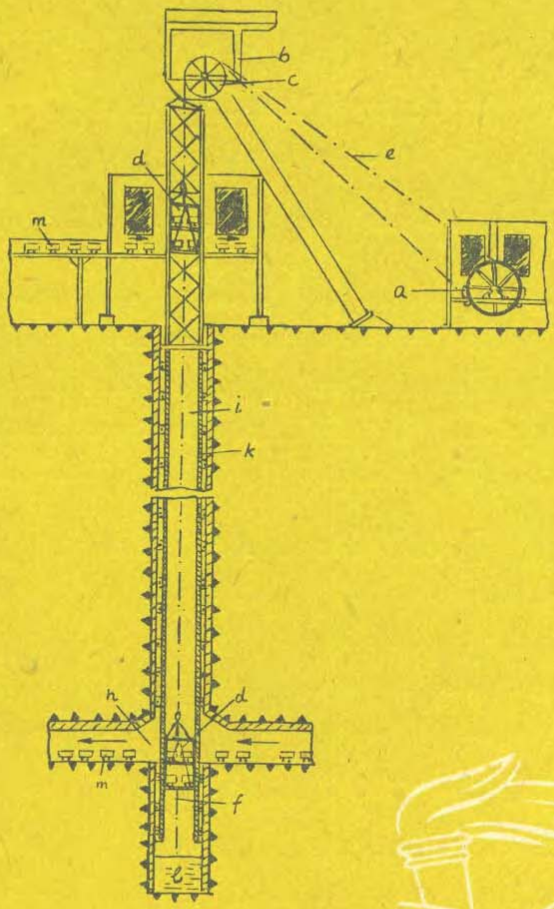
SCHRIFTEN FÜR DEN REFERENTEN

GESELLSCHAFT ZUR VERBREITUNG WISSENSCHAFTLICHER KENNTNISSE



Die Kupferschieferlagerstätte in der Sangerhäuser Mulde

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Geschichtliche Entwicklung des Bergbaus 2

Geologische Verhältnisse 6

Entstehung und Verbreitung des Kupferschiefers 6

Stratigraphie (Schichtenaufbau) 9

Aufbau, Chemismus und Vererzung des Kupferschieferflözes 14

Tektonik (Lagerungsverhältnisse) 17

Erschließung der Lagerstätte und Gewinnung des Erzes 20

Schürfe und Bohrungen 20

Einrichtung der Schachtanlage 21

Ausrichtung der Lagerstätte 25

Abbau 28

Aufbereitung des Kupferschiefers 37

Gefährdung des Bergbaus 39

Gefährdung durch Wasser 39

Gefährdung durch Gase 45

Perspektive des Sangerhäuser Bergbaus 45

GESELLSCHAFT
ZUR VERBREITUNG WISSENSCHAFTLICHER KENNTNISSE
PRÄSIDIUM

Die Kupferschieferlagerstätte in der Sangerhäuser Mulde

von

Dr. G JANKOWSKI u. Dipl.-Geol. W. REMUS

unter Mitarbeit von

Dipl.-Min. R. GERLACH, Geol.-Ing. H. SCHWARZKOPF, Geol.-Ing. M. SPILLKER, Dipl.-Geol. G. THOMAS † und Geol.-Ing. M. VOLLRATH

Bezirkssektion Geowissenschaften Halle
Zentrale Sektion Geowissenschaften

1963

Geschichtliche Entwicklung des Bergbaus

Die Grundlage des Bergbaus in Sangerhausen bildet eine schiefrige schwarze Gesteinslage von 35–40 cm Mächtigkeit – der Kupferschiefer, oder wie man auch sagt, das Kupferschieferflöz.

Der Bergbau bei Sangerhausen ist ähnlich wie der Mansfelder Bergbau uralt. Es sind durch Funde in Gräbern oder alten Schmelzstellen Beweise erbracht, daß vor rund 5000 Jahren, das heißt: während der Bronzezeit, aus dem Kupferschiefer schon Metall gewonnen wurde. Urkundlich wurde der Sangerhäuser Bergbau schon im 13. Jahrhundert erwähnt. Bei dem im Jahre 1293 im Zusammenhang mit der Sangerhäuser Münze genannten Bürger handelt es sich vermutlich um einen Gewerken-Teilhaber. Daraus ist zu ersehen, daß zu dieser Zeit der Bergbau im Sangerhäuser Raum umging. Es ist jedoch anzunehmen, daß die Anfänge des Bergbaus auf eine noch frühere Zeit zurückzuführen sind.

Genaue Unterlagen über den Bergbau am „Heiligenborne" bei Morungen stammen aus dem Jahre 1452. So kann man Sangerhausen mit Recht eine alte Bergstadt nennen.

Der Bergbau begann seine Entwicklung am Ausgehenden des Kupferschieferflözes, das heißt: von den Stellen aus, wo das Flöz längs des Harzrandes an die Tagesoberfläche kommt.

Mit der Entwicklung der Technik in den nachfolgenden Jahrhunderten wurden immer tiefer unter der Erdoberfläche liegende Flözpartien abgebaut.

