, 45 bis 20 mm, wird zur Erfassung kupferhaltiger Produkte auf einem Leseband nachverlesen. Das Feinkorn — 4,5 mm wird weiter klassiert in Korn 4,5 bis 1,75 mm und — 1,75 mm. Das erstere wird unmittelbar zwei vierseibigen Feinkorn-Bettsetzmaschinen zur Sortierung in Spat I, Spat II und Berge zugeleitet, während das letztere zuvor in einem Rundverdichter entschlämmt und dann zwei viersiebigen Kolben-Bettsetzmaschinen zur gleichen Trennung übergeben wird. Die Produkte und Abgänge der Feinkorn-Setzwäsche werden in Entwässerungskratzbändern entwässert. Der Überlauf der Rundverdichter wird einem Eindicker zugeleitet. Die Braustrüben und das Faßgut der Grob- und Mittelkorn-Setzmaschinen werden in einem Becherwerk bzw. Kratzband erfaßt, deren Überläufe nach Entsandung in Niederschlagbassins

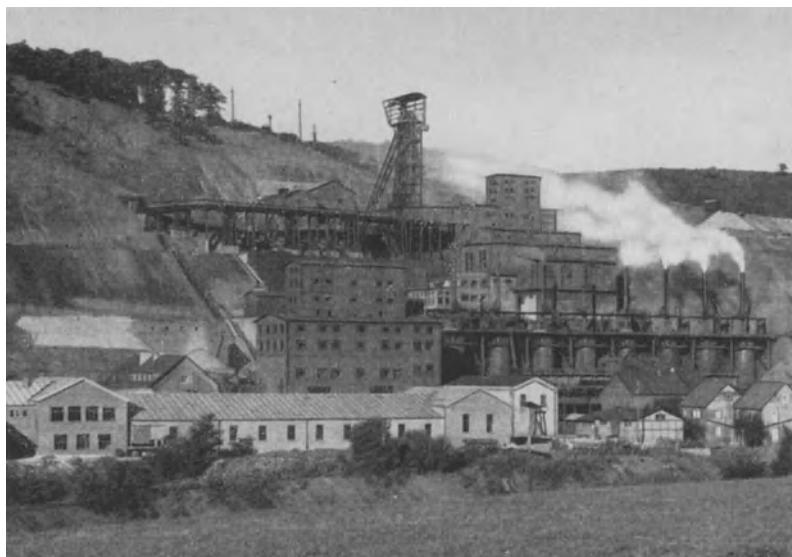


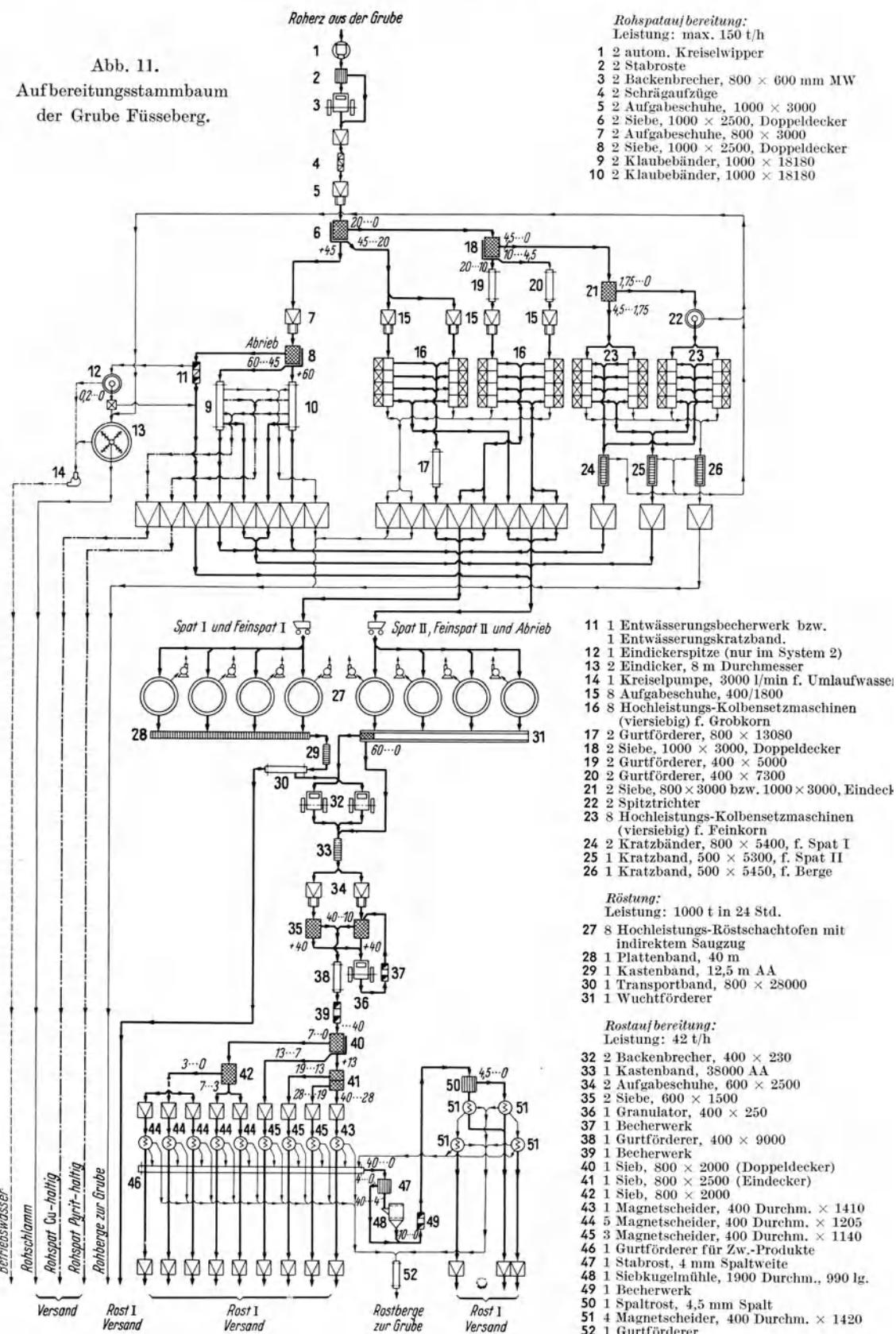
Abb. 10. Aufbereitungsanlage Füsseberg im Daadetal bei Biersdorf.

oder Spitzkasten ebenfalls den Eindickern zufließen. Das Klarwasser der Eindicker geht in den Aufbereitungsgang zurück. Die mit Mammotpumpe ausgeschlagenen Schlämme werden Niederschlagbecken zugeleitet. Der niedergeschlagene Schlamm wird von Hand ausgeschlagen und auf Halde gelagert.

Sämtliche Produkte werden in ausreichenden Bunkern gebunkert und von diesen aus mittels Lok der Röstung zugeführt. Die kupferhaltigen Produkte werden gelagert und von Zeit zu Zeit einer Flotationsanlage zugeleitet.

Die *Röstanlage* umfaßt acht Schachtröstöfen der in Abb. 8 gekennzeichneten Bauart. In dreischichtigem, also kontinuierlichem Betrieb, werden je Ofen etwa 120 bis 130 t Rohspat durchgesetzt. Die vorderen vier Öfen verarbeiten die erste Sorte. Sie entleeren auf ein Plattenband, das den Rostspat einem Kastenband zum Weitertransport auf ein Leseband übergibt. Auf diesem erfolgt ein Nachlesen auf Halbrost, Zwischenprodukt und Berge, die durch den thermischen Zerkleinerungsprozeß freigelegt worden sind. Die vier Öfen für die zweite Sorte entleeren auf einen Wuchtförderer, der den Rost II einem Einschwingenbrecher zur Zerkleinerung auf — 60 mm zufördert. Das Brechgut wird von einem Schräkgastenband den Bunkern der Rostspataufbereitung zugehoben.

Aus den Bunkern der *Rostspataufbereitung* wird der Rost einem Vibrator zur Klassierung in Korn + 40 mm und — 40 mm zugehoben. Das erstere wird in einem Granulator, der im Kreislauf mit einem Vibrator arbeitet, auf — 40 mm aufgeschlossen, und das



Brechgut mit dem Unterkorn mittels Becherwerk der weiteren Klassierung zugeführt. Es werden die Klassen 40 bis 28, 28 bis 19, 19 bis 13, 13 bis 7, 7 bis 3 und — 3 mm hergestellt, die auf elektromagnetischen Trommelscheidern, und zwar Ullrichscheidern, ZZ-Polscheidern und Wechselpolscheidern, in Rost I, Zwischenprodukt und Unmagnetisches sortiert werden. Die Zwischenprodukte werden in einer sieblosen Kugelmühle auf unter 8 mm zerkleinert und mit Becherwerk der Nachscheidung zugehoben, die nach Klassierung in Korn + 4,5 und — 4,5 mm auf je einem Trommelscheider in Rost I, Zwischen-gut und Unmagnetisches sortiert. Das Zwischengut wird auf je einem nachgeschalteten Trommelscheider in Rost I und Unmagne-tisches nachgeschieden. Sämtliche Produkte werden in Einzeltaschen gebunkert und von dort mit Hängebahnenwagen der Verladung zugeführt.

Die *Aufbereitungsergebnisse* sollen an Hand von Mengenstrombildern und Metallbilanzen, die auf Grund von Probewaschen und Betriebsaufschreibungen ermittelt wurden, näher erläutert werden.

Abb. 12 zeigt das Mengenstrombild der Rohspataufbereitung, während aus Zahlen-tafel 5 die Metallbilanz zu entnehmen ist.

Danach werden 58,1 Gew.-% des Haufwerks der Klaubarbeit unterworfen, 29,5 Gew.-% der Grob- und Mittelkornwäsche und 12,4 Gew.-% der Feinkorn-Setzwäsche zur Verarbeitung übergeben. Durch die Klaubarbeit werden 3,2 Gew.-%, durch die Setzarbeit 5,8 Gew.-% Berge abgestoßen. An Spatschlamm entfallen 2 Gew.-%. Eine Entkupferung findet nur durch die Klaubarbeit statt, die 0,2 Gew.-% kupferhaltige Spatprodukte ausscheidet. Man ersieht aus diesen Zahlen die außerordentliche Bedeu-tung der Klaubarbeit.

Die Rohspataufbereitung erzeugt aus einem Haufwerk: mit 29,04 % Fe, 6,10 % Mn, 19,22 % SiO<sub>2</sub>

Spat I:	45,7 %	mit 35,00 % Fe, 7,30 % Mn, 6,00 % SiO <sub>2</sub>
Spat II:	43,10%	mit 27,60 % Fe, 5,70 % Mn, 23,00 % SiO <sub>2</sub>
Cu-Spat:	0,2 %	mit 33,00 % Fe, 6,50 % Mn, 7,00 % SiO <sub>2</sub>

Sie stößt ab:

Berge:	9,0 %	mit 7,20 % Fe, 1,70 % Mn, 67,00 % SiO <sub>2</sub>
Schlämme:	2,0 %	mit 24,00 % Fe, 4,80 % Mn, 28,00 % SiO <sub>2</sub>

Das Metallausbringen beträgt:

Spat I: 55,10 % — Spat II: 40,80 % — Berge: 2,30 % — Schlämme: 1,60 % — Cu-Spat: 0,20 %.

Das SiO<sub>2</sub>-Fortbringen in den Bergen beläuft sich auf 31,37%.

Aus dem Mengenstrombild Abb. 13 und der Metallbilanz (Zahlentafel 5) ist zu ersehen, daß der *Röstung* zugeführt werden:

Spat I:	39,40 Gew.-%	mit 35,10 % Fe, 7,40 % Mn, 5,80 % SiO <sub>2</sub>
Spat II:	42,50 Gew.-%	mit 27,50 % Fe, 5,70 % Mn, 23,00 % SiO <sub>2</sub>

Hieraus werden erzeugt:

Rost I: 28,50 Gew.-% mit 48,50% Fe, 10,30 % Mn, 8,00 % SiO<sub>2</sub> der auf dem Leseband nach-gelesen und angereichert wird zu

Rost I: 27,2 Gew.-% mit 50,20 % Fe, 10,60 % Mn, 6,00 % SiO<sub>2</sub>

Rost II: 33,80 Gew.-% mit 34,60 % Fe, 7,13 % Mn, 29,90 % SiO<sub>2</sub>

Das Rostausbringen beträgt danach 72,3 % für Rost I und 79,5 % für Rost II.

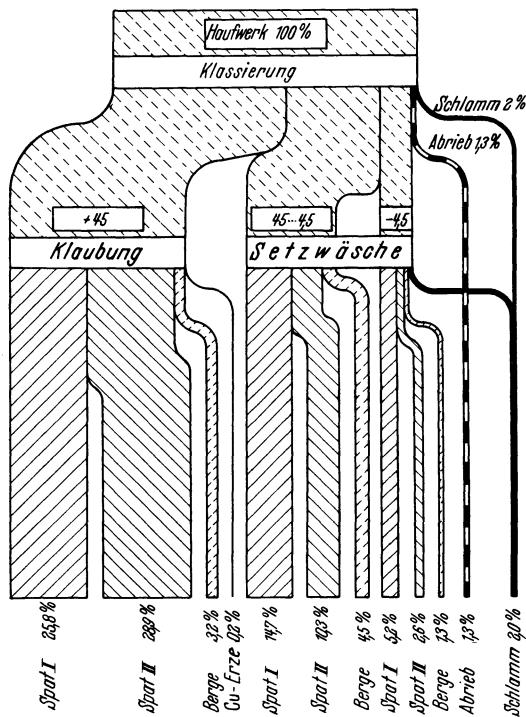


Abb. 12. Mengenstrombild der Rohspataufbereitung  
Grube Füsseberg.

Zahlentafel 5. Grube Füsselberg.

Gesamtmetallbilanz												Metallbilanz der Rohspataufbereitung										
	Gew. Ausbr. % Förde- rung	Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	Sorte	Klasse	% der Auf- gabe	Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	Sorte	Klasse	% der Auf- gabe	Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>						
Spat I zur Röstung .	39,4	35,1	13,81	7,4	2,93	5,8	2,28	Spat I . . . .	60/140	16,0	34,9	5,58	Rost I . . . .	28/40	1,2	48,50	0,58					
zum Versand .	6,3	34,3	2,16	7,2	0,45	7,0	0,44	" . . . .	45/60	9,8	34,8	3,41	" . . . .	19/28	1,6	49,30	0,79					
Sa. Spat I . . .	45,7	45,7	35,0	15,97	7,3	3,38	6,0	2,72	" . . . .	20/45	8,0	35,0	2,80	" . . . .	13/19	2,7	49,80	1,35				
Spat II zur Röstung .	42,5	27,5	11,70	5,7	2,41	23,0	9,79	Sa. Spat I . . .	4,5/20	6,7	35,2	2,36	" . . . .	7/13	3,1	50,10	1,55					
zum Versand .	0,6	29,9	0,18	6,2	0,04	18,5	0,11	" . . . .	1,75/4,5	3,0	35,2	1,07	" . . . .	3/7	2,5	51,50	1,29					
" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	-1,75	2,2	34,0	0,75	" . . . .	0/3	22,2	51,50	11,43					
Sa. Spat II . . .	43,1	43,1	27,6	11,88	5,7	2,45	23,0	9,90	Spat II . . . .	60/140	22,7	26,8	6,09	Sa. Rost I . . .	2,72	Sa. Rost I . . .	33,3	51,02	16,99			
" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	45/60	6,2	27,6	1,71	Rost I (oben) . .	" . . .	" . . . .	17,1	50,2	8,58				
" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	20/45	6,5	28,6	1,86	Rost I (unten) . .	" . . .	" . . . .	13,1	47,2	6,18				
" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	4,5/20	3,8	28,9	1,10	Sa. Rost I . . .	" . . .	" . . . .	30,2	48,9	14,76				
" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	1,75/4,5	1,4	28,3	0,40	Nachschr. . .	" . . .	" . . . .	63,5	50,0	31,75				
" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	-1,75	1,2	29,0	0,35	Sa. Rost I . . .	" . . .	" . . . .	10,5	6,67	6,3				
" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	Abrieb	1,3	28,5	0,37	" . . . .	" . . .	" . . . .	31,75	10,5	6,67				
Rost I, Ofenaustrag .	28,5	72,3	48,5	13,83	10,3	2,93	8,0	2,28	Sa. Spat II . . .	" . . .	43,1	27,6	11,88	5,7	2,45	23,0	9,90	Berge . . . .	28/40	6,2	5,4	0,33
Ausschlag am Band . . .	1,3	3,3	15,0	0,19	3,1	0,04	50,0	0,65	Berge . . . .	" . . .	60/140	1,5	6,4	0,09	" . . . .	" . . . .	" . . . .	19/28	4,6	5,6	0,26	
Röstverlust . .	10,9	27,7	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	45/60	1,7	6,2	0,11	" . . . .	" . . . .	" . . . .	13,1	19	3,8	5,8	0,22		
Rost I, Versand .	27,2	69,0	50,2	13,64	10,6	2,89	6,0	1,63	" . . . .	20/45	2,3	6,8	0,16	" . . . .	" . . . .	" . . . .	7/13	1,8	5,8	0,10		
Rost II, Ofenaustrag .	33,8	79,5	34,60	11,70	7,13	2,41	29,9	10,09	" . . . .	4,5/20	2,2	7,8	0,17	" . . . .	" . . . .	" . . . .	3/7	2,6	6,0	0,15		
Rostverlust . .	8,7	20,5	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	1,75/4,5	0,7	8,8	0,06	" . . . .	" . . . .	" . . . .	0/3	1,7	7,0	0,12			
Ausschlag vom Band . . .	1,3	-	15,0	0,19	3,1	0,04	50,0	0,65	Schlamm V. Setzmasch..	" . . . .	0,6	10,0	0,06	" . . . .	" . . . .	" . . . .	Sa. Berge . . .	" . . . .	20,7	5,7	1,18	
Aufgabe Rost- aufbereitung .	35,1	-	33,80	11,89	6,98	2,45	30,6	10,74	Rest . . . .	1,3	24,3	0,32	" . . . .	" . . . .	" . . . .	Berge Syst. I . .	8,9	5,9	0,47	" . . . .		
Rost I, Versand (Rostauf.) . . .	22,3	63,5	50,0	11,15	10,50	2,34	6,3	1,41	Sa. Schlamm . .	0,7	23,1	0,16	0,48	4,8	0,09	28,0	15,8	6,4	1,01	" . . . .		
zostberge . . .	12,8	36,5	6,0	0,74	0,86	0,11	73,00	9,33	Cu-Erze . . .	2,0	24,0	0,06	6,5	0,01	7,0	0,01	Sa. Berge . . .	36,5	6,0	2,19	0,86	
Aufgabe . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	0,2	33,0	0,06	6,5	0,01	7,0	0,01	Sa. Berge . . .	36,5	6,0	2,19	0,86		
	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	1,75	0,6	10,0	0,06	" . . . .	" . . . .	" . . . .	100,0	33,80	33,80	6,98			
	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	" . . . .	1,75	0,6	10,0	0,06	" . . . .	" . . . .	" . . . .	19,22	19,22	Aufgabe . . .	6,98			

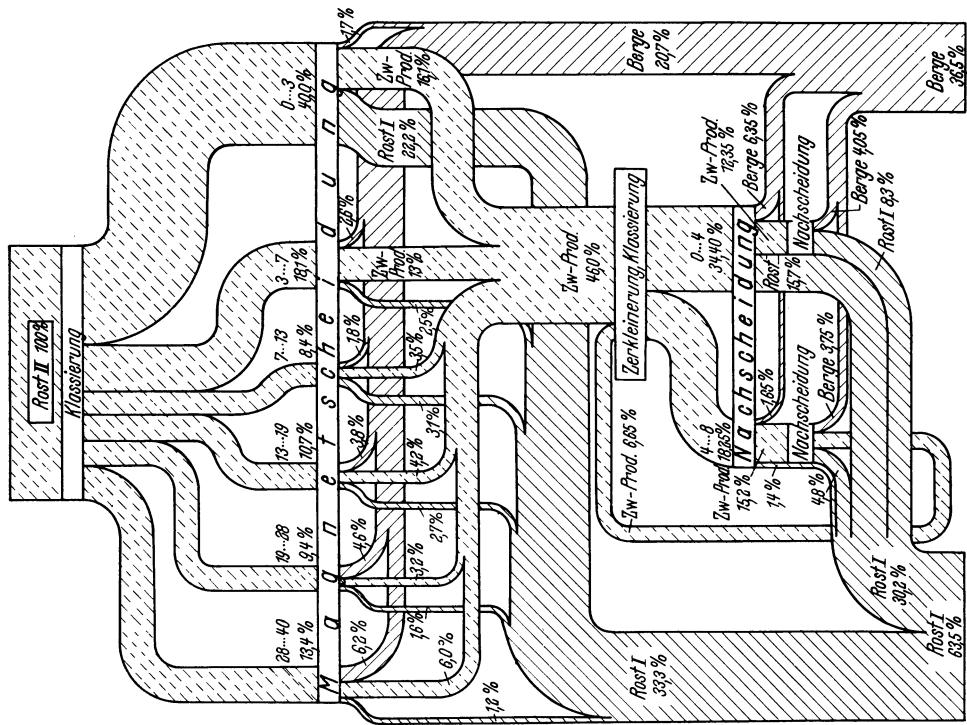


Abb. 14. Mengenstrombild der Rostaufbereitung Grube Füsseberg.