Im 16. Jahrhundert wurde der Bergbau laufend erweitert, d. h.: neue Schächte wurden angelegt. Es zeigt sich hier der Beginn des Frühkapitalismus, indem im Bergbau neben den Feudalherren bürgerliche Kaufleute aus Augsburg und Nürnberg (Straube und Puffler) Anteil an dem Gewerbe hatten. Jedoch wurde die Entwicklung des Bergbaus nicht günstig beeinflußt durch die Grenzstreitigkeiten zwischen den sächsischen Herzögen und den Mansfelder Grafen. Die wirkliche Ursache dieses mehrere Jahrzehnte andauernden Streites, der angeblich um die Berggrenze ging, war das Bestreben der sächsischen Kurfürsten und Herzöge, die Mansfelder Grafen in ihre Abhängigkeit zu bringen und ihre eigene sächsische Hausmacht zu stärken.

Durch den Bergbau entwickelte sich ein Proletariat, bedingt durch die starke Konzentration von Bergleuten. Darum entwickelte sich besonders in Sangerhausen die Ketzerei. Diese war nichts anderes als der Zweifel an der „Harmonie" des Feudalismus. Die Ketzerei leugnete das kirchliche Dogma und war ein direkter Kampf gegen den Feudalismus. Dabei ist der Zusammenhang zwischen der Ketzerei und dem Bergbau in jener Zeit genau so eng wie in unserer Zeit die Beteiligung der Mansfelder Bergleute an der proletarischen Bewegung zu Beginn des 20. Jahrhunderts und der 20er Jahre. Es ist also ein Zusammenhang zwischen dem Reichtum aus dem Bergbau, der Entwicklung des Handels, der sozialen Not der Ärmsten, der starken Ausbeutung der Berggesellen und der auftretenden Ketzerei zu suchen.

Aus diesem Grunde ist auch erklärlich, daß ein großer Teil dieser Bergleute Anhänger Thomas Müntzer's und der Kern seiner Bauern-Armee waren. Aufschlüsse darüber finden wir in dem Strafregister folgender Bergdörfer:

Gonna, Pölsfeld, Obersdorf, Wettelrode, Morungen usw., das nach der verlorenen Schlacht bei Frankenhausen (1525) aufgestellt wurde. Wegen Teilnahme an den Aufständen wurden diese Dörfer mit schweren Geldstrafen belegt.

Der 30-jährige Krieg brachte, wie fast überall in Deutschland, einen Niedergang von Handel und Gewerbe. So kam auch der Sangerhäuser Bergbau völlig zum Erliegen und konnte sich nur langsam wieder erholen. Man war jedoch bestrebt, den Bergbau wieder in Gang zu bringen. Als Beweis mag das Siegel der Stadt Sangerhausen gelten, das erstmalig im Jahre 1652 die Keilhauen, das Arbeitsgerät des Bergmannes, zeigt. In dieser Zeit war der Bürgermeister der Stadt Sangerhausen gleichzeitig der Bergvoigt und damit die oberste Bergbehörde. Aufgabe des Bergvoigtes war, darauf zu achten, daß die Bergordnung eingehalten und der Bergbau fachmännisch betrieben wurde. Im Jahre 1677 erhielten die Bürger und der Rat der Stadt Sangerhausen selbst die Genehmigung zum Bergbau und zur Bildung eines Gewerken. Aus diesem Grunde wurde nordöstlich der Stadt von 1679—1681 die neue Kupferhütte erbaut.

Der schon vor dem 30-jährigen Krieg unterhalb des Dorfes G o n n a angesetzte sogenannte Gonnaer Stollen wurde weiter nach Osten und Westen aufgefahren, um neue Feldesteile für den Abbau auszurichten. Der Gonnaer Stollen wurde 2511 m querschlägig, d. h. vom Mundloch bis zur Erreichung des Flözes, nach Osten 3034 m und nach Westen 7648 m, insgesamt 13 391 m aufgefahren. Wenn man bedenkt, daß diese Auffahrung ohne Sprengstoff vorgenommen wurde, kann man erst die Arbeitsleistung der damaligen Bergknappen beurteilen.

Dieser Stollen war bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts die tiefste Wasserlösung des Sangerhäuser Bergbaus, der in dieser Zeit seinen Schwerpunkt zwischen Pölsfeld und Obersdorf hatte.

Am Kyffhäuser reicht die Nachricht über den Bergbau bis zum Jahre 1615 zurück. Jedoch ist auch hier anzunehmen, daß vorher schon Bergbau umging.

Auch im 18. Jahrhundert wurde der Bergbau in den Gewerken weitergeführt. So wurde im Jahre 1729 der Kunstteich angelegt, der bereits 1736 diesen Namen trug. Er diente dazu, Wasser zu speichern, um die sogenannten Wasserkünste mit Wasser zu versorgen. Durch diese Wasserkünste wurden die Bergmaschinen angetrieben.

Bis zum Jahre 1749 bestand ein Pachtverhältnis zwischen den Sangerhäuser Gewerken und der Gräfin von Einsiedel, die außerdem Bergbau bei Bottendorf betrieb.

Im Jahre 1753 wurden die Sangerhäuser Bergwerke an das Handelshaus Gebrüder Bethmann in Leipzig verkauft. Die Gebrüder Bethmann übten sofern einen günstigen Einfluß auf den Bergbau aus, als daß sie längere

Zeit den Abbau systematisch vorantrieben. Die häufigen und kurzfristigen Besitzveränderungen übten bei der Eigentümlichkeit der Metallführung der Lagerstätte, d. h. bei dem häufigen Wechsel ärmerer und reicherer Flözpartien keinen günstigen Einfluß auf die Weiterentwicklung des Bergbaus aus. Durch die Profitsucht der einzelnen Unternehmer, seien es die Feudalherrren, oder die Bankiers,, wurden nämlich nur die guten Flözpartien abgebaut, ohne auf einen systematischen Abbau Wert zu legen.

Im Jahre 1825 pachtete die Mansfeldsche Kupferschieferbauende Gewerkschaft einen Teil des Sangerhäuser Bergbaus, um ihn am 1. Mai 1833 ganz zu übernehmen. Damit wurde der Weg zur Bildung der späteren monopolistischen Mansfeld A.-G. fortgesetzt.

Am 15. September 1830 wurde in Sangerhausen das erste Knappschaftsfest gefeiert mit einem Umzug von 300 Berg- und Hüttenarbeitern, wobei auch die Knappschaftsfahne getragen wurde. Zu diesem Zeitpunkt kann man auch die Anfänge der Bildung von Gewerkschaften rechnen.

Da im wesentlichen das Flöz oberhalb des Gonnaer Stollens abgebaut war, ging man daran, den Segen-Gottes-Stollen aufzufahren, um tiefer liegende Feldesteile zu gewinnen. Der saigere (senkrechte) Abstand zum Gonnaer Stollen beträgt 46 m. Der Bau des Segen-Gottes-Stollen begann im Jahre 1830. Das Mundloch befindet sich westlich der Stadt an der Gonna.

Im Februar 1839 wurde eine neue Kupferhütte in Sangerhausen eingeweiht, die heute noch vorhanden ist und jetzt eine kleine Eisengießerei beherbergt.

Der Bergbau hatte in dieser Zeit seinen Schwerpunkt zwischen Wettelrode und Morungen. Die größten Schächte waren der Carolus- und der Johann-Schacht, deren mächtige Halden noch heute vorhanden sind. Im Jahre 1854 wurde mit dem Segen-Gottes-Stollen (also nach 24 Jahren) das Kupferschieferflöz erreicht, wobei seine Länge 4,9 km betrug. Als Vergleich mit der heutigen Technik mögen folgende Angaben dienen: In einem Jahre können ca. 10 bis 12 km in einen Schacht aufgefahren werden.

Nachdem im Jahre 1871 auch der Röhrig-Schacht bis zur Segen-Gottes-Stollen-Sohle geteuft wurde, erreichte die Gewinnung mit 11 000 t Erz im Jahre 1880 den bisher höchsten Stand.

Der Abbau im Sangerhäuser Revier wurde nach kapitalistischen Profit-Interessen infolge des immer stärkeren Aufkommens der Monopolpreise für Kupfer auf dem Weltmarkt immer weniger lohnend. Dazu kam noch, daß im Jahre 1880 der Carolus-Schacht zusammenbrach. Es wurden noch die auf den Hütten lagernden Schiefern verschmolzen, und im Jahre 1887 der Sangerhäuser Bergbau völlig stillgelegt.

Ebenfalls wurde der kleinere Bergbau am Kyffhäuser um das Jahr 1890 eingestellt. Die Kupferschiefergewinnung bei Bottendorf kam bereits 1781 zum Erliegen, weil die Wasserzuflüsse die Leistungsfähigkeit der Roßkunst (zum Heben der Grubenwasser) überzogen. Spätere Versuche blie-