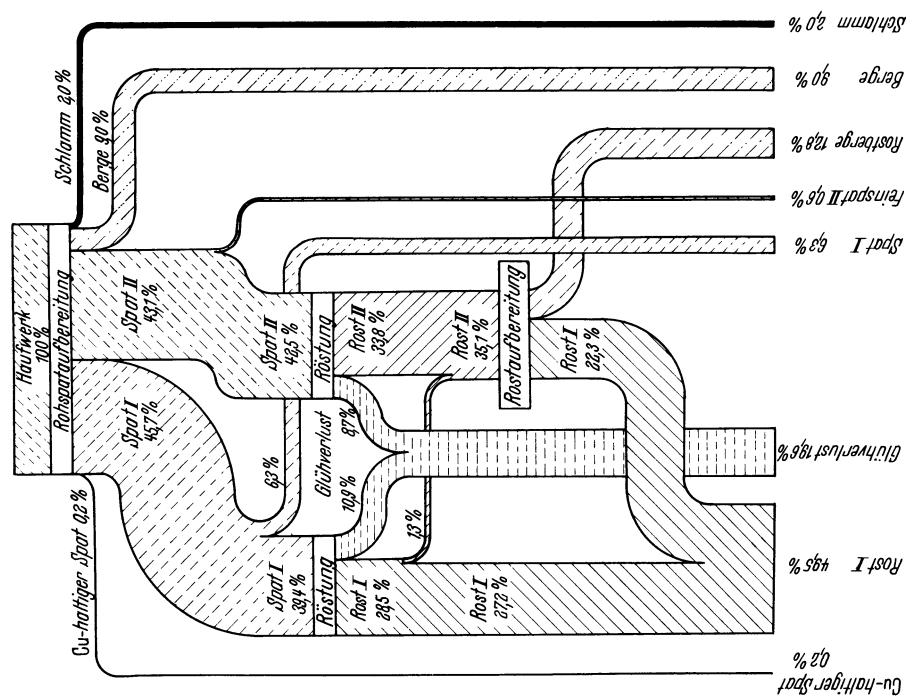


Abb. 13. Mengenstrombild der Aufbereitungsanlage Grube Füsseberg.

Das Mengenstrombild Abb. 14 und die Metallbilanz Zahlentafel 5 lassen das Ergebnis der *Rostspataufbereitung* erkennen.

Zur Verarbeitung übergeben werden:

Rost II: 35,1 Gew.-% mit 33,80 % Fe, 6,98 % Mn, 30,60 % SiO<sub>2</sub>

Daraus werden erzeugt:

In der Hauptscheidung: 33,30 Gew.-% Rost I mit 51,02 % Fe

In der Nachscheidung: 30,20 Gew.-% Rost I mit 48,90 % Fe

Insgesamt: 63,5 Gew.-% Rost I mit 50,00 % Fe, 10,50 % Mn, 6,30 % SiO<sub>2</sub>

An Bergen werden abgestoßen:

36,5 Gew.-% mit 6,00 % Fe, 0,86 % Mn, 73,00 % SiO<sub>2</sub>

Das Metallausbringen beläuft sich auf 94,20 %

Das SiO<sub>2</sub>-Fortbringen auf 86,90 %

Die Zahlen lassen erkennen, wie außerordentlich wichtig das gute Arbeiten der Nachscheidung, also die Aufbereitung der in der Hauptscheidung anfallenden Zwischenprodukte ist, die fast die gleiche Menge wie die Hauptscheidung unter wesentlich schwierigeren Verhältnissen zu verarbeiten hat. Ihre Arbeitsweise ist in weitgehendem Maße von der Güte der Röstung und dem Verwachungsgrad abhängig. Schlechter Ofengang mit Halbrost führt unweigerlich zu Verschlechterung der Konzentrate und Berge. Von großer Wichtigkeit ist eine wirkungsvolle Zerkleinerung, die einen ausreichenden Aufschluß bei möglichst geringem Feinstgutanfall bewirken muß.

Die Gutstrombewegung der *Gesamtanlage* zeigt Abb. 13. Nach Durchlaufen des gesamten Aufbereitungsprozesses ergeben sich nachstehende Produkte:

49,50	Gew.-%	Rost I	mit 50,10 % Fe, 10,55 % Mn, 6,20 % SiO <sub>2</sub>
6,30	"	Spat I	mit 34,30 % Fe, 7,20 % Mn, 7,00 % SiO <sub>2</sub>
0,60	"	Spat II	mit 29,90 % Fe, 6,20 % Mn, 18,50 % SiO <sub>2</sub>
0,20	"	Cu-Spat	mit 33,00 % Fe, 6,50 % Mn, 7,00 % SiO <sub>2</sub> , 3–5% Cu.

Es werden abgestoßen:

21,80 Gew.-% Berge mit 6,38 % Fe, 1,07 % Mn, 71,46 % SiO<sub>2</sub>

Das Metallausbringen beträgt: 93,74 %

Das SiO<sub>2</sub>-Fortbringen 83,00 %

Zahlentafel 6. Metallbilanz. Grube: *Füsseberg*. Monat: Ø Sept. 53 bis Febr. 54.

Sorten	Gewicht t			Gew. % v. d. naß		Umgerechn. auf Rost I Gew. %	Gehalte %			Einheiten t			Kennzahlen			
	naß	H <sub>2</sub> O	trocken	Fdg.	Prod.		Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	Erzeugtes Metall t	Eisen ges.	Mangan	
Rost I . . .	10289	6,09	9662	35,6	56,6	1,0	35,6	50,56	10,50	7,04	4885,4	1014,2	680,2		8303,5	
Feinrost . . .	5770	6,15	5415	19,9	31,7	1,0	19,9	50,14	10,45	6,56	2715,2	566,0	355,2		1726,5	
Rohspat . . .	674	0,89	668	2,3	3,7	0,75	1,7	34,53	7,14	6,80	230,7	47,7	45,4		10030,0	
Feinspat I . .	1329	3,46	1283	4,6	7,3	0,75	3,5	34,16	7,14	7,31	438,3	91,6	93,8			
Feinspat II. .	120	4,17	115	0,4	0,7	0,50	0,2	29,48	6,09	17,74	33,9	7,0	20,4			
Sa. Produkte	18182	5,71	17143	62,8	100,0		60,9	48,43	10,07	6,97	8303,5	1726,5	1195,0			
Leseberge 1 . .	1067	0,47	1062	3,7	15,2			6,72	1,10	71,34	71,4	11,7	757,6			
Leseberge 2 . .	1457	1,51	1435	5,0	20,7			5,58	0,89	75,66	80,1	12,8	1085,8			
Setzberge 1 . .	592	3,04	574	2,1	8,4			7,96	1,45	69,08	45,7	8,3	396,5			
Rostberge . . .	3523	1,50	3470	12,1	50,1			6,02	0,96	72,93	208,9	33,4	2530,7			
Rohschlamm . .	397	—	397	1,4	5,6			23,63	4,28	24,28	93,8	17,0	96,4			
Abgänge . . .	7036	1,39	6938	24,3	100,0			7,21	1,20	70,15	499,9	83,2	4867,0			
Rösterlust . . .	3751			12,9												
Aufgabe . . .	28969	2,00	28390	100,0				31,01	6,37	21,35	8803,4	1809,7	6062,0	SiO <sub>2</sub> -Fortbringen %	80,29	

In Zahlentafel 6 ist das Betriebsergebnis eines halben Jahres auf Grund der Hütten gewichte und -analysen und laufenden Betriebsermittlungen der Abgänge noch einmal zusammengefaßt. Hiernach beträgt:

Das Anreicherungsverhältnis . . .	1,57
Die SiO <sub>2</sub> -Verarmung . . . . .	15,11%
Das Verhältnis $\frac{\text{Fe} + \text{Mn}}{\text{SiO}_2}$ :	
im Haufwerk . . . . .	1,69
im Produkt . . . . .	8,39
Das Metallausbringen . . . . .	94,50 %
Das SiO <sub>2</sub> -Fortbringen . . . . .	80,95 %

An wichtigen Betriebsdaten sind zu nennen:

#### Durchsatzleistung:

Rohspataufbereitung 140–150 t Haufwerk/Stdt.  
Röstung . . . . . 120–130 t Rohspat/Ofen u. Tag  
Rostspataufbereitung 38–42 t Rost II/Stdt.

#### Kraftverbrauch:

Rohspataufbereitung . 3,5–4,0 kWh/t Durchsatz  
Röstung . . . . . 6,5–7,0 „ /t Durchsatz  
Rostspataufbereitung . 4,5–6,0 „ /t Haufwerk  
Insgesamt . . . . . 9,0–11,0 „ /t Haufwerk

Aus den Kreisdiagrammen Abb. 15 ist weiter zu entnehmen:

#### Schichtenanteil in %:

Rohspataufbereitung . . . . .	58
Röstung . . . . .	14
Rostspataufbereitung . . . . .	10
Förderung über Tage . . . . .	7
Sonstige Arbeiten . . . . .	11

#### Schichtenaufwand je 100 t Förderung bzw. Durchsatz:

Rohspataufbereitung . . . . .	8,3
Röstung . . . . .	1,9
Rostspataufbereitung . . . . .	3,6
Förderung über Tage . . . . .	0,9
Sonstige Arbeiten . . . . .	1,4

#### Betriebskosten in % der Verarbeitungskosten:

Rohspataufbereitung . . . . .	54
Röstung . . . . .	33
Rostspataufbereitung . . . . .	13

#### Betriebskosten absolut: DM/t Durchsatz

Rohspataufbereitung	2,00–3,00
Röstung . . . . .	1,50–2,00
Rostaufbereitung . . . . .	1,50–2,00

Das Aufbereitungsverfahren der Dreiteilung Rohspataufbereitung — Röstung — Rostaufbereitung ist hiermit genügend genau gekennzeichnet. Als sein Charakteristikum kann herausgestellt werden:

#### Als Vorteile:

1. Erzeugung eines Spates I. Sorte als Rohspat, der bei Röstung einen normalen Siegerländer „Stückrost“ ergibt, der ohne weitere Aufbereitung als Hütterer abgesetzt werden kann.

2. Möglichkeit einer gewissen Entkupferung durch Klaubung.

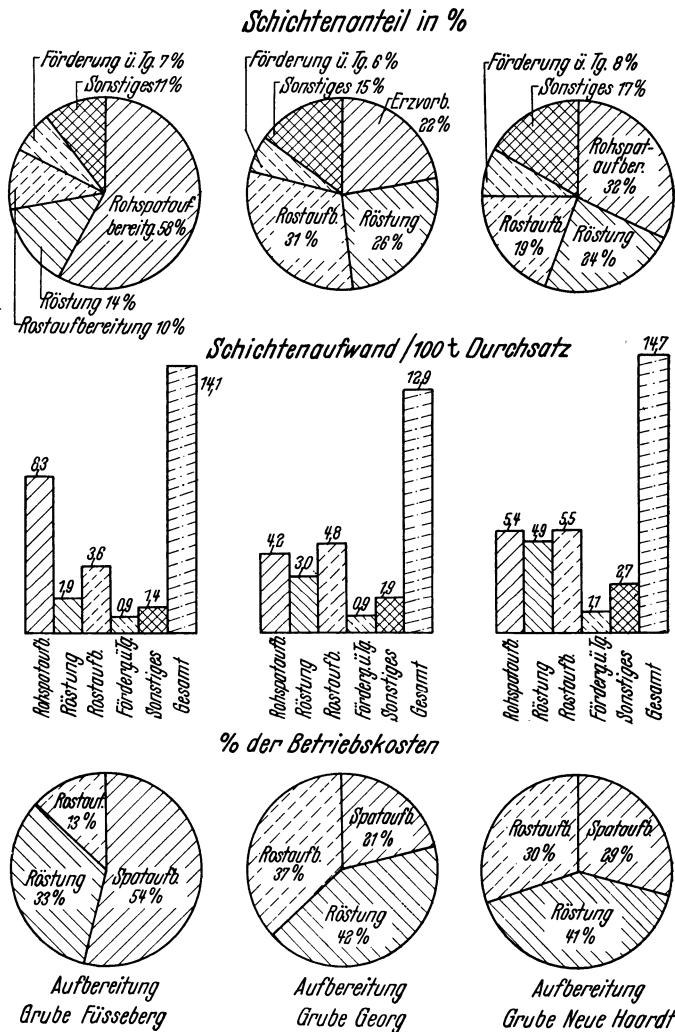


Abb. 15. Kenndaten der Aufbereitungen Füsseberg, Georg und Neue Haardt

3. Abstoßen eines gewissen Berganteiles schon vor der Röstung und damit Entlastung der Röstung und Senkung des Brennstoffverbrauches.

4. Beschränkung der Rostspataufbereitung auf die Verarbeitung der gerösteten Zwischenprodukte.

Als Nachteile:

1. Erzeugung von Feinspäten, die nicht in vollem Umfange der Röstung zugeführt werden können und als Rohspat mit geringerer Ertragsfähigkeit abgesetzt werden müssen.

2. Erzeugung einer gewissen Menge Schlamm, deren Verwertbarkeit sehr beschränkt ist.

#### d) Grube „Georg“.

Die Grube „Georg“ liegt in Willroth im Westerwald, unmittelbar an der Autobahn Köln—Frankfurt.

Sie baut auf zwei Parallelgängen, unmittelbar nördlich der Siegener Hauptüberschiebung, auf die sie in ihrem Liegenden aufsetzen.

Die Gangausfüllung zeigt einen sehr starken Verwachsungsgrad. Der Anteil an freiem Spat beträgt nur 25 bis 30 Gew.-%, der an freien Bergen etwa 6 bis 8 Gew.-%, und damit



Abb. 16. Aufbereitungsanlage Grube Georg.

der Anteil an Verwachsenem 65 bis 70%. Der Sulfidgehalt ist gering. Ebenso ist der Cu-Gehalt, herrührend von Kupferkies und Kupferfahlerz, sehr niedrig. Das Haufwerk enthält etwa 30% Fe, 5,80% Mn, 20% SiO<sub>2</sub>.

Es wird in einem in jüngster Zeit abgeteuften neuen Förderschacht zu Tage gefördert und in einer neuen Aufbereitungs- und Röstanlage (Abb. 16) verarbeitet.

Für die Wahl des Aufbereitungsverfahrens waren verschiedene Gesichtspunkte maßgebend, die im folgenden kurz skizziert werden sollen:

1. Wasserknappheit der Grube, so daß eine naßmechanische Rohspataufbereitung von vornherein aussichtslos war.

2. Der Charakter des Haufwerks mit seinem sehr großen Anteil an Verwachsenem und niedrigen Anteil an freien Komponenten, der die technische und wirtschaftliche Leistung einer vollausgebauten Rohspataufbereitung in Frage stellte.

3. Durchaus positiv zu wertende Erfahrungen mit der Haufwerksröstung auf einer anderen Grube, die aus ähnlichen Gründen bereits früher zum Verfahren der Zweiteilung übergegangen war.

4. Wirtschaftliche Gesichtspunkte.

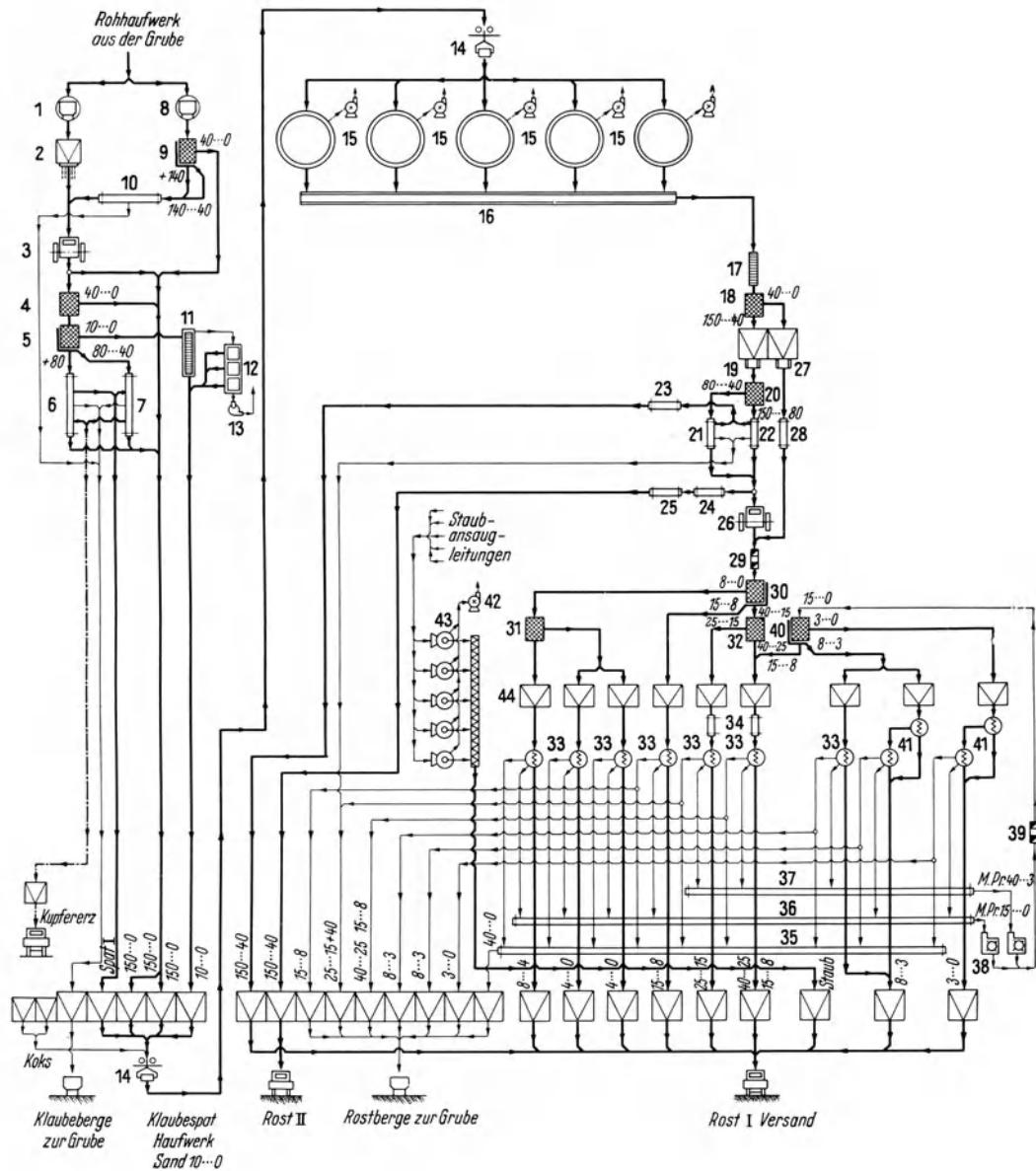


Abb. 17. Aufbereitungsstammbaum der Grube Georg.