ben ebenfalls ergebnislos.
Im Jahre 1861 war das seit dem 17. Jahrhundert bestehende Bergamt in Sangerhausen aufgelöst worden.
Durch die Stillegung im Sangerhäuser Revier mußten die Kumpel weitere Erschwernisse ihrer Arbeitsbedingungen in Kauf nehmen, denn sie wurden nach den Mansfelder Schächten umgelegt. Die Anmarschwege zur Arbeit verlängerten sich beträchtlich. Alte Bergarbeiter berichten, daß sie z. B. alle Tage bei Wind und Wetter, Sommer und Winter, zum Herrmann-Schacht bei Eisleben laufen mußten. So mußten sie schon früh $^1/_2$3 Uhr von Zuhause fort und waren erst abends um 18 Uhr wieder daheim, das sind 15 bis 16 Stunden täglich.
Heute dagegen fahren unzählige Busse aus den abgelegensten Orten unsere Bergarbeiter zu ihrer Arbeitsstätte. Daraus sind so richtig die sozialen Errungenschaften u. a. unserer Arbeiter-und-Bauern-Macht zu ersehen.
In den 20er Jahren begann die Mansfeld A. G. sich nach neuen Kupferlagerstätten umzusehen, da die Meinung verbreitet war, daß der Mansfelder Bergbau im Absterben sei. Darum wurde in dieser Zeit der Röhrig-Schacht gesümpft, die erste Sohle weiter nach Westen aufgefahren und Versuchsabbau durchgeführt. In der großen Weltwirtschaftskrise im Jahre 1929 wurde dieses Vorhaben wieder eingestellt. Der Bergbau ruhte dann in Sangerhausen bis 1940/41, wo durch Untersuchungsbohrungen und bergmännische Erkundung der Versuch unternommen wurde, ein neues Grubenfeld zu erschließen.
Im Jahre 1944 wurde das Schachtteufen (der heutige Thomas-Münzer-Schacht) bei 60 m infolge des Krieges eingestellt.
Erst durch den Sieg der sowjetischen Armee über den Faschismus war der Weg frei, in einem Teil Deutschlands neue ökonomische und politische Verhältnisse zu schaffen.
Schon im Februar 1947 begann die Vorbereitung für die Teufarbeiten des Thomas-Münzer-Schachtes, die im August desselben Jahres dann planmäßig fortgesetzt wurden. Diese Arbeiten wurden unter den schwierigsten Bedingungen durchgeführt; es waren große Wasserzuflüsse zu verzeichnen, die über 600 ltr/min betrugen, es fehlte an Ersatzteilen und Material. Damit gingen Hand in Hand Baggerarbeiten auf dem Schachtgelände.
Im zweiten Quartal 1948 begann man damit, eine Wetterverbindung zwischen dem neuen Schacht und dem Röhrigschacht aufzuschießen. Der Zwei-Jahresplan 1949/50 brachte die ersten größeren Erfolge in der ganzen Republik, so auch auf der neuen Schachtanlage in Sangerhausen. Im Oktober 1949 wurden die Teufarbeiten beendet und kurz danach das Kupferschieferflöz in der 5. Sohle angeschossen. Hand in Hand ging damit der Aufbau der Bergarbeitersiedlung Ost.
Am 1. Januar 1951 begann der erste Fünf-Jahrplan in der DDR. Im Volkswirtschaftsplan war die Inbetriebnahme des Thomas-Münzer-Schachtes eine wichtige Aufgabe. Beim Aufschießen der Verbindung zwischen dem Röhrig- und Thomas-Münzer-Schacht bildete sich am

2. April 1951 auf Initiative der SED Betriebsgruppe die Brigade Fritz Selbmann, die in der nachfolgenden Zeit heroische Taten vollbrachte. Am 9. August 1951 konnte der Durchschlag vollzogen werden, so daß am 9. September des gleichen Jahres die Förderung von Kupfererz aufgenommen werden konnte.

Im Jahre 1947 wurde gleichzeitig die Erkundungstätigkeit in der Sangerhäuser Mulde nach neuen bauwürdigen Kupferfeldern in großzügigem Maße aufgenommen. Von diesem Zeitpunkt an steigerte der Thomas-Münzer-Schacht seine Produktion.

Die seit dem Jahre 1947 bis jetzt durchgeführten Erkundungsarbeiten führten dazu, eine neue große Schachtanlage in Niederröblingen und Nienstedt erstehen zu lassen. Diese Anlage hat die Größe des Thomas-Münzer-Schachtes erreicht und im Jahre 1958 mit der Kupfererz-Produktion begonnen. Das Untersuchungsprogramm wird laufend fortgeführt.

Mit der Entwicklung des Sangerhäuser Bergbaues wurde ein großes Bauprogramm in der Westsiedlung durchgeführt. Bisher wurden über 3000 Wohnungen fertiggestellt, und bis zum Jahre 1965 sollen noch einige 1000 Wohnungen folgen.

Geologische Verhältnisse

Entstehung und Verbreitung des Kupferschiefers

Vor ca. 340 Millionen Jahren befand sich in Mitteleuropa, hervorgerufen durch die weltumfassende varistische Gebirgsbildung, ein Gebirgszug, der sich in Ost-West-Richtung von Belgien bis nach Südpolen erstreckte. Die Reste dieses Gebirges sind noch heute in unseren Mittelgebirgen, wie Kyffhäuser, Harz, Thüringer Wald und Erzgebirge zu erkennen.

Verschiedene Gründe weisen darauf hin, daß das varistische Gebirge an Höhe etwa den heutigen Alpen gleichkam. Am Nordrand dieses Gebirges wurden in den Saumtiefen die mächtigen Steinkohlenablagerungen, wie z. B. des Ruhrgebietes gebildet. In kleineren Becken innerhalb dieses varistischen Gebirges fanden ebenfalls Bildungen von Kohlen statt, die jetzt noch z. B. im Zwickauer Revier Gegenstand eines regen Bergbaues sind. Da sich Kohlen nur in einem feuchtwarmen Klima unter besonderer Gegebenheiten bilden können, ist es auch erklärlich, daß das Hochgebirge im Laufe der Millionen Jahre abgetragen und zu einem Gebirgsrumpf eingeebnet wurde. In dieser Zeit, die schon in die nächstfolgende Formation, in das Perm, hinüberleitet, bildeten sich in Deutschland mehrere Schwellen und Tröge heraus, die sich in SW-NE[1]-Richtung (erzgebirgisch) erstreckten. Besonders die Tröge wurden mit dem Verwitte-