*Vorzerkleinerung und Klaubung.*

- Leistung: 100 t/h  
 1 Automatischer Kreiselwipper  
 2 Kettenbeschicker  
 3 Backenbrecher, 800 × 600  
 4 Universal-Schwingsieb, 1000 × 2500  
 5 Universal-Schwingsieb, 1000 × 2500  
 6 Klaubeband, 800 × 8500  
 7 Klaubeband, 800 × 8500  
 8 Einfach-Kreiselwipper, 1800 × 1800, Probewäsche  
 9 Universal-Stückgutscheider, 1000 × 2500, Probewäsche  
 10 Leseband, 800 × 4750  
 11 Kratzband-Entwässerer  
 12 Absetzkasten  
 13 Panzerpumpe, 25 m³/h H = 60 m

19 Erzaufbereitungsanlagen.

*Röstung.*

- Leistung: 600 t in 20 Std.  
 14 Hängebahn  
 15 5 Stck. Röstöfen, 4000/4300 li. Durchm.  
 16 10,8 Mantelhöhe  
 17 Wuchtförderrinne, 750 × 55000  
 18 Stahlzellenband, 800 × 61500, ansteigend mit etwa 35°  
*Rostspataufbereitung.*  
 Leistung: 35 t/h  
 18 Universal-Schwingsieb, 900 × 2000  
 19 Schubwagenspeiser, 600 × 3000  
 20 Universal-Schwingsieb, 800 × 2000  
 21 Klaubeband, 800 × 10000  
 22 Klaubeband, 800 × 10000  
 23 Förderband, 400 × 6500  
 24 Förderband, 500 × 6500, ansteigend  
 25 Förderband, 500 × 5000  
 26 Schlagbrecher, 400 × 224  
 27 Schubwagenspeiser, 600 × 3000

- 28 Förderband, 400 × 20000  
 29 Becherwerk, 315 × 17000  
 30 Universal-Schwingsieb, 800 × 2000  
 31 Turbo-Schwingsieb, 800 × 2500  
 32 Universal-Schwingsieb, 800 × 2000  
 33 7 Stck. Magnetscheider, 400 Durchm. × 1000  
 34 2 Stck. Bandaufgabe, 500 × 600  
 35 Förderband, 400 × 20000  
 36 Förderband, 400 × 20000  
 37 Förderband, 400 × 12000  
 38 2 Stck. Prallmühlen, 600 × 450  
 39 Becherwerk, 200 × 17500  
 40 Turbo-Schwingsieb, 600 × 2000  
 41 2 Stck. Doppel-Magnetscheider, 400 Durchm. × 1000  
 42 Ventilator, 835 m³/min, 180 mm W.S.  
 43 Hochleistungs-Abscheider, 1200 Durchm.  
 44 Staubtransportschnecke, 225 × 7000

Wenn man sich trotz des ungünstigen Haufwerkscharakters doch dazu entschlossen hat, der Röstung eine Roherzvorbereitung in Form einer Klaubanlage vorzuschalten, so nur aus dem Grunde, die Möglichkeit einer Entkupferung auf alle Fälle zu wahren, eine Maßnahme, zu der auch frühere Erfahrungen zwangen und deren Richtigkeit durch die Entwicklung der Absatzlage in jüngster Zeit vollauf bestätigt wurde.

Man ist also auf Grube „Georg“ zu einer neuen Abwandlung des Verfahrensstammbaumes (Abb. 17) gekommen, der für das eine oder andere Vorkommen in Zukunft von Bedeutung werden kann.

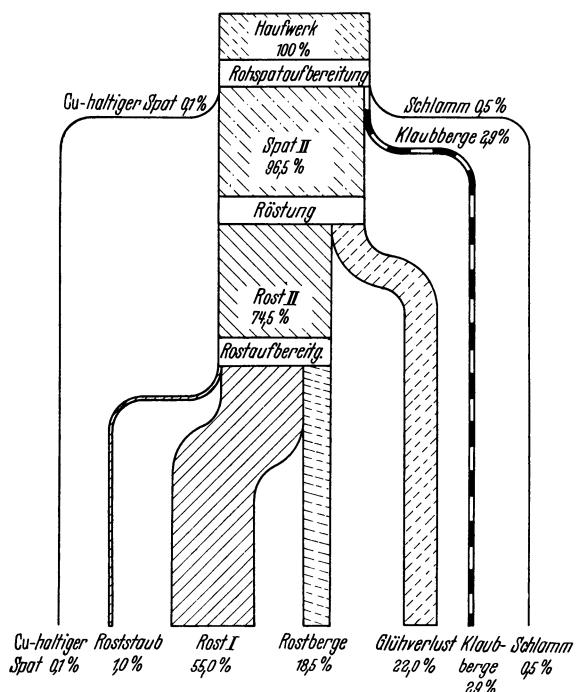
Das Haufwerk wird in einem Kreiselwipper in einen Überladebunker gekippt, aus dem es mit Roßaufgabekette dem Backenbrecher zugeleitet wird. Das Brechgut wird auf Vibratoren in die Klassen 130 bis 80, 80 bis 40 und — 40 mm klassiert. Die Grobkornklassen werden auf je einem Leseband auf Cu-haltigen Spat kontrolliert und von reinen Bergen befreit.

Das Grubenklein unter 40 mm wird nicht verarbeitet, das Abriebgut der Braustrübe unter 10 mm in einem Kratzbandentwässerer entwässert. Der Kratzbandüberlauf wird in Niederschlagbassins entsandet und entschlammmt. Alle Produkte werden in ausreichend großen Pufferbunkern vor der Röstung gebunkert, und zwar derart, daß eine gleichmäßige Mischung der einzelnen Kornklassen erzielt wird.

Aus den Bunkern wird der Mischspat mittels Hängebahn zur Röstanlage gefördert. Sie besteht aus fünf Hochleistungs-Saugzugöfen mit Rundtelleraustrag, wie sie Abb. 8 bereits gezeigt hat. Die Öfen entleeren auf einen Wuchtförderer, der den Rostspat einem Schrägförderer zum Transport auf die obere Bühne der Rostspataufbereitung übergibt. Durch die langen Förderwege in der freien Atmosphäre wird eine ausreichende Kühlung des Rostes gewährleistet.

Abb. 18.  
Mengenstrombild der Aufbereitungsanlage Grube Georg.

In der Rostspataufbereitung wird der Rost II in die Klaubgutklassen 150 bis 80 und 80 bis 40 mm und die Magnetscheiderklasse — 40 mm klassiert. Die erstenen werden auf je einem Leseband verlesen in Rost I, Cu-haltigen Rost, Halbrost und Berge. Der Bandabwurf Rost II wird in einem Schlagbrecher auf — 40 mm zerkleinert und gelangt dann mit dem Primärgut — 40 mm zur Klassierung für die Magnetscheidung, die auf Vibratoren die Klassen 40 bis 25, 25 bis 15, 15 bis 8, 8 bis 4 und — 4 mm herstellt. Die Klassen + 4 mm werden auf je einem, die — 4 mm auf zwei elektromagnetischen Trommelscheidern mit ZZ-Polen von 1000 mm Länge und 400 mm Durchmesser in Rost I, Zwischenprodukte und Unmagnetisches sortiert. Die Zwischenprodukte der Klassen + 15 und — 15 mm werden je einer Prallmühle zur Zerkleinerung auf — 15 bzw. — 4 mm zugeführt, deren Prallgut mittels Becherwerk der Nachscheiderklassierung zugehoben wird. Die hierbei erzeugten Klassen + 8 mm, 8 bis 3 mm und — 3 mm werden auf dem Scheider für Korn 40 bis 25 mm der Hauptscheidung, bzw. einem Einfach- und zwei Tandem-trommelscheidern, nachgearbeitet, wobei wiederum Rost I, Zwischenprodukte und Unmagnetisches erzeugt werden. Die Zwischenprodukte gehen in den Arbeitsgang der Nachscheidung zurück. Sämtliche Staubentwicklungsstellen werden entstaubt und der Staub



in einer Zykロンentstaubung niedergeschlagen. Die Produkte werden kornklassenweise gebunkert.

Die Aufbereitungsergebnisse seien auch hier an Hand von Mengenstrombildern und Metallbilanzen erläutert:

In der Erzvorbereitung werden laut Abb. 18 und Zahlentafel 7 aus dem

Haufwerk . . . . .		mit 30,4% Fe, 5,79% Mn, 20,22% SiO <sub>2</sub>
erzeugt:		
Mischspat . . . . .	96,5 Gew.-%	mit 31,0% Fe, 5,93% Mn, 18,80% SiO <sub>2</sub>
Cu-Spat . . . . .	0,1 „ „	33,0% Fe, 6,19% Mn, 11,50% SiO <sub>2</sub> , 2 bis 3% Cu
Berge . . . . .	2,9 „ „	8,0% Fe, 1,21% Mn, 67,92% SiO <sub>2</sub>
Schlämme . . . . .	0,5 „ „	26,3% Fe, 4,86% Mn, 19,86% SiO <sub>2</sub>

Zahlentafel 7. Grube Georg.

Gesamtmetallbilanz.

	t	Gew. Ausbr. % d.		Fe		Mn		SiO <sub>2</sub>	
		Förderg.	Stufe	%	t	%	t	%	t
Förderung . . . . .	134,1	100,0	100,0	30,4	40,73	5,79	7,76	20,22	27,12
Rohberge . . . . .	3,8	2,9	2,9	8,04	0,31	1,21	0,05	67,92	2,58
Schlamm . . . . .	0,7	0,5	0,5	26,34	0,18	4,86	0,03	19,86	0,14
Cu-Erz . . . . .	0,1	0,1	0,1	33,0	0,03	6,19	0,01	11,50	0,01
Ofenaufgabe . . . . .	129,5	96,5	96,5/100,0	31,0	40,21	5,93	7,67	18,80	24,39
Röstverlust . . . . .	29,5	22,0	22,8	—	—	—	—	—	—
Ofenaustrag . . . . .	100,0	74,5	77,2/100,0	40,20	40,20	7,69	7,69	24,85	24,85
Rost . . . . .	76,1	56,0	76,1	50,51	38,44	9,76	7,43	7,54	5,74
Rostberge . . . . .	23,9	18,5	23,9	7,36	1,76	1,09	0,26	79,96	19,11

Die erzielten Anreicherungen sind gering, sie würden eine wirtschaftliche Arbeitsweise der Anlage nicht rechtfertigen, wenn nicht die Möglichkeit einer gewissen Entkupferung und Schaffung einer geregelten Ofenaufgabe sonstige erhebliche Vorteile bringen würde.

Aus dem der Röstung zugeführten Mischspat wird erzeugt:

Rost II . . . . . 74,5 Gew.-% mit 40,2% Fe, 7,69% Mn, 24,85% SiO<sub>2</sub>.

Das Rostausbringen beträgt dabei 77,2%.

Dieses Gut wird der Rostspataufbereitung zur Verarbeitung übergeben, die den aus Abb. 19 ersichtlichen Tonnengang und die aus Zahlentafel 8 zu entnehmende Metallbilanz aufweist.

In ihr werden erzeugt:

In der Hauptscheidung:

Leserost . . . . . 2,00 Gew.-% mit 51,8% Fe, 10,3% Mn, 6,00% SiO<sub>2</sub>  
Rost I . . . . . 48,30 „ „ 51,7% Fe, 10,0% Mn, 5,83% SiO<sub>2</sub>

In der Nachscheidung:

Rost I . . . . . 24,20 Gew.-% mit 48,72% Fe, 9,34% Mn, 10,62% SiO<sub>2</sub>

Außerdem fallen an:

Roststaub . . . . . 1,60 Gew.-% mit 41,17% Fe, 7,90% Mn, 22,4% SiO<sub>2</sub>  
Insgesamt . . . . . 76,1 „ „ 50,51% Fe, 9,76% Mn, 7,54% SiO<sub>2</sub>

An Bergen werden abgestoßen:

23,9 Gew.-% mit 7,36% Fe, 1,00% Mn, 79,96% SiO<sub>2</sub>

Abb. 18 und Zahlentafel 7 geben das Gesamtergebnis der Aufbereitungsverfahren wieder, das auf Grund des Probewaschens ermittelt wurde.

Danach ergibt sich in der Rostspataufbereitung ein

Metallausbringen von . . . . . 95,78%  
SiO<sub>2</sub>-Fortbringen . . . . . 76,90%

In Zahlentafel 9 ist das Betriebsergebnis eines halben Jahres auf Grund der Hüttentalysen- und Gewichte und der Bergebetriebsproben aufgezeigt:

Danach beträgt:

Das Anreicherungsverhältnis . . . . .	1,67%
Die SiO <sub>2</sub> -Verarmung . . . . .	13,87%
Das Verhältnis $\frac{\text{Fe} + \text{Mn}}{\text{SiO}_2}$	
im Haufwerk . . . . .	1,73%
im Produkt . . . . .	8,54%
Das Metallausbringen . . . . .	93,77%
Das SiO <sub>2</sub> -Fortbringen . . . . .	81,00%

An weiteren Betriebsdaten sind zu vermerken:

*Durchsatzleistung:*

Roherzvorbereitung: 100 t/Std.  
Röstung: 120 t Mischspat/Ofen u. Tag  
Rostspataufbereitung: 35 t Rost II/Std.

*Kraftverbrauch:*

Roherzvorbereitung: 1,5-2,0 kWh/t Durchsatz  
Röstung: 2,0-2,6 „ „ „  
Rostspataufbereitung: 4,0-5,0 „ „ „

Aus Abb. 15 ist weiter zu ersehen:

*Schichtenanteil in %*

Roherzvorbereitung: 22  
Röstung: 26  
Rostspataufbereitung: 31  
Förderung über Tage: 6  
Sonstige Arbeiten: 15

*Schichtenaufwand je 100 t Förderung bzw. Durchsatz*

Roherzvorbereitung: 4,2  
Röstung: 3,0  
Rostspataufbereitung: 4,8  
Förderung über Tage: 0,9  
Sonstige Arbeiten: 1,9

*Betriebskosten in % der Verarbeitungskosten:*

Roherzvorbereitung: 21  
Röstung: 42  
Rostspataufbereitung: 37

Betriebskosten absolut:	DM/t
Durchsatz	
Roherzvorbereitung:	1,00
Röstung:	1,50—2,10
Rostspataufbereitung:	1,80—2,50

Zahlentafel 8. *Grube Georg.*  
Metallbilanz der Rostaufbereitung.

Sorte	Klasse	Schei- der Nr.	Gew. %	Fe		Mn		SiO <sub>2</sub>	
				%	Inhalt	%	Inhalt	%	Inhalt
Leserost . . . . .			2,0	51,80	1,04	10,30	0,21	6,00	0,12
Staub . . . . .			1,6	41,17	0,66	7,90	0,13	22,40	0,36
Rost I . . . . .	0/4	9	18,6	52,01	9,67	10,11	1,88	4,80	0,89
“ . . . . .	0/4	10	15,8	52,12	8,23	10,11	1,60	4,72	0,75
“ . . . . .	4/8	11	4,5	51,59	2,32	9,98	0,45	5,86	0,26
“ . . . . .	8/15	8	3,6	51,70	1,86	9,92	0,36	6,20	0,22
“ . . . . .	15/25	7	3,0	50,75	1,52	9,66	0,29	7,86	0,24
“ . . . . .	25/40	6	2,8	48,33	1,35	9,05	0,25	11,88	0,33
Sa. Rost I. Hauptscheidung .			48,3	51,66	24,95	10,00	4,83	5,57	2,69
Rost I . . . . .	0/3	1 u. 2	16,4	49,06	8,05	9,44	1,55	10,02	1,64
“ . . . . .	3/8	3 u. 4	4,5	47,27	2,12	8,83	0,40	12,84	0,58
“ . . . . .	3/8	5	3,3	49,17	1,62	9,37	0,31	10,58	0,35
Sa. Rost I. Nachscheidung .			24,2	48,72	11,79	9,34	2,26	10,62	2,57
Sa. Rost I . . . . .			76,1	50,51	38,44	9,76	7,43	7,54	5,74
Leseberge . . . . .			0,8	4,00	0,03	0,41	0,003	83,64	0,67
Berge . . . . .	0/4	9	2,8	8,95	0,25	1,24	0,035	79,42	2,22
“ . . . . .	0/4	10	2,5	8,31	0,21	1,15	0,029	79,64	1,99
“ . . . . .	4/8	11	2,2	6,52	0,14	0,96	0,021	81,52	1,79
“ . . . . .	8/15	8	3,4	5,68	0,19	0,76	0,026	82,26	2,80
“ . . . . .	15/25	7	2,5	6,21	0,16	0,83	0,021	82,02	2,05
“ . . . . .	25/40	6	3,3	4,84	0,16	0,67	0,022	83,24	2,75
Sa. Berge. Hauptscheidung .			16,7	6,65	1,11	0,92	0,154	81,44	13,60
Berge . . . . .	0/3	1 u. 2	3,3	10,20	0,34	1,73	0,057	73,52	2,43
“ . . . . .	3/8	3 u. 4	1,7	9,35	0,16	1,70	0,029	76,50	1,30
“ . . . . .	3/8	5	1,4	8,65	0,12	1,23	0,017	79,60	1,11
Sa. Berge Nachscheidung . .			6,4	9,69	0,62	1,61	0,103	75,63	4,84
Sa. Berge . . . . .			23,9	7,36	1,76	1,09	0,260	79,96	19,11
Aufgabe . . . . .			100,0	40,20	40,20	7,69	7,69	24,85	24,85

Bei der Beurteilung der Betriebskosten muß in Rechnung gestellt werden, daß die Neu anlage noch nicht mit ihrer vollen Leistungsfähigkeit von 600 tato beansprucht worden ist. Sie werden sich bei Erreichen dieser Leistung erniedrigen und damit die einer dreiteilten Anlage unterschreiten.

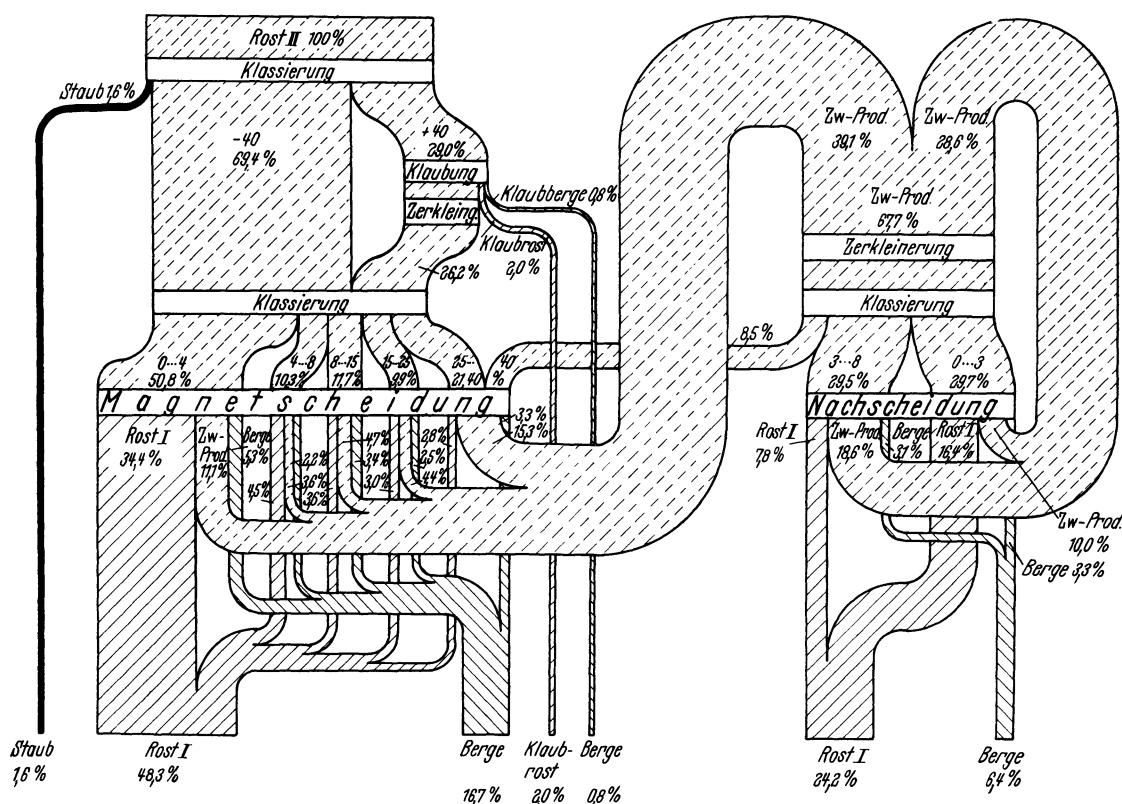


Abb. 19. Mengenstrombild der Rostaufbereitung Grube Georg.

Zahlentafel 9. Metallbilanz. Grube: Georg. Monat: Ø Sept. 53 bis Febr. 54.

Sorten	Gewicht t			Gew. % v. d.		Umgerechnet auf Rost I		Gehalte %			Einheiten t			Kennzahlen		
	naß	H <sub>2</sub> O	trocken	Fdg.	Prod.	Fakt.	%/Gew.	Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>			
Rost I . . .	1267	5,78	1193	13,8	23,4	1,0	13,9	50,15	9,53	8,35	598,6	113,7	99,7	Eisen	2572,4	
Feinrost . . .	4154	6,61	3880	45,4	76,6	1,0	45,4	50,87	9,84	6,68	1973,5	381,9	259,3	Mangan	495,7	
Cu-Erze . . .	1		1					33,00	6,19	11,50	0,3	0,1	0,1	ges.	3068,1	
Sa. Produkte	5422	6,42	5074	59,2	100,0		59,2	50,70	9,77	7,08	2572,4	495,7	359,1	Erzeugtes Metall t		
Leseberge I	265		265	2,9	12,9			6,77	1,06	71,76	17,8	2,8	188,0	Anreicherungs- rünges- verhältnis	Fe	1,66
Rostberge .	1743		1743	19,0	85,0			8,35	1,39	76,53	145,5	24,2	1333,9	SiO <sub>2</sub> -Verarmung	Mn	1,68
Rohschlamm	43		43	0,5	2,1			26,79	4,96	19,60	11,6	2,1	8,5	Metall im Roherz im Produkt = fach	Metall	1,67
Abgänge . .	2051		2051	22,4	100,0			8,53	1,42	74,72	174,9	29,1	1530,4	Kieselsäure	Fe %	93,63
Röstverlust	1684			18,4										Metall ausbringen	Mn %	94,46
Aufgabe . .	9157	1,50	9019	100,0				30,46	5,82	20,95	2747,3	524,8	1889,5	Metall ausbringen	Metall %	93,77
														SiO <sub>2</sub> - Fortbringen %		81,00

Als Charakteristikum dieses Verfahrens kann herausgestellt werden:

Als Vorteile:

1. Einfacher Aufbau der Anlage und damit geringerer Investitionsaufwand.
2. Verringerung des Anfalles an schwer zu verwertenden Schlämmen und damit Erhöhung des Ausbringens.

Als Nachteile:

1. Erzeugung erheblicher Mengen von Feinrost, der vor der Verhüttung stückig gemacht werden muß.
2. Höhere Belastung der Röstofenanlage infolge Mitrösten größerer Ballastmengen.

#### e) Grube „Neue Haardt“.

Die Grube „Neue Haardt“ in Weidenau/Sieg gehört zu dem Schmiedeberger Gangzug nordwestlich des Siegener Hauptsattels.

Die Gangausfüllung bestand in den oberen Teufen vorwiegend aus Eisenglanz und Rotspat und nur untergeordnet aus dem geologisch älterem Spateisenstein. Nach der



Abb. 20. Aufbereitungsanlage Grube Neue Haardt.

Teufe zu läßt der Eisenglanz und Rotspat mehr und mehr nach, und die Gangausfüllung geht in Spateisenstein über.

Der Verwachsungscharakter hat sich nach der Teufe zu außerordentlich verschlechtert, so daß in der heutigen Förderung nur noch 20 bis 25% freier Spat enthalten ist. An freiem Eisenglanz sind noch 2,5 bis 3,5 % im Haufwerk vorhanden. Der Anteil an verwachsenem Gut beträgt schon in der Korngröße über 55 mm 34% vom Haufwerk bzw. 62% der Klasse. Außerordentlich hoch ist der Anteil an Feinkorn unter 10 mm, der sich auf mehr als 10% beläuft. Dabei ist das Feinstkorn stark am Kornaufbau beteiligt.

Das Haufwerk ist danach gekennzeichnet durch das Vorkommen von Eisenglanz und Rotspat, durch einen hohen Anteil an verwachsenem Gut, das sowohl als Spatbergeverwachsungen als auch als Rotspatbergeverwachsungen auftreten kann. Dabei ist erschwerend, daß der Rotspat in den verschiedensten Imprägnierungsstufen vorkommen kann. Kennzeichnend ist ferner der hohe Fein- und Feinstgutanteil, der nicht ohne Rückwirkung auf die Aufbereitung sein kann. Erfreulich allein ist der außerordentlich niedrige Gehalt an Sulfiden, insbesondere Kupferkies, der das Hüttenerez der „Neuen Haardt“ zu einem begehrswerten Rohstoff macht. Infolge des Anteiles an Eisenglanz, der selbst nur einen geringen Karbonatanteil mit normalem Fe-Mn-Verhältnis aufweist, liegt das Fe-Mn-Verhältnis des Neuen Haardter Haufwerks ganz anders wie auf den reinen Spatgruben und schwankt zwischen 6 bis 7.

Die Grube fördert z. Z. etwa 11000 moto, die im Ludendorffschacht bis zur 80-m-Sohle gehoben und auf dieser zum Zubringerschacht der Aufbereitung, die auf dem anderen Ufer der Ferndorf liegt, gefördert wird. Die Aufbereitungsanlage liegt unmittelbar an der Ruhr-Sieg-Bahn (Abb. 20). Die Röstanlage liegt hinter dem Förderschacht am Haardter Berg, also wenig organisch in den Betriebslauf eingegliedert.

Der Eisenglanz- und Rotspatanteil einerseits sowie der hohe Verwachungsgrad und die ungünstige Kornaufteilung andererseits bestimmen das hier angewandte Aufbereitungsverfahren. Eine Roherzvorbereitung ist schon erforderlich zur Gewinnung des Stückglanzes, der als Stahlerz außerordentlich begehrt ist. Eine gut ausgebaute Rostspataufbereitung mit hoher Leistungsfähigkeit ist notwendig, um einmal auch den im verwachsenen Gut vorhandenen Eisenglanz zu eliminieren, zum andern die Kieselsäure zur Erzielung einer möglichst hohen Anreicherung abzustoßen. Es ist also auch hier das System der Dreiteilung vorhanden.

Während früher bei noch wesentlich günstigerem Haufwerkscharakter eine weitgehend ausgebaute Rohspataufbereitung mit Setzwäsche in Betrieb gehalten werden konnte, mußte mit zunehmender Verschlechterung des Haufwerks, infolge starken Anstiegs des Zwischenproduktenanteils, die Setzwäsche immer mehr eingeschränkt werden, da Menge und Anreicherung der Konzentrate zu niedrig wurden.

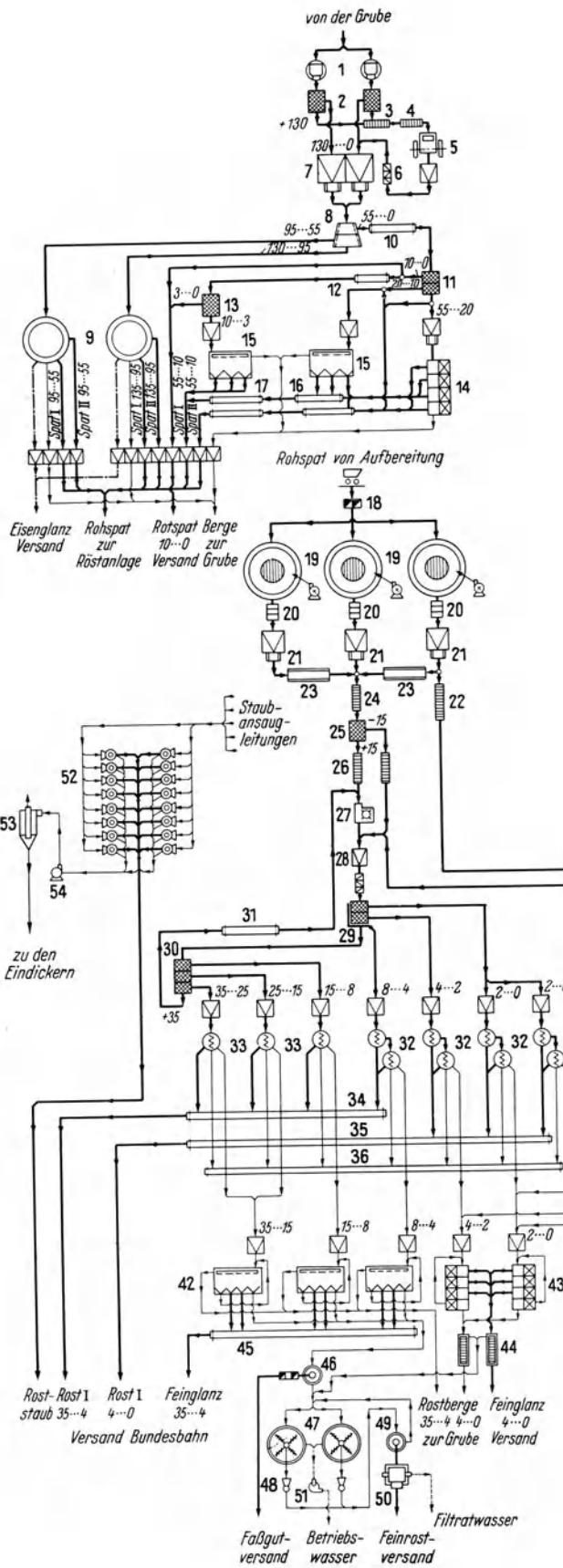
Die ungünstige Kornaufteilung mit ihrem hohen Anteil an Feinstgut machte die Verarbeitung des Grubenkleins von einer bestimmten unteren Grenze an immer unmöglich infolge der außerordentlich umfangreichen Schlammwirtschaft. Es mußte daher von jeher ein Teil des Feinkorns, der sogenannte Rotspat, unaufbereitet abgesetzt werden. Der neue Verfahrensgang sieht nunmehr vor, die untere Grenze der Rostofenbeschickung möglichst weit nach unten zu verlegen, um einen möglichst großen Anteil an Feinkorn zu rösten und anschließend in der Rostspataufbereitung anzureichern.

Demnach hat die Rohspataufbereitung nur noch den Charakter einer Roherzvorbereitung, in dem sie sich auf die Klaubarbeit zur Gewinnung des Stückglanzes beschränkt und die Grobberge abstößt. Um die Anforderungen der Siegerländer Hütten an stückigem Rost I zu befriedigen, wird allerdings noch Stückspat I ausgelesen, der gesondert abgeröstet wird.

Der Verfahrensstammbaum Abb. 21 zeigt noch den Arbeitsgang mit Setzwäsche, die in ihrer Form erhalten bleiben soll, um etwaigen Verschiebungen im Haufwerkscharakter begegnen zu können. Nachdem die Setzwäsche ausgeschaltet ist, arbeitet die Anlage nach folgendem Verfahrensgang:

Das vom Schacht III kommende Haufwerk wird mit Kreiselwipfern auf zwei Schwer-vibratoren mit einem Stabrostbelag von 150 mm Spaltweite entleert und in die Klassen + 150 und — 150 mm klassiert. Das Überkorn gelangt mit Plattenbändern zu einem Grobbackenbrecher, der es auf — 150 mm zerkleinert. Das Brechgut wird gebunkert und mittels automatischem Kippkübelauflaufzug in die Aufgabebunker der Rohspataufbereitung zurückgehoben. Aus den Aufgabebunkern wird mittels Aufgabeschuhnen eine Klassiertrommel beschickt, die das vorgebrochene Haufwerk nunmehr grubenfeucht in die Klassen 150 bis 90, 90 bis 55 und unter 55 mm klassiert. Die beiden Grobgutklassen werden auf je einem Lesetisch nach Läuterung an der Tischaufgabe verlesen, und zwar werden Eisenglanz, Spat I, Cu-haltiges Gut und Berge ausgelesen, während das Zwischenprodukt abgestrichen wird. Das Grubenklein unter 55 mm wird auf zwei Vibratoren weiter unterteilt in die Klassen 55 bis 12, 12 bis 8 und unter 8 mm. Die beiden ersten gehen unaufbereitet zur Röstung, das letztere unaufbereitet zum Versand. Die Läutertrübe wird in zwei Kratzbandentwässerern entsandet und in Niederschlagbassins entschlämmt.

Die Röstanlage besteht aus drei Hochleistungs-Druckluftöfen der in Abb. 9 gekennzeichneten Art. Ein Ofen läuft auf erste Sorte, zwei auf zweite Sorte. Der Ofen für erste



#### Rohspataufbereitung.

Leistung: max. 80 t/h  
1 2 Stck. Kreiselwipper  
2 2 Stck. Siebvorrichtungen

3 Plattenband  
4 Plattenband

5 Backenbrecher, 800 × 500 MW.

6 Kippkübelauflzug

7 2 Stck. Aufgabeschuhe

8 Klassiertrommel

9 2 Stck. Lesetische

10 Gurtförderer

11 Vibrator, 1000 × 3200

12 Gurtförderer

13 Vibrator, 800 × 5000

14 Kolbensetzmashine

15 2 Stck. Stauchsetzmashinen

16 2 Stck. Gurtförderer

17 2 Stck. Gurtförderer

#### Röstung.

Leistung: 500 t in 20 Std.

18 Aufzug

19 3 Stck. Hochleistungs-Druckluft-Röstsachtofen

20 3 Stck. Austragplattenbänder, 1200 br.

#### Rostaufbereitung.

Leistung: 30 t/h

21 3 Stck. Aufgabeschuhe, 700 × 3000

22 Plattenband, 600 × 47000

23 Wuchtförderer

24 Kastenband, 600 × 14500

25 Vibrator, 1000 × 3000

26 2 Stck. Plattenbänder, 800 × 10000

27 Prallmühle, 600 Durchm. × 450

28 Kippkübelauflzug, 30 t/h

29 Zweimassen-Vibrationssieb, 800 × 5250

30 Zweimassen-Vibrationssieb, 800 × 5250

31 Gurtförderer, 500 × 14000

32 4 Stck. Tandem-Magnetscheider

33 3 Stck. Magnetscheider, 400 × 1000

34 Gurtförderer, 500 × 16000

35 Gurtförderer, 500 × 16500

36 Gurtförderer, 500 × 16500

37 Prallmühle,

600 Durchm. × 300

38 Becherwerk, 19 m AA.

39 Zweimassen - Vibrationssieb, 800 × 2800

40 2 Stck. Magnetscheider, 400 × 1000

41 Gurtförderer,

500 × 15500

42 3 Stck. Stauchsetzmashinen, 600 × 3000

43 2 Stck. viersiebige Kolbensetzmashinen

44 2 Stck. Entwässerungskratzbänder

45 Gurtförderer,

500 × 6000

46 Verdichterspitze mit Becherwerk

47 2 Stck. Eindicker,

4000 Durchm.

48 2 Stck. Membran-

pumpen, 7 m<sup>3</sup>/h

49 Eindickspitze,

1500 Durchm.

50 Filteranlage, 2 m<sup>2</sup>

51 Frischwasserpumpe

52 16 Stck. Hoch-

leistungswirbler

53 Ventilator,

1250 m<sup>3</sup>/min

54 Naßabscheider,

2500/1500 Durchm.

Rost I  
4-0  
Rost I  
Versand Bundesbahn

Abb. 21.  
Aufbereitungs-  
stammbaum der  
Grube Neue Haardt

Sorte entleert über ein Plattenband in einen Vorratsbunker. Aus diesem wird der Rostspat I über einen Stahlgliederförderer dem an der Vorderfront der Rostspataufbereitung liegendem Verladebunker zugeführt. Die Öfen für zweite Sorte entleeren über ihre Plattenbänder auf Wuchtförderrienen, die den Rost II dem Kastenband zuführen, mit dem der Transport in die Rostspataufbereitung erfolgt.

Die Rostaufbereitung hat zweierlei Aufgaben:

1. Abstoßen der Kieselsäure zur Anreicherung des Fe-Mn-Gehaltes,
2. Aussortieren des Eisenglanzes aus dem unmagnetischen Gut der Magnetscheidung.

Sie umfaßt daher zwei Hauptsysteme, und zwar ein Magnetscheidersystem zur Anreicherung des Rostes und ein Setzsystem zur Gewinnung des Glanzes aus dem Unmagnetischen der Magnetscheidung.

Sie arbeitet nach folgendem Arbeitsschema: Vom Kastenband gelangt der Rost II auf einen Vibrator, auf dem die Klassen + 15 und — 15 mm hergestellt werden. Die Grobkornklasse wird auf einem Stahlglieder-Leseband auf übergroße Stücke und Fremdkörper kontrolliert und zum Aufschluß auf — 35 mm einer Prallmühle zugefordert. Das Unterkorn gelangt auf ein weiteres Stahlgliederband und vereinigt sich mit dem Prallgut im Kippkübel-Aufgabebunker. Ein automatisch arbeitender Kippkübel fördert das Gut in den auf der obersten Bühne der Aufbereitung liegenden Übergabebunker, aus dem es mit Aufgabevibrator der Klassierung zugeleitet wird. Die hier hergestellten Klassen 35 bis 25, 25 bis 15, 15 bis 8, 8 bis 4, 4 bis 2, 2 bis 0 mm werden getrennt in über den Magnetscheidern liegenden Aufgabebunkern gebunkert. Für die Kornklassen über 8 mm stehen je ein Einfachtrommelscheider mit ZZ-Polen und Trommeln mit 1000 mm Arbeitsbreite bei 400 mm Durchmesser zur Verfügung, für das Feinkorn — 8 mm sind Tandemtrommelscheider gleicher Bauart eingesetzt, bei denen das Zwischengut der Obertrömmel auf der Untertrommel nachgearbeitet wird. Sämtliche Scheider erzeugen Rost I, Zwischenprodukt und Unmagnetisches, das auch den paramagnetischen Eisenglanz enthält. Das letztere wird in Bunkern, die über den Setzmaschinen angeordnet sind, gebunkert. Die Zwischenprodukte werden einer Prallmühle zum Aufschluß auf unter 4 mm zugeleitet, das Prallgut gelangt mit Becherwerk zur Klassierung der Nachscheidung. Das dort anfallende Überkorn wird in den Arbeitsgang des Hauptsystems zurückgeführt, die Klassen 4 bis 2 und 2 bis 0 mm werden auf je einem Einfachtrommelscheider mit Variatorantrieb in Rost I und Unmagnetisches sortiert.

Die unmagnetischen Produkte werden auf Setzmaschinen weiterverarbeitet. Für die Klassen 35 bis 15, 15 bis 8 und 8 bis 4 mm stehen je eine Stauchsieb-Setzmaschine zur

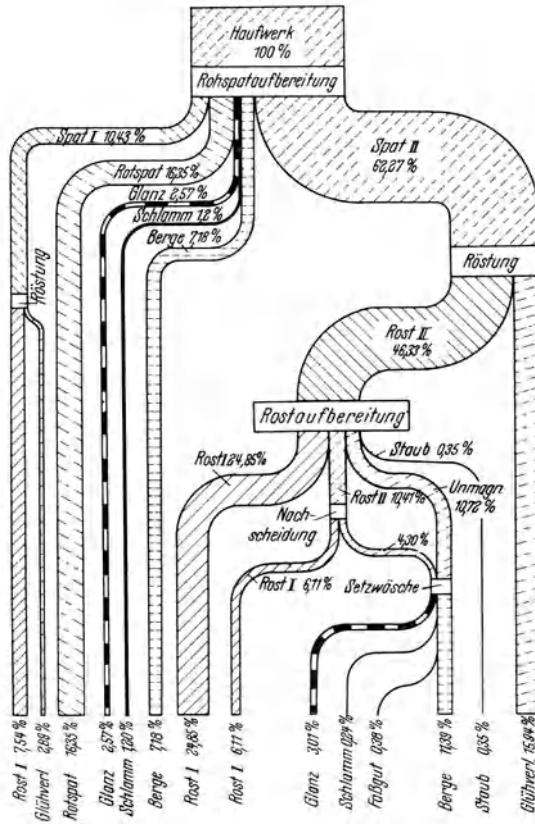


Abb. 22. Mengenstrombild der Aufbereitungsanlage Grube Neue Haardt.