(1) NE = Nord **East** = in der Geologie gebräuchlich. Bezeichnung für die Richtung **Osten**

rungsschutt des varistischen Gebirges gefüllt, wobei sich durch eine spätere Verfestigung unsere heutigen Sandsteine und Konglomerate bildeten. Hervorgerufen wurde diese starke Abtragung des Gebirges durch das wüstenartige Klima und es ist bekannt, daß in Wüstenbereichen sehr starke Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht vorhanden sind und dabei das Gestein mit den verschiedenen Mineralkomponenten unterschiedlich reagiert. Dieser Wechsel bewirkte eine Zermürbung und Zerfallen der Gesteine an der Oberfläche und die gelegentlich, aber wolkenbruchartig auftretenden Regenfälle transportierten diesen Schutt in die bereits oben erwähnten Tröge.

Im Norden von dem varistischen Gebirge befand sich der offene Ozean. Nachdem das Gebirge abgetragen und die Tröge mit dem Schutt gefüllt waren, setzte eine weiträumige Senkung dieses Gebietes ein, wobei das Weltmeer oder Urozean die Möglichkeit hatte, nach Süden vorzudringen.

In einer Bucht dieses Weltmeeres, dessen Grenzen von Litauen zum Polnischen Mittelgebirge und von dort aus in geschwungener Form bis Frankfurt/Main sowie nach England reichten, wurde bei Bedingungen, wie sie dem heutigen Schwarzen Meer ähnlich sind, am Meeresboden ein faulschlammartiges Gestein abgelagert. Durch Druck der hangenden Gebirgsschichten wurde aus dem Faulschlamm schließlich der heutige Kupferschiefer.

Noch im weichen Zustand erfolgte die Anreicherung der verschiedenen Metalle. Man ist sich noch nicht im klaren, auf welchem Wege die einzelnen Metallkomponenten in den Kupferschiefer gelangten. Fest steht jedoch, daß verschiedene Gründe für eine Herkunft aus metallgesättigten Lösungen aus dem Erdinnern sprechen, während andere Gründe wieder darauf hinweisen, daß von verwittertem Gestein (wahrscheinlich Granit und Porphyr) der Metallanteil durch Flüsse in das Kupferschiefermeer gebracht wurde.

Durch Heben und Senken einer Schwelle wurde das Kupferschiefermeer zeitweilig vom offenen Ozean getrennt und da wir es immer noch mit einem ariden Klima zu tun haben, erfolgte eine umfassende Verdunstung des Meeres. Entsprechend der Löslichkeit der einzelnen Verbindungen im Meerwasser und durch die bei der Verdunstung bedingte Steigerung der Konzentration erfolgte zunächst ein Ausscheiden eines Karbonatgesteins (Zechsteinkalk), dann des Anhydrites, des Steinsalzes und schließlich der Kalisalze. Durch rhythmisches Heben und Senken dieser Schwelle vollzog sich dieser Vorgang, d. h. die Ablagerung von Sand/Ton — Kalkstein — Anhydrit — Steinsalz — Kalisalz, im ganzen vier mal. Durch lokale Besonderheiten (unterschiedliche Konzentration des Meerwassers, Unebenheiten des Meeresgrundes u. a.) kann es vorkommen, daß die ideale Ablagerungsfolge nicht immer vorhanden zu sein braucht, bzw. sind durch spätere Ab- und Auslaugungsvorgänge besonders die hangenden Zechsteinschichten mehr oder weniger reduziert.

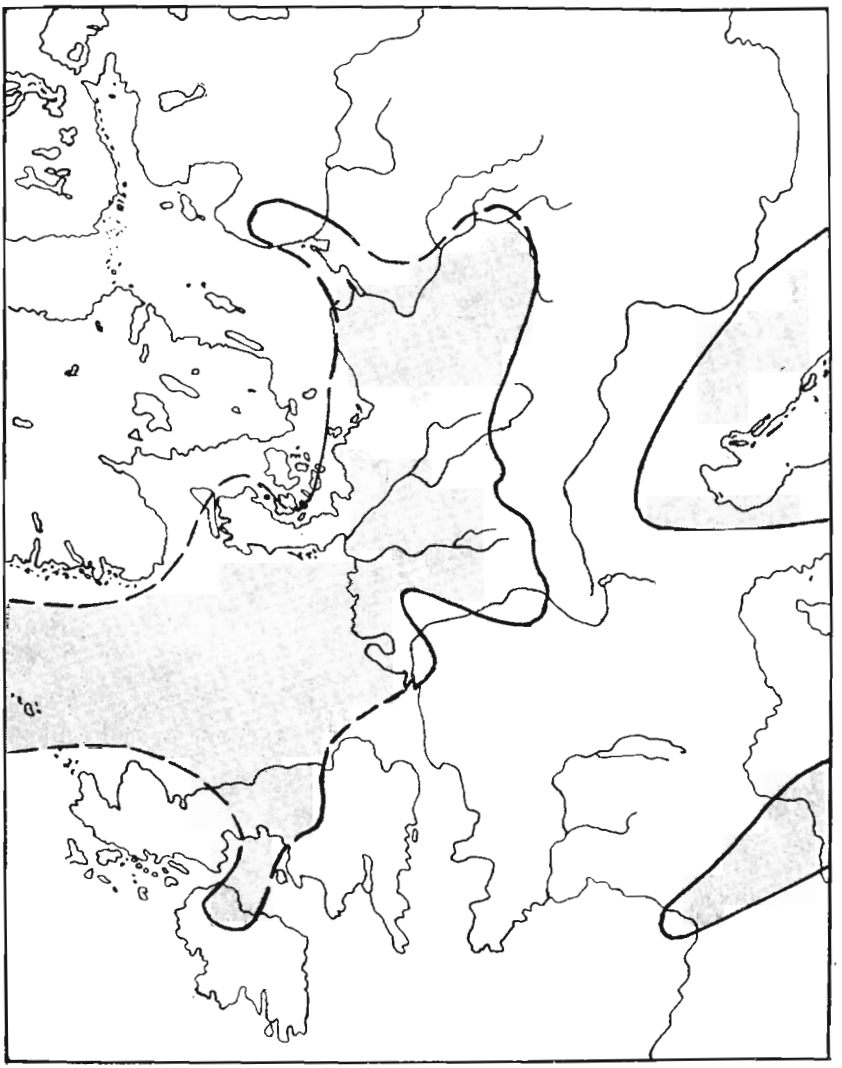


Abb. 1

Stratigraphie (Schichtaufbau)

Durch eine Vielzahl von Bohrungen und durch zahlreiche untertägige Aufschlüsse sind die Liegend- und Hangendschichten der Kupferschieferlagerstätte in der Sangerhäuser Mulde so gut bekannt, daß eine einwandfreie Beschreibung möglich ist. Besonderes Interesse beanspruchen dabei die Schichten, die sich unmittelbar unter und über dem Kupferschieferflöz befinden.

DIE LIEGENDSCHICHTEN DES KUPFERSCHIEFERFLÖZES

Die ältesten und tiefsten in den Schächten und Bohrungen angetroffenen Schichten sind Sandsteine, Schiefertone und Konglomerate des Oberkarbons, d. h. der Steinkohlenformation und des Rotliegenden. Es handelt sich hierbei um tiefrot bis blaßrot gefärbte Sandsteine bzw. Konglomerate, die einen sehr hohen Quarzanteil aufweisen. Daneben treten aber noch grünlich gefärbte Grauwacken, schwarze Kieselschiefer sowie in verschiedenen Fällen fleischfarbene Feldspäte und in den obersten Schichten blaß- bis dunkelrote Porphyre auf.

Das unmittelbar Liegende des Kupferschieferflözes ist ein fein- bis grobkörniger, grauer, stark karbonatischer Sandstein oder ein Konglomerat **(Zechsteinkonglomerat),** das besonders durch seine bis taubeneigroßen Quarze gekennzeichnet ist. In diesem Gesteinspaket, das etwa 3 m mächtig wird, sind neben dem bereits erwähnten Quarz besonders diejenigen Gesteine zu erkennen, wie sie bereits in den oberkarbonen und rotliegenden Schichten beschrieben wurden. In vielen Fällen bildet das Liegende des Kupferschieferflözes nicht das Zechsteinkonglomerat, sondern ein feinkörniger und gutsortierter Sandstein von grauer Farbe, das **Weißliegende.** In diesem Sandstein sind oftmals schwarze, tonige Lagen und Linsen zu beobachten oder auch eine Schräg- oder Kreuzschichtung festzustellen. Seine Lagerung ähnelt sehr stark den heutigen Dünen, wie sie z. B. im Bereich der Nord- und Ostsee oder an vielen anderen Meeren jederzeit anzutreffen sind. Vergleicht man die jetzt vorhandenen Strandgebiete mit den Dünen, wie sie in den Schachtaufschlüssen angetroffen wurden, so drängt sich unwillkürlich der Schluß auf, daß die Weißliegenddünen eine ähnliche Bildung darstellen. Die oberen 2 cm des Weißliegenden sind häufig verkieselt, sehr fest und werden deswegen auch als Hornbank bezeichnet. Die Hornbank schützt das Gestein vor der zerstörenden Wirkung (Abrasion) des vordringenden Zechsteinmeeres. In der Hornbank können mitunter beträchtliche Metallgehalte an Kupfer, Blei und Zink auftreten und aus diesem Grunde wird sie dann als „Tresse" bezeichnet.