Verfügung, die Eisenglanz und Berge erzeugen, für die Klassen — 4 mm je eine vier-siebige Bettsetzmaschine. Die Zwischenprodukte der Setzmaschinen werden im gleichen Aggregat repetiert.

Der an den Entstehungsstellen abgesaugte Roststaub wird in einer Zyklonenanlage mit 16 Zyklen und einer nachgeschalteten Naßreinigung niedergeschlagen. Die Trübe der Setzwäsche wird in Eindickern eingedickt, das eingedickte Gut in einem Vakuumzellenfilter entwässert.

Das *Aufbereitungsergebnis* soll auch hier an Hand von Mengenstrombildern und Metallbilanzen näher gekennzeichnet werden.

Zahlentafel 10. *Grube Neue Haardt.*  
Gesamtmetallbilanz.

Sorten	Klasse	Gew. % der		Fe		Mn		SiO <sub>2</sub>	
		Förde-rung	Stufe	%	Ein-heiten	%	Ein-heiten	%	Ein-heiten
Spat I . . . . .	135-95	8,49	8,49	36,08	306,32	7,26	61,64	3,80	32,26
" . . . . .	95-55	1,94	1,94	34,70	67,32	7,20	13,97	6,54	12,69
Sa. Spat I . . . . .	135-55	10,43	10,43	35,82	373,64	7,25	75,61	4,31	44,95
Spat II . . . . .	135-95	29,83	29,83						
" . . . . .	95-55	6,27	6,27						
" . . . . .	55-10	26,17	26,17						
Sa. Spat II . . . . .	135-10	62,27	62,27	30,04	1870,59	5,33	331,90	17,89	1114,01
Rotspat . . . . .	10-0	16,35	16,35	32,50	531,37	4,90	80,11	18,00	294,30
Glanz . . . . .	135-95	2,32	2,32						
" . . . . .	95-55	0,25	0,25						
Sa. Glanz . . . . .	135-55	2,57	2,57	57,60	148,03	1,50	3,85	8,10	20,82
Schlamm . . . . .		1,20	1,20	35,45	42,54	2,78	3,34	18,43	22,12
Berge . . . . .	135-95	5,58	5,58	9,39	52,40	1,90	10,60	63,90	356,56
" . . . . .	95-55	1,60	1,60	10,30	16,48	1,75	2,80	64,60	103,36
Sa. Berge . . . . .	135-55	7,18	7,18	9,59	68,88	1,87	13,40	64,06	459,92
Rohförderung . . . . .		100,00	100,00	30,35	3035,05	5,08	508,21	19,56	1956,12
Rost I . . . . .		7,54	72,29	49,55	373,64	10,03	75,61	6,19	46,66
Glühverlust . . . . .		2,89	27,71						
Spat I . . . . .		10,43	100,00	35,82	373,64	7,25	75,61	4,31	44,95
Rost II . . . . .		46,33	74,40	40,36	1870,59	7,17	331,90	24,04	1114,01
Glühverlust . . . . .		15,94	25,60						
Spat II . . . . .		62,27	100,00	30,04	1870,59	5,33	331,90	17,89	1114,01
Rost I. Hauptscheidung .	35-0	24,85	53,61	50,03	1243,25	10,13	251,73	7,04	174,94
Rost I. Nachscheidung .	4-0	6,11	13,20	48,26	294,87	8,91	54,44	8,99	54,93
Staub . . . . .		0,35	0,74	45,68	15,99	7,52	2,63	10,84	3,79
Feinglanz . . . . .	4-0	1,20	2,60	60,17	72,20	3,47	4,16	5,13	6,16
Sa. Rost I . . . . .	35-0	32,51	70,15	50,02	1626,31	9,63	312,96	7,38	239,82
Glanz . . . . .	35-4	1,81	3,90	64,72	117,14	0,88	1,59	3,57	6,46
Faßgut . . . . .		0,38	0,83	35,02	13,31	2,97	1,13	36,02	13,69
Schlamm . . . . .		0,24	0,53	34,81	8,35	4,38	1,05	23,24	5,58
Sa. Faßgut + Schlamm .		0,62	1,36	34,94	21,66	3,52	2,18	31,04	19,27
Berge . . . . .	35-0	11,39	24,59	9,21	104,90	1,37	15,60	74,45	847,99
Rost II . . . . .		46,33	100,00	40,36	1870,59	7,17	331,90	24,04	1114,01

Aus Abb. 22 und Zahlentafel 10 geht hervor, daß aus dem Haufwerk mit 30,35% Fe, 5,08% Mn, 19,56% SiO<sub>2</sub> erzeugt werden:

Spat I: 10,43% m. 35,82% Fe, 7,25% Mn, 4,31% SiO<sub>2</sub>

Spat II: 62,27% m. 30,04% Fe, 5,33% Mn, 17,89% SiO<sub>2</sub>

Glanz: 2,57% m. 57,60% Fe, 1,50% Mn, 8,10% SiO<sub>2</sub>

Rotspat: 16,35% m. 32,50% Fe, 4,90% Mn, 18,00% SiO<sub>2</sub>

Schlamm: 1,20% m. 35,45% Fe, 2,78% Mn, 18,43% SiO<sub>2</sub>

Berge: 7,18% m. 9,59% Fe, 1,87% Mn, 64,06% SiO<sub>2</sub>

Das *Metallausbringen* errechnet sich zu 97,67% — Das *SiO<sub>2</sub>-Fortschaffen* zu 23,50%.

Der Aufbereitungserfolg der Rohspataufbereitung ist also verhältnismäßig gering, da der hohe Anteil an Zwischengut und unaufbereitetem Feingut das SiO<sub>2</sub>-Fortbringen sehr beschränkt.

Die *Röstung* erzeugt aus den ihr zugeführten Rohspatmengen:

Rost I: 7,54% m. 49,55% Fe, 10,03% Mn, 6,19% SiO<sub>2</sub>  
 Rost II: 46,33% m. 40,36% Fe, 7,17% Mn, 24,04% SiO<sub>2</sub>

Das Rostausbringen beträgt:

bei der 1. Sorte: 72,29%  
 bei der 2. Sorte: 74,40%.

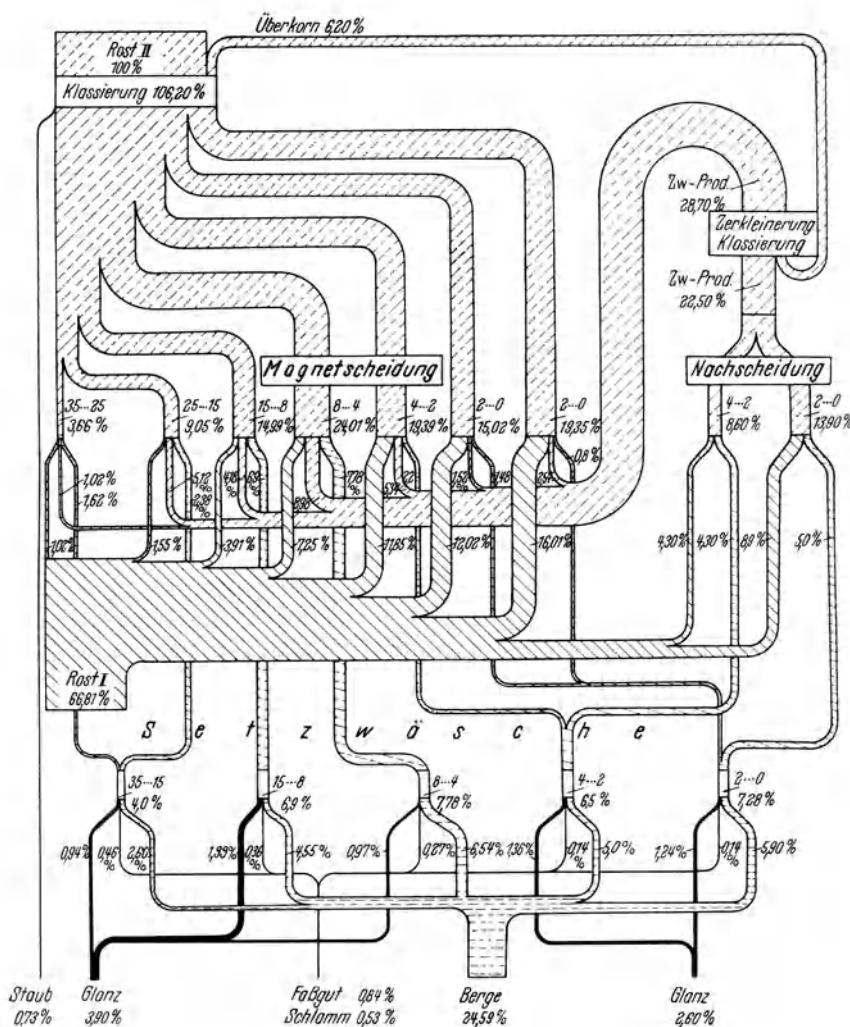


Abb. 23. Mengenstrombild der Rostaufbereitung Grube Neue Haardt.

Aus dem Rost II mit obiger Analyse werden laut Mengenstrombild Abb. 23 und Metallbilanz Zahlentafel 11 in der *Rostspataufbereitung* erzeugt:

In der *magnetischen Abteilung*:

Rost I: 66,81% m. 49,68% Fe, 9,89% Mn, 7,42% SiO<sub>2</sub>  
 Roststaub: 0,73% m. 45,68% Fe, 7,52% Mn, 10,84% SiO<sub>2</sub>  
 Unmagnetisches: 32,46% m. 26,71% Fe, 1,74% Mn, 51,24% SiO<sub>2</sub>

Zahlentafel 11. Rostaufbereitung Grube Neue Haardt. Metallbilanz der Magnetscheidung.

Sorte	Klasse	Gew. % der		Fe		Mn		SiO <sub>2</sub>	
		Sorte	Aufgabe	%	Einh.	%	Einh.	%	Einh.
Rost I . . . . .	35-25	1,53	1,02	46,73	47,66	7,39	7,54	14,54	14,83
" . . . . .	25-15	2,32	1,55	47,05	72,93	8,35	12,94	12,90	20,00
" . . . . .	15-8	5,85	3,91	48,10	188,07	9,40	36,75	9,50	37,14
" . . . . .	8-4	10,85	7,25	46,20	334,95	8,89	64,45	12,94	93,82
" . . . . .	4-2	17,75	11,85	51,27	607,55	10,72	127,03	5,54	65,65
" . . . . .	2-0	17,99	12,02	50,64	608,69	10,65	128,01	5,46	65,63
" . . . . . N	2-0	23,95	16,01	51,37	822,43	10,40	166,50	5,02	80,37
" . . . . . N	4-2	6,44	4,30	49,47	212,72	8,83	37,97	8,50	36,55
" . . . . .	2-0	13,32	8,90	47,68	424,35	8,96	79,74	9,22	82,06
Sa. Rost I . . . .		100,00	66,81	49,68	3319,35	9,89	660,93	7,42	496,05
Unmagn. Gut . . .	35-25	4,99	1,62	29,01	47,00	1,34	2,17	47,26	76,56
" . . . . .	25-15	7,33	2,38	26,05	62,00	1,12	2,67	54,16	128,90
" . . . . .	15-8	21,26	6,90	27,00	186,30	1,56	10,76	50,38	347,62
" . . . . .	8-4	23,97	7,78	22,15	172,33	0,86	6,69	59,36	461,82
" . . . . .	4-2	6,78	2,20	20,67	45,47	1,12	2,46	58,02	127,64
" . . . . .	2-0	4,56	1,48	18,56	27,47	0,83	1,23	59,50	88,06
" . . . . .	2-0	2,46	0,80	18,88	15,10	0,92	0,74	59,32	47,46
" . . . . .	4-2	13,25	4,30	29,01	124,74	2,72	11,70	42,80	184,04
" . . . . .	2-0	15,40	5,00	30,80	154,00	3,58	17,90	40,24	201,20
Sa. Unmagn. Gut .		100,00	32,46	26,71	834,41	1,74	56,32	51,24	1663,30
Mittelprodukt . . .	35-25	3,55	1,02	40,09	40,89	5,12	5,22	26,50	27,03
" . . . . .	25-15	17,84	5,12	40,82	209,00	5,69	29,13	23,46	120,12
" . . . . .	15-8	14,56	4,18	40,51	169,33	5,98	25,00	24,22	101,24
" . . . . .	8-4	31,29	8,98	35,44	318,25	5,02	45,08	31,64	284,13
" . . . . .	4-2	18,61	5,34	40,61	216,86	7,26	38,77	24,40	130,30
" . . . . .	2-0	5,30	1,52	32,07	48,75	3,93	5,97	36,12	54,90
" . . . . .	2-0	8,85	2,54	33,33	84,66	4,70	11,94	34,20	86,87
Sa. Mittelprodukte .		100,00	28,70	37,90	1087,74	5,61	161,11	28,03	804,59

Metallbilanz der Setzwäsche

Sorte	Klasse	Gew. % der		Fe		Mn		SiO <sub>2</sub>	
		Sorte	Aufgabe	%	Einh.	%	Einh.	%	Einh.
Glanz . . . . .	35-15	14,46	0,94	65,73	61,79	0,83	0,78	2,52	2,37
" . . . . .	15-8	30,62	1,99	64,36	128,08	0,86	1,71	3,44	6,85
" . . . . .	8-4	14,92	0,97	64,47	62,54	0,96	0,93	4,86	4,71
" . . . . .	4-2	20,92	1,36	60,27	81,97	3,23	4,39	5,12	6,96
" . . . . .	2-0	19,08	1,24	60,06	74,47	3,71	4,60	5,14	6,37
Sa. Glanz . . . .		100,00	6,50	62,90	408,85	1,91	12,41	4,19	27,26
Berge . . . . .	35-15	10,58	2,60	6,93	18,02	0,83	2,16	79,74	207,32
" . . . . .	15-8	18,51	4,55	7,38	33,58	1,12	5,10	78,42	356,81
" . . . . .	8-4	26,57	6,54	7,06	46,17	0,96	6,28	78,30	512,08
" . . . . .	4-2	20,34	5,00	11,44	57,20	1,72	8,60	69,52	347,60
" . . . . .	2-0	24,00	5,90	12,13	71,57	1,95	11,51	68,95	406,81
Sa. Berge . . . .		100,00	24,59	9,21	226,54	1,37	33,65	74,45	1830,62

Gesamtmetallbilanz.

	Gew. % der	Fe		Mn		SiO <sub>2</sub>	
		Aufg.	%	Einh.	%	Einh.	%
Rost I . . . . .	66,81	49,68	3319,35	9,89	660,93	7,42	496,05
Staub . . . . .	0,74	45,68	33,80	7,52	5,56	10,84	8,02
Feinglanz . . . . .	2,60	60,17	156,44	3,47	8,99	5,13	13,33
Sa. Rost I . . . . .	70,15	50,02	3509,59	9,63	675,48	7,38	517,40
Glanz . . . . .	3,90	64,72	252,41	0,88	3,42	3,57	13,93
Fußgut . . . . .	0,83	35,02	29,07	2,97	2,47	36,02	29,90
Schlamm . . . . .	0,53	34,81	18,45	4,38	2,32	23,24	12,32
Sa. Fußgut + Schlamm . .	1,36	34,94	47,52	3,52	4,79	31,04	42,22
Berge . . . . .	24,59	9,21	226,54	1,37	33,65	74,45	1830,62
Aufgabe . . . . .	100,00	40,36	4036,06	7,17	717,34	24,04	2404,17

Der Fe-Gehalt des Unmagnetischen setzt sich bei einem Fe-Mn-Verhältnis des reinen Rostes von 4,8 zusammen aus 18,36% Fe aus dem Eisenoxyd und 8,35% Fe aus dem Karbonat.

Der Mn-Faktor des Rostes I mit rd. 5 läßt erkennen, daß der Eisenglanz zum weitaus größten Teil in das unmagnetische Produkt gelangt ist.

In der nachfolgenden Setzwäsche werden nachstehende Produkte erzeugt:

Eisenglanz:	6,50%	m.	62,90%	Fe,	1,91%	Mn,	4,19%	SiO <sub>2</sub>
Fußgut:	0,83%	m.	35,02%	Fe,	2,97%	Mn,	36,02%	SiO <sub>2</sub>
Schlamm:	0,53%	m.	34,81%	Fe,	4,38%	Mn,	23,24%	SiO <sub>2</sub>
Berge:	24,59%	m.	9,21%	Fe,	1,37%	Mn,	74,45%	SiO <sub>2</sub>

Die Gewinnung des Eisenglanzes aus dem unmagnetischen Gut der Magnetscheidung ist also weitgehend gelungen.

Die Gesamtbilanz der Rostspataufbereitung zeigt, daß aus dem Rost II erzeugt werden:

Rost I:	70,15%	m.	50,02%	Fe,	9,63%	Mn,	7,38%	SiO <sub>2</sub>
Glanz:	3,90%	m.	64,72%	Fe,	0,88%	Mn,	3,57%	SiO <sub>2</sub>
Fußgut/Schlamm:	1,36%	m.	34,94%	Fe,	3,52%	Mn,	31,04%	SiO <sub>2</sub>
Berge:	24,59%	m.	9,21%	Fe,	1,37%	Mn,	74,45%	SiO <sub>2</sub>

Das Metallausbringen beträgt: 94,50%

Das SiO<sub>2</sub>-Fortbringen 76,14%.

Das Gesamtergebnis der Verarbeitung ergibt:

Stückrost:	7,54%	m.	49,55%	Fe,	10,03%	Mn,	6,19%	SiO <sub>2</sub>
Feinrost:	32,51%	m.	50,02%	Fe,	9,63%	Mn,	7,38%	SiO <sub>2</sub>
Stückglanz:	2,57%	m.	57,60%	Fe,	1,50%	Mn,	8,10%	SiO <sub>2</sub>
Feinglanz:	1,81%	m.	64,72%	Fe,	0,88%	Mn,	3,57%	SiO <sub>2</sub>
Rotspat:	16,35%	m.	32,50%	Fe,	4,90%	Mn,	18,00%	SiO <sub>2</sub>
Rostschlamm:	0,62%	m.	34,94%	Fe,	3,52%	Mn,	31,02%	SiO <sub>2</sub>
Rohschlamm:	1,20%	m.	35,45%	Fe,	2,78%	Mn,	18,43%	SiO <sub>2</sub>
Rohberge:	7,18%	m.	9,59%	Fe,	1,87%	Mn,	64,06%	SiO <sub>2</sub>
Rostberge:	11,39%	m.	9,21%	Fe,	1,37%	Mn,	74,45%	SiO <sub>2</sub>

In Zahlentafel 12 ist das Betriebsergebnis eines Halbjahres auf Grund der Hütten gewichte und Analysen und der laufenden Bergbetriebsproben aufgezeigt.

Danach beträgt:

Das Metallausbringen:	94,55%	Das Verhältnis $\frac{Fe + Mn}{SiO_2}$ :	
SiO <sub>2</sub> -Fortbringen:	65,00%	im Haufwerk	1,90
Das Anreicherungsverhältnis:	1,48	im Produkt:	5,14

Die SiO<sub>2</sub>-Verarmung: 8,53

Zahlentafel 12. Metallbilanz. Grube: Neue Hardt. Monat: Ø Sept. 53 bis Febr. 54.