KUPFERSCHIEFER

Der Kupferschiefer, wie er in der Mansfelder und Sangerhäuser Mulde oder auch in Kurhessen bergmännisch gewonnen wird, ist ein schwarzer bituminöser Mergelschiefer von einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 35 bis 40 cm. Nach altem Brauch wird der Kupferschiefer in fünf Lagen eingeteilt, die vom Liegenden zum Hangenden mit

Feine Lette
Grobe Lette
Kammschale
Schieferkopf und
Schwarze Berge

bezeichnet werden. Diese einzelnen Lagen des Kupferschieferflözes sind sehr gut in den Schächten und sonstigen Aufschlüssen zu erkennen (Vgl. hierzu Abb. 2)

Die Trennung der einzelnen Lagen erfolgt zwischen **Feiner** und **Grober Lette** durch die sogenannte Hiekennaht, einer Anreicherung von regentropfenartigen Erdpechkugeln (sogenannte Hieken), die häufig an dieser Grenze auftreten und dadurch die Unterscheidung ermöglichen. Zwischen **Grober Lette** und **Kammschale** liegt die untere feine oder untere Kammschalennaht, eine fast schnurgerade Schichtgrenze, die des öfteren stark vererzt ist und dadurch besonders deutlich wird. Zwischen **Kammschale** und **Schieferkopf** liegt die grobe oder obere Kammschalennaht, die ähnlich wie die untere ausgebildet ist, jedoch bei Vererzungen und auch überhaupt durch ihre größere Mächtigkeit erkenntlich ist. Die Grenze zwischen dem **Schieferkopf** und den **Schwarzen Bergen** erfolgt auf Grund eines geringen Farbunterschiedes und der verschiedenen Härte und Spaltbarkeit. Die **Schwarzen Berge** sind von dem hangenden **Zechsteinkalk** einwandfrei durch einen Farbwechsel von schwarz in grau zu unterscheiden.

Zum Kupferschieferflöz allgemein kann noch gesagt werden, daß es sich im Bereich von Weißliegenddünen sehr stark ausdünnt, wobei die Gesamtmächtigkeit bis auf ein Viertel reduziert werden kann und einzelne Lagen überhaupt nicht ausgebildet sind.

HANGENDSCHICHTEN

Zechsteinkalk

Das unmittelbare Hangende bildet ein grauer, in den unteren Partien bankiger Kalkstein, der im unteren Teil vererzt sein kann (Gute Berge) sowie pfeil- und sichelförmige Anhydriteinlagerungen aufweist. Während dieser Kalkstein im unteren Teil vorwiegend kalkig ist, steigt nach dem Hangenden sein Dolomitgehalt. In den oberen Partien treten dann wieder rundliche Anhydriteinlagerungen auf. Im Bereich der Sangerhäuser Mulde steigt mit einzelnen Unterbrechungen die Mächtigkeit des Zechsteinkalkes vom Süden nach Norden, so daß wir beispielsweise im Be-