Sorten	Gewicht t			Gew. % v. d.		Umgerechnet auf Rost I			Gehalte %			Einheiten t			Kennzahlen		
	naß	H <sub>2</sub> O	trocken	Fdg.	Prod.	Fakt.	Gew. %	Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	Erzeugtes Metall t	Eisen Mangan ges.	Anreicherungsverhältnis	
Rost I . .	1188,5	5,02	1128,84	11,6	18,1	1,00	11,6	49,79	9,88	8,06	562	111,5	91		2853		
Feinrost . .	2710,0	4,69	2582,90	26,5	41,4	1,00	26,5	50,76	9,98	6,16	1311	257,8	159		472,4		
Rotspat . .	1878,1	4,62	1791,33	18,4	28,7	0,75	13,8	32,55	4,89	18,09	583	87,6	324		3325,4		
Stückglanz .	297,8		297,80	2,9	4,5	1,00	2,9	57,42	1,48	8,06	171	4,4	24				
Feinglanz .	281,0		281,00	2,8	4,3	1,00	2,8	59,79	1,60	6,76	168	4,5	19				
Rohschlamm	123,3	18,00	101,11	1,2	1,9	0,50	0,6	35,45	2,78	18,43	35	2,8	19				
Spat II . .	75,0	1,00	74,25	0,7	1,1	0,50	0,4	30,50	5,15	16,89	23	3,8	13				
Sa. Produkte	6553,7		6257,23	64,1	100,0		58,6	45,61	7,55	10,35	2853	472,4	649				
Leseberge 1	554,0		554,00	5,4	30,4			9,39	1,88	63,90	52	10,4	354				
Leseberge 2	145,5		145,50	1,4	8,0			10,31	1,79	64,60	15	2,6	94				
Setzberge 1	82,0		82,00	0,8	4,5			9,76	1,83	64,63	8	1,5	53				
Rostberge .	1042,5	6,00	979,95	10,2	57,1			8,88	1,55	71,84	87	15,2	704				
Abgänge . .	1824,0		1761,45	17,8	100,0			9,20	1,69	68,41	162	29,7	1205				
Aufgabe	10218	4,00	9809,28	100,0				30,74	5,12	18,88	3015	502,1	1854	SiO <sub>2</sub> -Fortbringen %	65,00		

An weiteren *Betriebsdaten* sind zu vermerken:

*Durchsatzleistung:*

Rohspataufbereitung: 80 t Haufwerk/Std.  
Röstung: 150—180 t Rohspat/Ofen  
u. Tag  
Rostspataufbereitung: 30—32 t Rost II/Std.

*Kraftverbrauch:*

Rohspataufbereitung: 0,9 kWh/t Durchsatz  
Röstung: 4,1 „ „ „  
Rostspataufbereitung: 5,7 „ „ „

Aus Abb. 15 ist wieder zu ersehen:

*Schichtenanteil in %*

Rohspataufbereitung: 32  
Röstung: 24  
Rostspataufbereitung: 19  
Förderung über Tage: 8  
Sonstige Arbeiten: 17

*Schichtenaufwand je 100 t Förderung bzw. Durchsatz:*

Rohspataufbereitung: 5,4  
Röstung: 4,9  
Rostspataufbereitung: 5,5  
Förderung über Tage: 1,1  
SonstigeArbeiten: 2,7

*Betriebskosten in % der Verarbeitungskosten:*

Rohspataufbereitung: 29  
Röstung: 41  
Röstaufbereitung: 30

*Betriebskosten absolut:* DM/t  
Durchsatz  
Rohspataufbereitung: 1,50—1,70  
Röstung: 2,75—3,00  
Rostspataufbereitung: 2,50—3,00

In der Höhe der Betriebskosten der Röstung drückt sich die unorganische Anordnung der Röstanlage in der Gesamtanlage aus, die infolge des Vor- und Rücktransports höhere Arbeitskosten erfordert. Die höheren Aufbereitungskosten der Rostspataufbereitung sind durch die Zweiteilung in Magnet- und Schwerkraftaufbereitung bedingt.

Zahlentafel 13. Kostenartenanteil in % der Betriebskosten.

Kostenstellen	Kostenarten	I %	II %	III %
<i>Rohspataufber.</i>	Arbeitskosten	38,8	56,0	51,3
	Energiekosten	17,1	12,0	5,1
	Mat. u. Leistg.	39,2	25,0	34,6
	Ant. Tagesbetr.	4,9	7,0	9,0
<i>Röstung</i>	Arbeitskosten	25,2	38,5	39,3
	Brennstoffkost.	8,0	28,9	24,5
	Energiekosten	28,0	12,3	13,4
	Mat. u. Leistung	32,6	15,5	15,9
	Ant. Tagesbetr.	6,2	4,8	6,9
<i>Rostspataufber.</i>	Arbeitskosten	40,0	35,5	28,9
	Energiekosten	20,0	24,5	28,2
	Mat. u. Leistung	35,1	35,5	38,0
	Ant. Tagesbetr.	4,9	4,5	4,9

Zahlentafel 14. Verschleißzahlen von Zerkleinerungssatzteilen.

Maschinenart	Zu verarbeiten- des Gut	Maschinen- teil	Bruttover- schleiß g/t Durchs.
Backenbrecher 800/500 . .	Rohspat	Brechbacke	11,8
Backenbrecher 400/250 . .	„	„	8,3
Schlagbrecher . . . . .	Rostspat	„	19,1
Kreiselbrecher . . . . .	Rohspat	Brechkegel Brechmantel	18,0
Walzenmühle 1000/380 . .	„	Ringe	21
Walzenmühle 700/360 . .	Rostspat	„	27,8
Walzenmühle 500/280 . .	„	„	18,5
Prallmühle SAPl, . . . . .	„	Schlagleisten	18,9 MnSt
Grob . . . . .	„	„	148,3 St
Fein . . . . .	„	„	72,1 MnSt
Siebkugelmühle . . . . .	„	Mahlkörper	97 St

Das dem Aufbereiter bei der Verarbeitung des schwierigen Neuen Haardter Haufwerks gestellte Problem kann im großen und ganzen als gelöst angesehen werden, soweit es die Aussortierung des Eisenglanzes betrifft. Die Aufbereitung des Rotspates, also des Feinspates unter 8 mm, der infolge seiner ungünstigen Kornauflistung nicht naß behandelt werden kann, ist technisch durchaus möglich, erfordert aber hohe Kapitalinvestitionen. Durch möglichst weitgehende Herabsetzung der unteren Röstgrenze soll versucht werden, wenigstens noch einen größeren Teil zu rösten und in der Rostspataufbereitung zu verarbeiten.

Nachdem im vorigen drei für das Siegerländer Aufbereitungswesen typische Anlagen näher gekennzeichnet wurden, sollen im folgenden noch einige Angaben über die Verteilung der Betriebskosten auf die einzelnen Kostenarten gegeben werden.

Zahlentafel 13 zeigt eine Gegenüberstellung der drei geschilderten Anlagen.

Einige Angaben über den Verschleiß in Zerkleinerungs-Maschinen mögen die Einzelbe trachtungen der drei Anlagen abschließen (Zahlentafel 14).

Damit seien die Ausführungen über die Aufbereitung des Siegerländer Spateisensteins im engeren Sinne abgeschlossen. Sie zeigen, daß auch bei der Aufbereitung des Spateisensteins mancherlei Probleme auftreten, die denen bei der Aufbereitung anderer Mineralien in keiner Weise nachstehen. Erschwerend kommt für den Spateisenstein-Aufbereiter hinzu, daß es sich um ein Erz geringeren Wertes handelt, das keinen allzu großen Spielraum für Investitionen läßt. Die durch die bergmännischen Schwierigkeiten hervor gerufene starke Belastung des Roherzes schränkt die dem Aufbereiter zur Verfügung stehende Erlösspanne außerdem sehr stark ein, so daß nur mit äußerster Vorsicht an Betriebserweiterungen und -verbesserungen herangegangen werden kann. In Anbetracht dieser Tatsache muß anerkannt werden, daß der Siegerländer Bergmann keine Mühe und Kosten gescheut hat, die Veredelung seines Fördererzes auf eine anerkennenswerte Stufe zu bringen.

#### f) Die Aufbereitung der beibrechenden Mineralien.

Von den beibrechenden Mineralien kommt nur noch dem Kupferkies eine gewisse Bedeutung zu, die weniger in der Gewinnung von Kupfererzen oder Konzentraten als vielmehr in der Notwendigkeit liegt, den Spateisenstein so weit zu entkupfern, daß er die von den Hütten an die Cu-Armut der Erze gestellten Anforderungen erfüllt. Die Maßnahmen hierzu beschränken sich bislang nur auf das Ausklauben von Cu-haltigen Spat produkten bei der Lesearbeit, die dann mit Cu-Gehalten von 2 bis 5% anfallen. Im Jahre 1953 wurden 2200 t derartiger Kupferspäte auf den Siegerländer Gruben erzeugt. Infolge der außerordentlichen Bemühungen um die Senkung des Cu-Gehaltes der Hütten erze muß in Zukunft mit einer nicht unwesentlichen Erhöhung gerechnet werden.

Bleiglanz und Zinkblende treten in den Siegerländer Gängen nur noch selten auf, ihr Vorkommen ist praktisch auf eine Grube beschränkt, die im Jahre 1953 563 t höherhaltige Blei-Zinkerze lieferte.

Das spezifische Aufbereitungsverfahren für diese Erze ist naturgemäß die Flotation. Daher wurde im Jahre 1925 die erste Flotationsanlage im Siegerlande erstellt, die die auf Grube „Große Burg“ in größerer Menge anfallenden Blei-Zink- und Kupfererze sowie die im sonstigen Siegerland erzeugten Erze verarbeiten sollte. Im Jahre 1935 wurde die Flotationsgesellschaft mbH. Siegen gegründet, die als Tochtergesellschaft des Siegerländer Eisensteinvereins nunmehr in zwei Pachtanlagen die Flotation aller Siegerländer Frisch erze und der umfangreichen Haldenvorkommen übernahm. Seit Bestehen dieser Gesellschaft wurden 760 000 t Rohhaufwerk und Haldenerze durchgesetzt und damit der weitaus größte Teil der im engeren und weiteren Siegerland lagernden Halden- und Schlammvor kommen nutzbar gemacht. Dabei wurden 12 309 t Zink, 3902 t Blei und 4643 t Kupfer gewonnen.

Zur Zeit steht noch die Flotation „Viktoria“ bei Littfeld, Kreis Siegen, in Betrieb (Abb. 24), in der die auf den Gruben anfallenden Kupferspäte periodisch verarbeitet werden.

Das mit Lkw angefahrene Erz wird in einen Aufgabebunker abgekippt, aus diesem mittels Aufgabeschuh einem Backenbrecher mit 500/300 Maulweite zur Zerkleinerung auf

etwa 50 mm Korngröße aufgegeben. Das Brechgut wird mit Becherwerk einem Vibrator zugehoben und auf diesem in Korn + 25 und — 25 klassiert. Das Überkorn wird in einem Einschwingenbrecher auf — 25 mm zerkleinert und mit dem Unterkorn einer Kugelmühle mit 1550 mm Durchmesser und 3000 mm Länge zur Vermahlung auf 100 % — 0,2 mm und 50 % — 0,06 mm aufgegeben, die im Kreislauf mit einem Rechenklassierer von 900 mm Arbeitsbreite arbeitet. Der Klassiererüberlauf wird mit Kreiselpumpen einem Verteiler zugepumpt, der die Trübe auf zwei parallel arbeitende 18 zellige Ekof-Apparate mit 0,4 cbm Zelleninhalt verteilt. Das Vorkonzentrat wird in einem vierzelligen Wedag-Agitationsapparat mit 0,5 cbm Zelleninhalt nachgereinigt. Das Reinigerkonzentrat wird in einem Vakuumzellenfilter entwässert. Die Abgänge der Vorschäumer werden mit Kreiselpumpe einer Verdichtungsspitze zugepumpt, deren Austrag auf einem Vakuumzellenfilter getrocknet wird und deren Überlauf einem Niederschlagteich zugehoben wird.

Das *Aufbereitungsergebnis* einer Flotationsperiode zeigt Zahlentafel 15:

Zahlentafel 15. Ergebnis der Cu-Flotation von Cu-haltigem Spat.

Sorten	Gew. %	Gehalte %			Cu-Ausbr. %
		Cu	Fe	Rckstd.	
Cu-Konzentrat . . .	9,27	23,60			2,66
Filterspat . . .	56,72	0,045	32,24		
Teichspat . . .	34,01	0,035	32,42		
Aufgabe . . .	100,0	2,22			100,00

Der *Schwimmittelverbrauch* beträgt:

Flotol A . . . . .	150 g/t Durchsatz
K-Aethylxanthat . .	250 "
Na-Wasserglas . . .	800 "

Die Leistung der Anlage liegt bei 4 t/std.

Die Leistung je Mann und Schicht beträgt 3,5 t Roherz. Auf die getrennte Gewinnung des in den Cu-haltigen Späten fast immer vorkommenden Pyrits wird bewußt verzichtet, da eine selektive Flotation unwirtschaftlich sein würde. Aus dem gleichen Grunde wird auch auf die weitere Anreicherung des in den Abgängen enthaltenen Feinspates verzichtet.

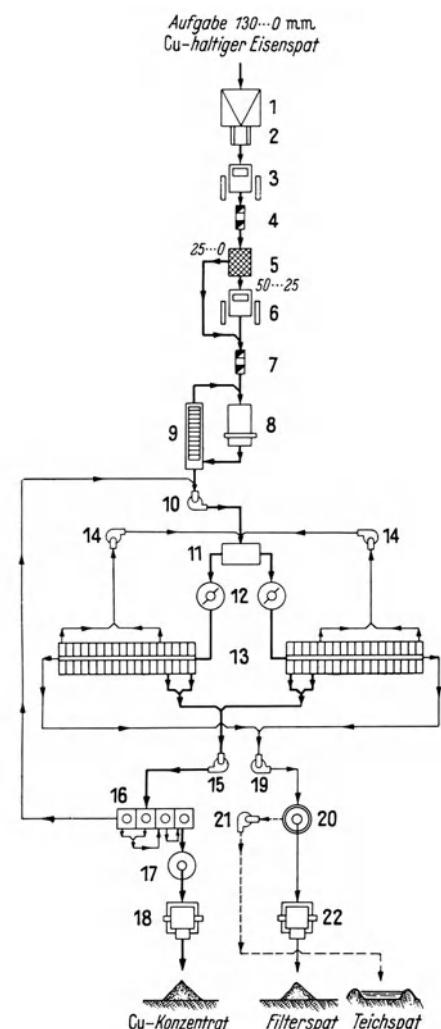


Abb. 24. Stammbaum der Flotationsanlage Viktoria (Durchsatz 4 t/h).

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1 Aufgabebunker                     | 12 Röhrtanks   |
| 2 Aufgabeschuh,<br>500 × 2000       | 13 2 Ekof - Flotations-<br>apparate je 18 Zellen<br>zu 0,4 m <sup>3</sup>              |
| 3 Backenbrecher,<br>500 × 3000      | 14 2 Kreiselpumpen   |
| 4 Becherwerk                        | 15 Kreiselpumpe  |
| 5 Vibrator, 1000 × 2000             | 16 W E D A G - Doppel-<br>kreiselflotationsappa-<br>rat 4 Zellen zu 0,5 m <sup>3</sup> |
| 6 Einschwingenbrecher,<br>300 × 150 | 17 Eindickspitze   |
| 7 Becherwerk                        | 18 Filter, 2,5 m <sup>2</sup> Filterfl.  |
| 8 Kugelmühle,<br>1550/300           | 19 Kreiselpumpe  |
| 9 Rechenklassierer                  | 20 Eindickspitze   |
| 10 Kreiselpumpe                     | 21 Kreiselpumpe  |
| 11 Verteilerkasten                  | 22 Filter, 4 m <sup>2</sup> Filterfl.  |

Die immer mehr in den Vordergrund tretende Frage der befriedigenden Entkupferung des Spateisensteins wird notgedrungen zu einer immer schärfer werdenden Auslese von Cu-haltigen Spatpartien führen müssen. Voraussichtlich wird sie auch auf das Gruben-

klein ausgedehnt werden müssen, so daß der Flotation in Zukunft sehr wohl eine weit stärkere Bedeutung als bislang zukommen könnte.

### **g) Aufbereitungsprobleme und Versuche zu ihrer Lösung.**

Eines der vordringlichsten Probleme ist nach vorhergehendem die **Entkupferung des Spateisensteins**.

Es ist bekannt, daß der Kupfergehalt des Stahles von einer bestimmten Höhe an (etwa 0,15%) zu einer Qualitätsverschlechterung insofern führt, als seine spanlose Verformbarkeit und Schweißbarkeit beeinträchtigt wird.

Die Bestrebungen, den Cu-Gehalt der Hüttenereze nach Möglichkeit zu erniedrigen, sind seit Jahrzehnten vorhanden. Mit den bekannten Schwankungen in der Absatzlage waren auch sie mehr oder weniger stark ausgeprägt, so daß Zeiten verschärfster Anstrengungen mit solchen weniger großer Bemühungen abwechselten. Es hat jedoch den Anschein, als ob die heute an die Stahlqualitäten gestellten Anforderungen auch in Zukunft bestehenbleiben werden, so daß sich das Siegerland endgültig auf diese Tatsache einzustellen hat.

Das Problem ist außerordentlich schwierig, wenn man bedenkt, daß der Cu-Gehalt an sich doch mit 0,1 bis 0,3% Cu im Haufwerk sehr niedrig ist. Es erscheint von vornherein ausgeschlossen, schon im Haufwerk zu einer Extraktion des Cu schreiten zu wollen, denn das hieße, daß rd. 1,4 Millionen Tonnen dieser Maßnahme, die voraussichtlich eine weitergehende Zerkleinerung voraussetzt, unterworfen werden müßten.

Auch die Extraktion aus der ganzen Menge der Hüttenereze dürfte aus gleichem Grunde unmöglich sein. Es erscheint vielmehr richtig, aus dem Rohhaufwerk die stärker Cu-verseuchten Partien auszusortieren, und erst diese einer weiteren Verarbeitung zu unterwerfen. Man wird also, wie bisher, der Klaubarbeit ein erhöhtes Interesse zukommen lassen müssen und alle Cu-haltigen Partien auslesen. Dabei wird man auf einen höheren Cu-Gehalt dieser Partien keinen Wert legen dürfen, vielmehr auch wenigerhaltige, vor allem feinst verwachsene Produkte aushalten müssen. Man wird weiter auch die in gewissem Maße schon angereicherten Setzkonzentrate zur Weiterverarbeitung heranziehen müssen.

Das einzige im praktischen Dauerbetrieb erprobte Verfahren der Entkupferung ist das *Flotationsverfahren*. Von seiner Wirksamkeit wurde bereits berichtet. Mit ihm gelingt ohne weiteres die Herstellung von Spatsorten mit Cu-Gehalten unter 0,1%. Die Ausdehnung der Flotation auf die Setzkonzentrate würde zweifellos zu einer weitergehenden Entkupferung führen. Eine Schwierigkeit bietet allerdings die Verwertung der im größeren Umfange anfallenden Feinspäte, die nach irgendeinem Verfahren stückig gemacht werden müssen. Über die Wirtschaftlichkeit des Flotationsverfahrens kann noch kein abschließendes Urteil gefällt werden; fest steht, daß jedes Verfahren der Entkupferung zusätzliche Kosten bringen wird, deren Besteitung den Siegerländer Gruben allein kaum zugemutet werden kann.

Ein weiteres in Labor- und Kleinbetriebsversuchen erprobtes Verfahren ist die *Röstung in neutraler Atmosphäre* bei Temperaturen, die noch nicht zur Zersetzung der Kupfersulfide führen. Versuche mit dem KWI-Verfahren haben gezeigt, daß bei der reduzierenden Röstung von Grubenklein Cu-reicherer Haufwerkssorten und anschließender Magnetscheidung des Röstgutes, eine Cu-Anreicherung in den Bergen bei Erniedrigung des Cu-Gehaltes des Magnetkonzentrates erreicht wird, wenn ein genügender Aufschluß erfolgt ist.

Chemische Verfahren, wie chlorierende Röstung und Laugung, sind in Kleinversuchen erprobt.

Die Versuche zur Entkupferung werden in Zukunft stark forciert werden müssen. Daher wird an der Lösung des Problems an verschiedenen Stellen gearbeitet.

**Feinkornaufbereitung.** Bei der Rohspataufbereitung fallen je nach ihrer Ausdehnung

bis zu 2 Gew.-% des Haufwerks an Schlämmen (Feinstkorn) an, die mit ihrer Kornfeinheit von 80 bis 90% — 0,06 mm nur schwierig aufzubereiten sind. Ihre Gehalte von 20 bis 26% Fe, 4 bis 5% Mn, 20 bis 25% SiO<sub>2</sub> und ihre Kornfeinheit lassen einen Absatz nur in Zeiten bester Konjunktur zu. Meist müssen sie auf Halde genommen werden und haben sich in den letzten Jahrzehnten zu mehreren 100 000 t angehäuft. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, diese Schlämme anzureichern und absatzfähig zu machen. Das für diese feinen Abgänge eigentlich prädestinierte Verfahren der *Flotation* konnte noch keinen Eingang in die Praxis finden, da Großversuche mit Ölsäureprodukten als Sammler keinen Erfolg hatten und Versuche mit kationaktiven Sammlern noch nicht abgeschlossen worden sind.

Versuche mit der *Starkmagnetscheidung* nach Trocknung verliefen einigermaßen zufriedenstellend, das Verfahren wird aber durch die Vortrocknung unwirtschaftlich.

*Schwachmagnetscheidung* nach Röstung wurde ebenfalls mit leidlich befriedigenden Anreicherungsergebnissen erprobt. Die Röstung der feinen Schlämme stößt jedoch auf Schwierigkeiten, die vielleicht erst durch das Schweberöstverfahren, das z. Z. ebenfalls erprobt wird, behoben werden können.

Praktische Erfolge hat bislang nur die Verarbeitung der Schlämme auf *Rundherden* gebracht, wie sie in der Rohspat-aufbereitung der Grube Eisernhardter Tiefbau seit drei Jahren betrieben wird. Den Verfahrensgang dieser Anlage zeigt Abb. 25.

Die in zwei Spitzen von je zehn Zellen niedergeschlagenen Schlämme werden mit einem Feststoffverhältnis von 50 g/l mit einer Panzerpumpe einem Rundverdichter zugepumpt, dessen Austrag mit einer zweiten Panzerpumpe mit 2 atü einem 350er Eindickzyklon zugeführt wird. Der Zyklonüberlauf fließt in Niederschlagteiche ab, der Austrag geht über eine Eindickspitze, die das für die Rundherdarbeit erforderliche Eindickverhältnis von 200 g Feststoff im Liter herstellt, auf einen Rundherd mit rotierender Herdplatte. Auf ihm erfolgt in einer eigens für Spatschlämme entwickelten Trübe- und Läuterwasserführung die Sortierung in Herdspat, Zwischenprodukt und Herdbege. Das Zwischenprodukt geht in den Arbeitsgang zurück, das Herdkonzentrat wird in Niederschlagbecken niedergeschlagen, die Herdbege zusammen mit dem Zyklonüberlauf in Niederschlagteichen zum Absatz gebracht.

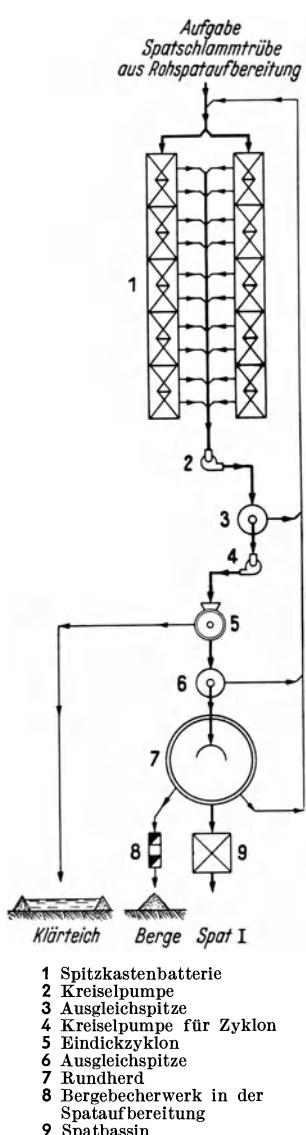
Die Anreicherungsergebnisse zeigt Zahlentafel 16.

Die Leistung des Herdes liegt bei 0,6 bis 0,7 t/std. Der Frischwasserverbrauch beträgt rd. 250 l/min.

Trotz der guten Anreicherungsergebnisse konnten weitere Anlagen dieser Art bislang nicht erstellt werden, da die Unterbringung der feinen Zyklonüberläufe fast überall auf große Schwierigkeiten stößt. Ihre Niederschlagung erfordert größere Teiche, die bei der räumlichen Beengtheit der Gruben meist nur schwer zu schaffen sind. Die Filterung dieser in fast kolloidaler Feinheit anfallenden Schlämme ist selbst bei Mitfilterung der griffigeren Herdbege noch schwierig und bedarf großer Filterflächen und damit hohes Anlagekapital.

Abb. 25.  
Stammbaum der Rundherdwäsche Eisernhardter Tiefbau.

**Die Stückigmachung des Feinspates und Feinrostes.** Mit zunehmender Teufe wird der Verwachsungsgrad der Gangausfüllung fast durchweg größer. Das Bestreben, die Abbauverluste auf ein niedrigstes Maß herabzusetzen, führt zur Hereingewinnung auch armer,



stärker verwachsener Gangpartien. Beide Faktoren führen zu einer Zunahme der Verwachsungen im Haufwerk und einer Ausweitung der Zerkleinerungsarbeit, die Feingut schafft.

Die Aufnahmefähigkeit der Sinteranlagen der Hütten ist durch Verarbeitung großer Mengen fremder Feinerze zeitweise so eingeschränkt, daß die Abnahme größerer Feinspatmengen nicht immer gewährleistet ist.

Bereits in den Vorkriegsjahren stand eine Brikettierungsanlage auf Aufbereitung „Alte Hütte“ in Betrieb, in der Feinspat mit Sulfitablauge zu Eierbriketts gepreßt wurde, die dann in der Röstung eingesetzt wurden.

Versuche mit der Brikettierung sowohl von Feinspat als auch von Feinrost wurden in den letzten Jahren verschiedentlich wieder aufgenommen.

Zahlentafel 16. Anreicherungsergebnis der Zyklon- und Herdarbeit.

Sorten	Gew.%	Gehalte %			Fe-Ausbr. %
		Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	
a) Zyklonarbeit					
Austrag . . . .	85	22,38	3,99	37,11	88,80
Überlauf . . . .	15	16,20	2,73	51,46	11,20
Aufgabe . . . .	100	21,45	3,80	38,60	100,00
b) Herdarbeit					
Spatkonz. . . .	52,2	34,94	6,34	5,04	81,70
Berge . . . .	47,80	8,65	1,43	72,14	18,30
Aufgabe . . . .	100,00	22,38	3,99	37,11	100,00

Die Versuchsergebnisse einer Reihe von Großversuchen, die auf Stempelpressen unter Zusatz von Sulfitablauge, Kalkmilch und für Feinspat auch Wasserglas vorgenommen wurden, ergaben:

Die mechanische Beschaffenheit der Briketts ist hinsichtlich ihrer Verlade- und Transportmöglichkeit nicht wesentlich schlechter als die von Sinter, steht aber hinter ihr zurück hinsichtlich der Standfestigkeit im Hochofen. Metallurgisch bietet das Brikett gegenüber dem Sinter keinerlei Vorteile, sondern steht ihm in der Reduktionsfähigkeit nicht unerheblich nach. Da die Brikettierungskosten nicht wesentlich unter den Sinterkosten liegen, ist der Einführung der Brikettierung von Feinrost kaum das Wort zu reden.

Die Brikettierung des Feinspates kann jedoch zu einer gewissen Bedeutung gelangen, wenn die im vorigen gestreifte Entkupferung größere Feinspatmengen schafft. In diesem Falle schließt sich an die Brikettierung eine Röstung der Briketts im Schachtofen an, wobei die Reduktionsfähigkeit wesentlich verbessert wird.

Es wurden auch mit der *Pelletisierung* von Feinspat und Feinrost Versuche vorgenommen, die aber noch nicht zu einem abschließenden Ergebnis geführt haben.

**Das Schwimm- und Sinkverfahren.** Die ständig steigenden, lagerstättenmäßig bedingten Schwierigkeiten machen den Siegerländer Eisenerzbergbau zu einem wirtschaftlichen Problem, das nur durch Leistungssteigerung und Betriebskostenverbilligung in allen seinen Sparten gelöst werden kann. So darf eine bergtechnisch und lagerstättenmäßig mögliche Mechanisierung der Abbauverfahren nicht an der sogenannten Reinheit der Fördererze scheitern. Die Verschlechterung des Haufwerkes muß, soweit möglich, durch Mehrförderung ausgeglichen und die Aufbereitung durch Einführung leistungsfähiger Verfahren darauf eingestellt werden. Insbesondere gilt das von der lohnintensiven Klaubarbeit, die in den Rohspataufbereitungen mehr als 50% der Schichten und des Lohnes erfordert. Soweit die Verwachsungsverhältnisse sehr ungünstig sind, ist mit dem Verfahren der Haufwerksröstung und anschließenden elektromagnetischen Aufbereitung dieser Forderung schon Rechnung getragen worden. Wo aber die Haufwerksverhältnisse

so liegen, daß sich der Einsatz einer Rohspataufbereitung noch lohnt, war die Einsatzmöglichkeit der Schwimm- und Sinkarbeit zu prüfen. Nachdem in zahlreichen Kleinversuchen diese Möglichkeit als durchaus gegeben zu sein schien, wurde im letzten Jahre auf der Aufbereitung „Alte Hütte“ eine Betriebsversuchsanlage für 25 t Stundenleistung errichtet, in der zahlreiche Versuche mit allen Erzsorten durchgeführt wurden.

Die Schwimm- und Sinkaufbereitung hat bei der Aufbereitung des Spateisensteins andere Aufgaben als bei der NE-Metallerzaufbereitung zu erfüllen. Sie hat nicht nur

Berge abzustoßen, sondern muß auch eine Sortierung von Spat und Zwischenprodukten vornehmen.

Da beide Trennungen bei verschiedenen Trübewichten vorgenommen werden müssen, muß die Anlage in zwei Stufen arbeiten, derart, daß in Stufe 1 bei Wichte 3,4 bis 3,5 der Reinspat ausgeschieden werden muß, in der zweiten Stufe bei Wichte 2,85 bis 2,9 die Trennung von Zwischenprodukt und Bergen zu erfolgen hat. Die Beherrschung der Trübeverhältnisse bei so hohen Wichten bedurfte eines eingehenden Studiums und konnte erst nach vielen Schwierigkeiten gemeistert werden.

Das Verfahren ist nunmehr auch für die Verarbeitung des Spateisensteins in zwei Wichtestufen zur Betriebsreife entwickelt worden. Als Beschwerungsstoff wird Ferrosilizium mit 15% Si und einem gewissen Kupferzusatz verwandt. Es ist verdüst und fällt mit einer Kornauflösung von 56% — 0,075 mm, bei 6% — 0,02 mm an.

Die Versuchsanlage arbeitet nach dem Verfahrenstammbaum Abb. 26.

Als Scheidegefäß dient das von der Westfalia-Dinnendahl-Gröppel AG. konstruierte Heberad mit 3,5 m Durchmesser, das mit 0,25 m/sec Umfangsgeschwindigkeit in einem Flachtrögläuft.

Aus einem Vorratsbunker wird das Aufgabegut einem Vorbrausesieb mit einer Bespannung von 6 mm aufgegeben und auf diesem gründlich geläutert. Es gelangt über eine Rutsche in das Scheidegefäß, in dem in der jeweilig erforderlichen Trübewichte die Trennung vorgenommen wird. Das Sinkgut wird in den Bechern des Heberades aus dem Bad heraus- und einem Teil des Entbrühungssiebes zugeführt. Das Schwimmgut tritt über den Rand des Scheidegefäßes hinweg und gelangt mit natürlichem Gefälle auf die andere Seite des Entbrühungssiebes. Auf seinem vorderen Teil wird dem Gut die Schwertrübe nach Möglichkeit entzogen, auf dem hinteren Teil des Siebes wird es scharf abgebraust, um das Haftgut möglichst zu entfernen.

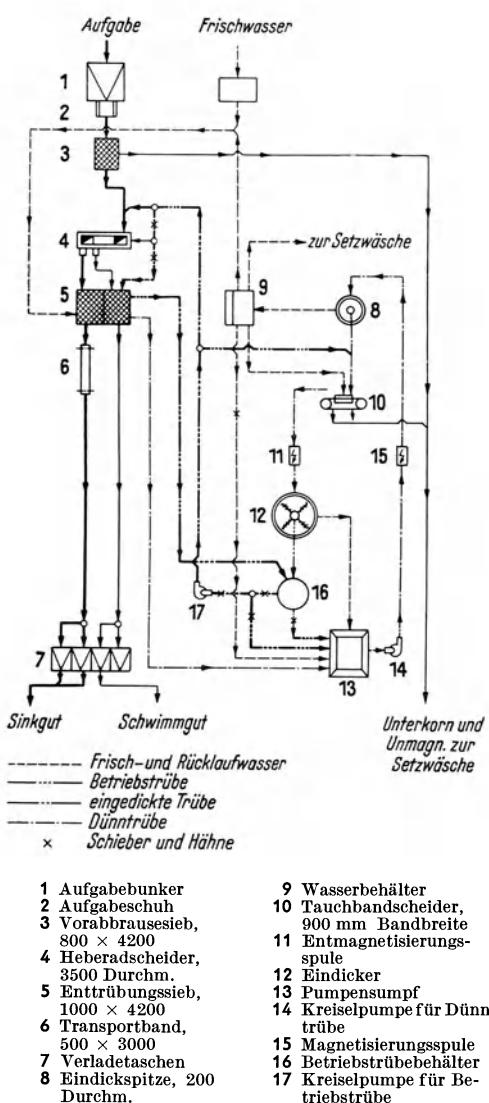


Abb. 26. Stammbaum der Schwimm- und Sink-Versuchsanlage Alte Hütte.

Gefälle auf die andere Seite des Entbrühungssiebes. Auf seinem vorderen Teil wird dem Gut die Schwertrübe nach Möglichkeit entzogen, auf dem hinteren Teil des Siebes wird es scharf abgebraust, um das Haftgut möglichst zu entfernen.

Der Schwertrübe-Kreislauf verläuft wie folgt: Die auf dem Entbrühungssieb wieder-gewonnene Schwertrübe wird einem Schwertrübebehälter zugeleitet, in dem ein gewisser Vorrat gehalten wird. Aus dem Behälter pumpt eine Panzerpumpe die Trübe in die

Aufgabeschurre des Scheidegefäßes zurück, dabei wird ein Teilstrom abgezweigt und von unten in das Scheidegefäß zur Erzielung eines gewissen Aufstromes hineingeführt. Ein weiterer Teilstrom wird zur Regeneration geführt, um einen möglichst hohen magnetischen Feststoffanteil in der Schwertrübe zu garantieren.

Der Dünentrübe-Kreislauf gestaltet sich wie folgt: Die Brausetrübe des Entbrühungs-siebes gelangt zu einem Dünentrübesumpf, aus dem sie mit Panzerpumpen in die Dünentrübespitze gehoben wird. Vor Eintritt in die Spitze wird die Trübe magnetisiert. Der Austrag der Spitze gelangt auf einen Tauchbandmagnetscheider, der die magnetischen Anteile zurückgewinnt. Nach Passieren einer Entmagnetisierungsspule wird das zurückgewonnene FeSi dem Schwertrübebehälter nach Eindickung in einem Eindicker wieder zugeführt.

Zahlentafel 17. Anreicherungsergebnis der Schwerflüssigkeits-aufbereitung von Spateisensteinhaufwerk der Körnung 5—100 mm.

Sorten	Gew.%	Fe %	Fe-Ausbr.%	Wichte
Spat . . . . .	54,50	33,84	66,80	+ 3,43
Zwischenpr. . .	30,30	27,61	30,30	3,43—2,92
Berge . . . . .	15,20	5,26	2,90	— 2,92
Aufgabe . . . . .	100,00	27,60	100,00	

Zahlentafel 18. Anreicherungsergebnis der Schwerflüssigkeits-aufbereitung von Spateisensteinhaufwerk der Körnung 5—100 mm nach Auslesen der reichen Zwischenprodukte.

Sorten	Gew.%	Fe%	Fe-Ausbr.%
Spat. . . . .	49,70	34,08	61,53
Zw. Prod. . . .	35,00	28,04	35,57
Berge . . . . .	15,20	5,26	2,90
Aufgabe . . . . .	100,00	27,60	100,00

Zahlentafel 19. Anteil des auszulesenden Gutes in den Fraktionen über 40 mm Korngröße.

Sorten	Sortenverteilung		Auszulesen	
	tatsächlich	S. u. S.	ohne S. u. S.	mit S. u. S.
Spat . . . . .	42,30	54,20		
Zw. Prod. . . .	40,20	28,30	40,20	11,90
Berge . . . . .	17,50	17,50	17,50	
Aufgabe . . . . .	100,00	100,00	57,70	11,90

Die umfangreichen Versuche haben gezeigt, daß die Sortierung von Spateisenstein in einem Arbeitsgang im Bereich von 5 bis 100 mm Korngröße möglich ist. Das Trennergebnis von Zwischenprodukten und Bergen ist fast 100%ig. Die Trennung von Reinspat und Zwischenprodukt ist nicht scharf, was bei dem fast lückenlosen Übergang der Verwachsungen auch nicht zu erwarten war. Die Hereinnahme von reichereren Zwischenprodukten in das Sinkkonzentrat ist daher nicht zu umgehen.

Das Anreicherungsergebnis einer Versuchsperiode mit Rohspat der Grube „Vereinigung“ zeigt Zahlentafel 17.

Nach Auslesen von 8,8 Gew.-% reichen Zwischenprodukten aus der Klasse + 40 mm stellt sich das Ergebnis wie Zahlentafel 18 zeigt.

Damit ist der bisherige Erfolg der Klaub- und Setzarbeit in der Anreicherung des Spates voll erreicht, in der Qualität der Zwischenprodukte, die fast nur aus echten Verwachsungen bestehen, und im Metallgehalt der Berge übertrffen.

Wie Zahlentafel 19 zeigt, sind bei diesem Verfahren statt 57,70 Gew.-% nur noch 11,90 Gew.-% von Hand auszulesen. Damit ist die Forderung nach Einschränkung der lohnintensiven Klaubarbeit zum weitaus größten Teile erfüllt und sie auf rd. 21% ihres bisherigen Umfangs eingeschränkt worden.

Der FeSi-Verlust belief sich nach den bisherigen Feststellungen auf etwa 80 g/t Durchsatz. Der Kraftverbrauch liegt bei etwa 1,5 kWh/t Durchsatz, der Schichtenaufwand bei 0,6 Schichten je 100 t Durchsatz. Über die Verschleißkosten können noch keine bindenden Angaben gemacht werden. Die Gesamtbetriebskosten liegen auf jeden Fall niedriger als bei den bisherigen Verfahren.

Die Versuche haben somit gezeigt, daß die Schwimm- und SINKaufbereitung auch bei der Verarbeitung des Siegerländer Haufwerks Vorteile bringt. Selbstverständlich ist von Fall zu Fall zu prüfen, ob der Haufwerkscharakter ihre Einführung rechtfertigt. Die Versuche haben ferner gezeigt, daß die Schwimm- und SINKaufbereitung nicht allein die Klaubarbeit in weitem Umfange ersetzen kann, sondern auch die Setzarbeit. Hier liegt ihre besondere Stärke in der Erzeugung wirklich echter Zwischenprodukte gegenüber den Mischprodukten der Setzwäschern, die noch starke Anteile an freiem Spat und Berge führen, und deren Anteil an echten Zwischenprodukten maximal 50% beträgt.

Mit der Einführung der Schwimm- und SINKaufbereitung kann daher der Verfahrensgang der Rohspataufbereitung wesentlich vereinfacht und verbilligt werden. Dem Grobaufschluß der Wände folgt die Klassierung in drei Hauptkornklassen, dem Korn + 100 mm, das von Hand nachgelesen wird, der Klasse 100 bis 5 mm, die der Schwimm- und SINKaufbereitung unterworfen wird, und der Klasse 5 bis 0 mm, die auf Feinkornsetzmaschinen verarbeitet oder unaufbereitet geröstet und zusammen mit den gerösteten Zwischenprodukten der Grob- und Mittelkornaufbereitung elektromagnetisch verarbeitet wird.

Auf Grund der mit der Versuchsanlage erzielten Ergebnisse wird sie nunmehr dahin erweitert, daß die zweite Verfahrensstufe eingebaut wird und das System dann zum betriebsmäßigen Volleinsatz kommt.

Damit sind die wesentlichen Probleme der Aufbereitung der Siegerländer Erze gekennzeichnet und die zu ihrer Lösung eingeschlagenen Wege skizziert. Daneben gibt es noch eine Reihe weiterer Fragen, die noch der Lösung harren. Es wäre verfrüht, in diesem Zusammenhange näher darauf einzugehen, da die seit langem laufenden Versuche noch nicht zu restloser Klärung geführt haben.

Die Darlegungen sollten zeigen, wie das Siegerland versucht hat und weiterhin versucht, die Aufbereitungsverfahren zu verbessern, um technisch sowohl wie wirtschaftlich ein Optimum zu erreichen.

#### **h) Gesamtanreicherungsergebnis der Siegerländer Aufbereitung.**

Von der Anreicherungsleistung der Siegerländer Aufbereitungen insgesamt legen die Zahlen der Zahlentafel 20 ein beredtes Zeugnis ab. Danach setzte sich die Produktion im Jahre 1953 zusammen:

73,80	Gew.%	Rost I	mit 49,81% Fe, 10,08% Mn, 7,76% SiO <sub>2</sub>
6,80	"	Spat I	mit 34,54% Fe, 6,44% Mn, 7,89% SiO <sub>2</sub>
5,30	"	Feinspat	mit 33,57% Fe, 6,52% Mn, 10,08% SiO <sub>2</sub>
0,80	"	Glanz	mit 58,25% Fe, 1,67% Mn, 8,47% SiO <sub>2</sub>

also 86,70% hoch angereicherten Produkten.

Da sich auch die 7,10 Gew.-% Rost II, die auf besondere Anforderung einzelner Hütten unaufbereitet abgesetzt werden, leicht in Rost I umwandeln lassen würden, bleibt nur ein geringer Anteil an minderwertigen Sorten übrig, der nicht ins Gewicht fällt.

Zahlentafel 20. Erzeugung der Siegerländer Gruben 1953.

	Rohförderung	Rost I	Feinrost	Rost II	Spat I	Spat II	Feinsp. I	Feinsp. II	Rotspat	Stückglanz	Feinglanz	Cu-Erze	Pb-Zn-Erze	Schwefelkies	Feinkorn-Rotspat
t	1 367 440	461 968	182 653	61 247	59 510	1078	45 671	25 583	22 960	3288	3756	2201	563	310	1627
% Fe . . .	49,81	42,89	34,54	31,95	33,57	28,55	33,00	58,25							38,53
Mn . . .	10,08	9,03	6,44	5,98	6,52	6,35	4,67	1,67							3,27
SiO <sub>2</sub> . . .	7,76	17,97	7,89	14,39	10,08	19,32	18,32	8,47							15,89
H <sub>2</sub> O . . .	5,85	6,34	2,24	1,11	3,60	4,04	4,85	—							18,00
Gehalte %															
Gew.-% d.Fdg.	33,8	13,4	4,3	0,08	3,4	1,9	1,8	0,2	0,3	0,2	0,04	0,07	0,02	0,03	0,1
Gew.-% d.Prod.	52,9	20,9	7,1	0,1	5,3	2,9	2,7	0,4	0,4	0,4	0,07	0,03	0,02	0,03	0,2

In Abb. 27 ist die Erzeugung des Siegerlandes im Jahre 1951 noch einmal besonders herausgestellt worden.

Aus der Förderung von 1 367 537 t wurden durch den Aufbereitungsprozeß ausgeschieden:

$$16,33 \text{ Gew.-\% Berge} = 223 318 \text{ t mit } 150 992 \text{ t SiO}_2$$

$$19,74 \text{ Gew.-\% Kohlensäure} = 269 951 \text{ t}$$

Vom Metallinhalt wurden 95,2 % nutzbar gemacht, vom SiO<sub>2</sub>-Inhalt der Förderungen 62,60% abgestoßen.

Die Zahlen beweisen hinreichend die außerordentliche Bedeutung der Siegerländer Aufbereitung.

### i) Künftige Entwicklung und Planung.

Nachdem im vorhergehenden ein umfassender Überblick über die Siegerländer Aufbereitung gegeben worden ist, seien zum Abschluß noch einige Hinweise auf die voraussichtliche weitere Entwicklung gegeben.

Im Zuge der Rationalisierungsmaßnahmen zur wirtschaftlichen Besserstellung der Gruben ist damit zu rechnen, daß noch weitere Verbundbetriebe geschaffen werden, die dann auch einen Ausbau der Zentralaufbereitungen zur Folge haben. So ist mit den Vorarbeiten zur Zusammenlegung der Gruben „San Fernando“ — „Wolf“ — „Große Burg“ bereits unter Tage begonnen worden. Es erhebt sich hier in absehbarer Zeit die Frage nach der Neugestaltung der Zentralaufbereitungs- und Röstanlage auf Grube „San Fernando“. Man wird sich dabei die Erfahrungen mit der Schwimm-Sinkanlage „Alte Hütte“ zunutze machen.

Der Wiederaufbau der im vergangenen Jahr niedergebrannten Aufbereitung der Grube „Eisenzecher Zug“ wird ebenfalls in absehbarer Zeit stattfinden müssen. Auch hier wird mit der Neuerstellung größerer Teile der Aufbereitungsanlagen nach modernsten Gesichtspunkten zu rechnen sein.

Die Zusammenfassung der Aufbereitungsanlagen der Gruben „Vereinigung“ — „Wingertshardt“ und „Eupel“ ist bereits eingeleitet worden. Da „Eupel“ über keine Klaubanlage zur Entkupferung, jedoch über eine elektromagnetische Rostspataufbereitung verfügt, soll das Haufwerk beider Gruben vorläufig in der Zentralaufbereitung „Alte Hütte“ entkupfert und die auf „Alte Hütte“ anfallenden Zwischenprodukte auf „Eupel“ weiterverarbeitet werden.

Die Arbeiten auf allen Gebieten der Aufbereitungs-technik werden verstärkt fortgeführt, wobei besonderes Gewicht auf die Vervollkommenung der Röstung und Rostspataufbereitung gelegt werden soll. Die bereits angeschnittenen Probleme werden weiterverfolgt, wobei der Entkupferung der Vorrang gegeben werden soll.

### Zusammenfassung.

Der Siegerland-Wieder Spateisensteinbezirk, geographisch den Kreisen Siegen und Altenkirchen, geologisch dem rheinischen Unterdevon zugehörig, fördert etwa 1,4 Mill. t Spateisenstein-Haufwerk mit 29 bis 31% Fe; 5 bis 5,6% Mn; 16 bis 22% SiO<sub>2</sub> im Jahre.

Hauptteil der Gangausfüllung ist der manganreiche Spateisenstein mit einem Rein-erzgehalt von etwa 38% Fe und 7% Mn. Schwefelkies und Kupferkies treten als bei-brechende Mineralien, Quarz, Dolomit und Ankerit als Gangart, Grauwacke, Grauwacken-schiefer und Tonschiefer als Nebengestein auf. Der Verwachsungscharakter ist manni-gfaltig im Auftreten und Ausbildung der Spat-Berge- und Spat-Sulfidverbände. Die berg-

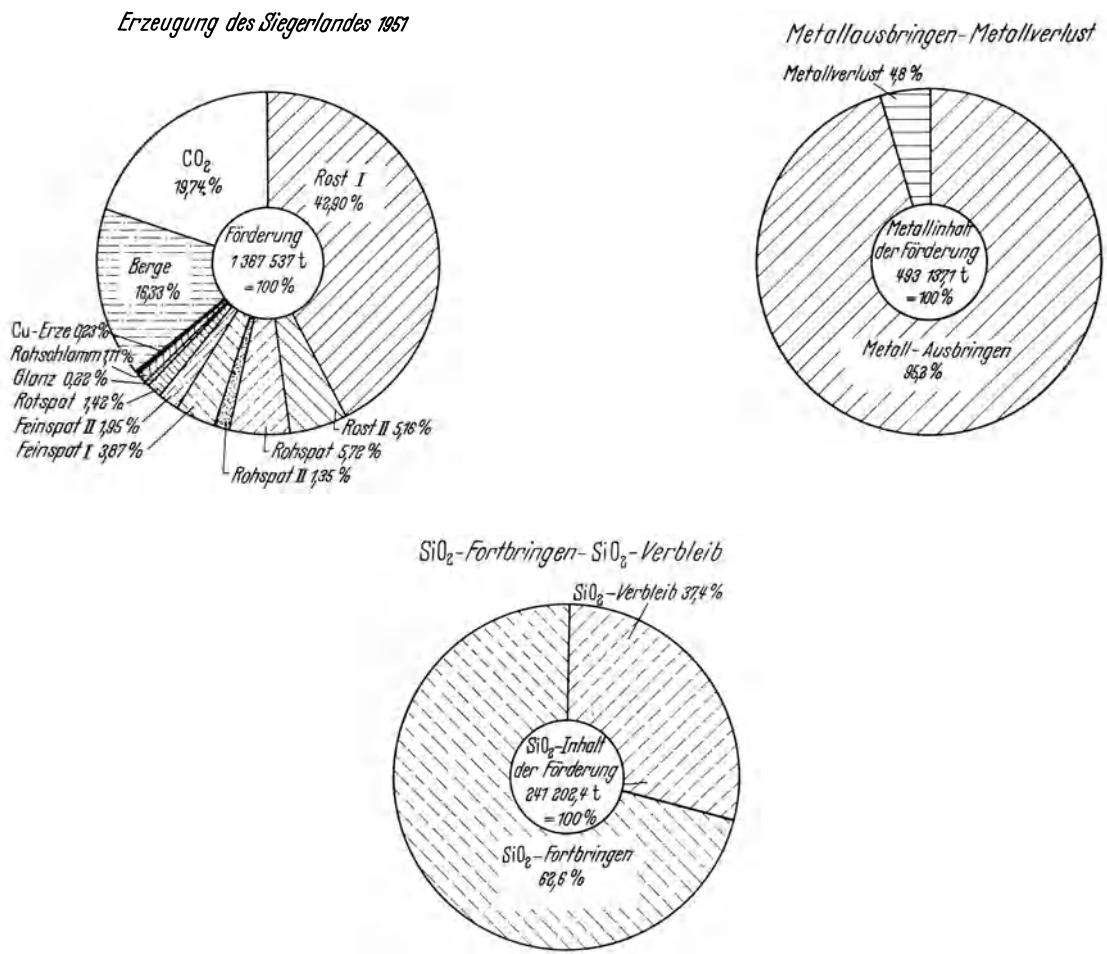


Abb. 27. Erzeugung des Siegerlandes 1951.

männische Gewinnung der in steilstehenden Gängen auftretenden Erze erfolgt im über-wiegenden Maße im Firstenstoßbau in verschiedenen von der Art des Vorkommens ab-hängigen Abwandlungen und neuerdings in steigendem Maße im Schrägfirstenbau, wobei der Reinheit des Fördererzes besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Die Aufberei-tung hat die Aufgabe, aus diesem Haufwerk ein hochwertiges Hochofenerz durch Ab-scheiden der Schlackenbildner, der Sulfide und der Kohlensäure herzustellen. Sie bedient sich auf Grund der verschiedenen mineralogisch-physikalisch-chemischen Eigenschaften der Haufwerkskomponenten der Handaufbereitung, der Schwerkraftaufbereitung, der elektromagnetischen Aufbereitung, der Flotation und oxydierender Röstung. Die Auf-

bereitung kann im rohen Zustande der Erze in einer „Rohspataufbereitung“ oder im gerösteten Zustande in einer „Rostspataufbereitung“ oder in einer Kombination beider erfolgen, wobei die Röstung als wichtiges Anreicherungsverfahren immer vertreten ist. Die Wahl des Verfahrens ist abhängig vom Haufwerkscharakter. Bei höherem Anteil an freiliegenden Haufwerkskomponenten ist eine Sortierung in Fertigerz, verwachsene Zwischenprodukte und Berge in einer Rohspataufbereitung durch Klaubarbeit und Schwerkraftverfahren zweckmäßig, der sich eine Röstung der Spatprodukte in Hochleistungsröstöfen anschließt. Die gerösteten Zwischenprodukte werden in einer elektromagnetischen Rostaufbereitung nach Aufschluß auf neuzeitlichen Trommelscheidern aufbereitet.

Bei überwiegendem Anteil an Verwachsungen im Haufwerk beschränkt sich die Vorbereitung vor der Röstung auf das Auslesen der Sulfide, insbesondere des Kupferkieses. Das gesamte Haufwerk wird geröstet und der Haufwerksrost in einer elektromagnetischen Rostaufbereitung aufbereitet.

Die Aufbereitung des Cu-haltigen Spates erfolgt durch Flotation, bei der aus einem Roherz mit 2 bis 3% Cu Konzentrate mit 20 bis 25% Cu bei einem Gehalt der Abgänge mit 0,05% Cu und einem Cu-Ausbringen von rd. 98% gewonnen werden.

An vordringlichen Aufbereitungsproblemen sind zu nennen: Wirksame Entkupferung des Spateisensteins, Aufbereitung und Stückigmachung des Feinstspates, Einschränkung der lohnintensiven Klaubearbeit durch mechanische Verfahren.

Die außerordentliche Bedeutung der Siegerländer Aufbereitung wird durch nachstehende Zahlen belegt:

Aus dem Haufwerk werden im Durchschnitt 16,33 Gew.-% Berge und 19,74 Gew.-% Kohlensäure abgeschieden. Es werden erzeugt:

73,80%	Rost I mit	rd. 50% Fe; 10,0% Mn; 7,7% SiO <sub>2</sub>
6,80%	Spat I	rd. 34% Fe; 6,4% Mn; 7,8% SiO <sub>2</sub>
5,30%	Feinspat	rd. 33,5% Fe; 6,4% Mn; 10,0% SiO <sub>2</sub>
0,80%	Eisenglanz	rd. 58,2% Fe; 1,7% Mn; 8,5% SiO <sub>2</sub>

Außerdem fallen noch 7,3 Gew.-% Rost II an, der auf Anforderung einzelner Hütten für die Erzeugung von Spezialeisen unaufbereitet abgesetzt wird.

Vom Metallinhalt werden im Durchschnitt 95,2% nutzbar gemacht, während vom SiO<sub>2</sub>-Inhalt etwa 63% abgestoßen werden.

### Schrifttum.

- [1.] HARNICKELL: Beiträge zur Röstung und Aufbereitung des Siegerländer Spateisensteins. Diss. Breslau.
- [2.] BARTSCH: Die magnetische Aufbereitung und ihre Anwendung auf gerösteten Siegerländer Spateisenstein. Humboldt 1917.
- [3.] DORSTEWITZ: Mitteilungen aus den Aufbereitungen des Siegerländer Spateisensteins. Zeitschr. f. Berg-Hütten- u. Salinenwesen 47 (1919).
- [4.] DORSTEWITZ: Die Spateisensteinaufbereitungsanlage der Grube Ameise bei Siegen. Zentr. Bl. d. Hütten- u. Walzwerke 21 (1927) 7.
- [5.] LÄMMERT: Die Entwicklung der Rostspataufbereitungsanlage der Grube Storch & Schöneberg. Ber. Nr. 10 d. Erzausschusses d. V. d. Eh.
- [6.] LUYKEN-BIERBRAUER: Untersuchungen über die technische u. wirtschaftliche Leistung der Rohspataufbereitung der Grube San Fernando. Mitt. KW-Inst. f. Eisenf. X, 1.
- [7.] LUYKEN-KRÄBER: Betriebsanalytische Untersuchung der Aufbereitungsanlage der Spateisensteingrube Ameise. Mitt. KW-Inst. f. Eisenf. XII, 6.
- [8.] NIX: Die Rohspataufbereitung der Grube Eisenzecher Zug im Siegerland. St. u. E. 52 (1932) 39.
- [9.] ELLERICH: Beitrag zur Verwertung der Siegerländer Spateisensteinschlämme. St. u. E. 61 (1941) 6.
- [10.] SCHRÖDER: Versuch eines Vergleichs der Siegerländer Aufbereitungsarten. Diss. Aachen 1941.
- [11.] GLEICHMANN: Die Aufbereitung der Siegerländer Kupfererze. Met. u. Erz 33 (1936) 8.
- [12.] GLEICHMANN: Neuzeitliche Aufbereitung der Siegerländer Erze. St. u. E. 57 (1937) 11.
- [13.] BIERBRAUER-GLEICHMANN: Die Aufbereitung der Spatkupferprodukte der Grube Eisernhardter Tiefbau und ihre Ergänzung durch die Flotation. Mitt. KW-Inst. f. Eisenf. XIII. 1. 8.
- [14.] OBERHOFF-WEYEL: Über einige Versuche an Siegerländer Röstöfen. St. u. E. 1922 Nr. 45.
- [15.] WEYEL: Die Spateisensteineröstanlage der Grube San Fernando. St. u. E. 28 Nr. 1.

- [16.] WEYEL: Wesen und Neugestaltung des Spateisensteinröstbetriebes. Ber. Nr. 7 Erzaussch. d. Ver. d. Eh.
- [17.] VOGEL: Das Rösten von Spateisenstein im Schachtofen mit Außenfeuerung. St. z. E. 51 (1931) Nr. 49.
- [18.] BLUM-GLEICHMANN: Neuerungen in der Röstung des Siegerländer Spateisensteins. St. u. E. 52 (1932) Nr. 24.
- [19.] GLEICHMANN: Neuere Ergebnisse der Drucklufröstung des Siegerländer Spateisensteins. St. u. E. 55 (1935) 44.
- [20.] GLEICHMANN: Die rechnerische Erfassung des Rostausbringens bei der Röstung des Siegerländer Spateisensteins. Met. u. E. 31 (1934) 17.
- [21.] PLOTZKI: Wirtschaftliche und betriebliche Untersuchungen der Spateisensteinröstung im Siegerland. Ber. Nr. 42 d. Erzausschusses d. Ver. d. Eh.
- [22.] LUYKEN-KIRCHBERG: Ergebnisse der magnetisierenden Röstung karbonatischer Eisenerze. Mitt. KW-Inst. f. Eisenf. 396.
- [23.] SANDSTEDE: Ermittlung des SO<sub>2</sub>-Auswurfes der Siegerländer Röstöfen. St. u. E. (1942).
- [24.] LUYKEN-KRÄBER: Über das Verhalten des Spateisensteins bei der Röstung. Mitt. KW-Inst. f. Eisenf.
- [25.] MIESSNER: Die Aufbereitung der Grube Große Burg bei Neunkirchen, Siegerland. Met. u. Erz 25, 248 (1928).
- [26.] WEYEL: Untersuchungen über die Entschwefelung des Spateisensteins beim Rösten. St. u. E. 45 (1925) Nr. 30 S. 1273.
- [27.] GLEICHMANN: Die Entwicklung der Siegerländer Aufbereitungs- u. Rösttechnik und ihrer noch der Lösung harrenden Aufgaben. Met. u. Erz 41 (1944) H. 13/14.
- [28.] DORSTEWITZ: Bergm. u. betriebswirtschaftliche Fragen des Siegerländer Bergbaus. Erzmetall II (1949) H. 2.
- [29.] GLEICHMANN-ZEPTER: Ein Beitrag zur Frage der Erfolgsermittlung bei der Aufbereitung des Siegerländer Spateisensteins. Erzmetall I (1948) S. 178–182.
- [30.] GERTH: Über die Aufbereitung der Siegerländer Spateisensteinschlämme. Erzmetall IV (1951) S. 334–337.
- [31.] MEINECKE: Untersuchungen über die Einsatzmöglichkeit neuartiger Zerkleinerungsmaschinen bei der Aufbereitung des Siegerländer Spateisensteins. Erzmetall V (1952) S. 314/319.
- [32.] GLEICHMANN: Untersuchungen über die Möglichkeit der Anwendung der Schwimm- u. Sinkaufbereitung bei der Aufbereitung des Siegerländer Spateisensteins. Erzmetall V (1952) S. 1–8.
- [33.] BURGHARDT: Das Schwimm- und Sinkverfahren von Spateisenstein in der Anlage „Alte Hütte“ bei Wissen. St. u. E. (1954) Nr. 17.