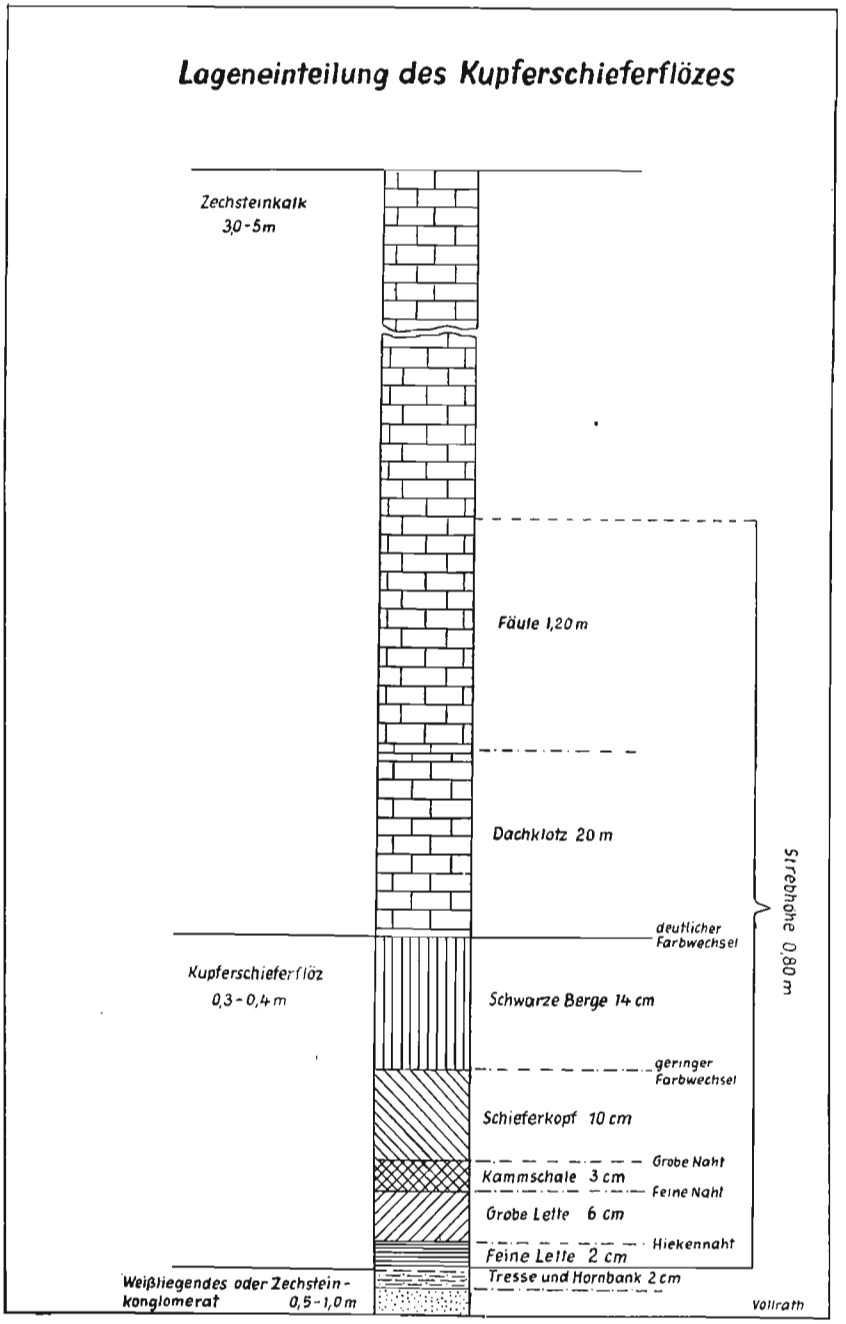

Lageneinteilung des Kupferschieferflözes
Zechsteinkalk
3,0-5m
Fäule 1,20 m
Dachklotz 20 m
deutlicher Farbwechsel
Kupferschieferflöz
0,3-0,4 m
Schwarze Berge 14 cm
geringer Farbwechsel
Schieferkopf 10 cm
Grobe Naht
Kammschale 3 cm
Feine Naht
Grobe Lette 6 cm
Hiekennaht
Feine Lette 2 cm
Tresse und Hornbank 2 cm
Weißliegendes oder Zechstein-konglomerat 0,5-1,0 m
Streckhöhe 0,80 m
Vollrath

Abb. 2

reich der Schachtanlage Niederröblingen eine Durchschnittsmächigtkeit von 3,5 m und im Bereich des Thomas-Müntzer-Schachtes von 4,5 m besitzen.

Über dem Zechsteinkalk folgt der **Untere Werraanhydrit**, ein weißlich- bis dunkelgrau gefärbtes Anhydritgestein, das häufig bituminös ist und auf Grund seiner dolomitischen Einlagerungen eine Gliederung in verschiedene Zonen zuläßt (nach JUNG, 1958). Bei Auffahrungen in den Schächten und auch in Bohrungen wurden besonders in den oberen Zonen Erdgas- und teilweise auch Erdölspuren angetroffen.

Das **Werra-Steinsalz**, eine 0 bis 12 m mächtige Steinsalzfolge bildet die Hangendgrenze des Unteren Werraanhydrites. Es ist von zahlreichen toniganhydritischen Lagen durchsetzt, die in der Umgangssprache auch als „Jahresringe" bezeichnet werden. In verschiedenen Fällen tritt an Stelle des Steinsalzes ein geringmächtiger Anhydrit auf.

Der **Obere Werraanhydrit** ähnelt äußerlich durchaus dem Unteren Werraanhydrit. Hier ist jedoch zu bemerken, daß zwar auch Erdgas- und Erdölspuren angetroffen wurden, aber mit bedeutend geringerer Intensität.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Werra-Serie vom Zechsteinkonglomerat oder Weißliegenden bis Oberen Werraanhydrit reicht und damit für den Kupferschieferbergbau die bedeutendste Schichtenfolge darstellt.

Staßfurt-Serie

Ähnlich wie die Werra-Serie beginnt die Staßfurt-Serie ebenfalls mit einem Karbonatgestein, dem ca. 5 m mächtigen **Stinkschiefer.** Der Stinkschiefer ist ein dunkler feingeschichteter Mergelkalk, der wegen seines markanten Geruches beim Anschlagen diesen Namen erhielt. Über diesem folgt der ca. 2 m mächtige **Basalanhydrit,** ein Anhydrit, der rein äußerlich den Werraanhydriten sehr stark ähnelt, jedoch wesentlich geringer mächtig und evtl. auch bituminös sein kann. Von außerordentlicher Bedeutung für die praktischen Belange des Kupferschieferbergbaues und der damit verbundenen Gefahren ist das Staßfurt-Steinsalz, ein durchschnittlich 200 bis 300 m mächtiges Steinsalzpaket, deren oberer Abschluß das **Kaliflöz „Staßfurt"** im Süd- und Südostteil der Sangerhäuser Mulde sowie bei Nichtvorhandensein des Kalilagers der **Sangerhäuser Anhydrit** bildet. Im Aussehen und in der Gesteinsbildung ist es vom Werra-Steinsalz nicht zu unterscheiden. Auf die praktische Bedeutung wird in anderem Zusammenhang nochmals eingegangen.

Niedersachsen-Serie

Die Niedersachsen-Serie wird unterteilt in **Leine-** und **Aller-Serie.** Beide Serien sind ähnlich wie das Kaliflöz „Staßfurt" hauptsächlich im Süd- und Südost-Teil der Sangerhäuser Mulde ausgebildet und stellen somit nur Gesteine dar, die der Vollständigkeit halber erwähnt werden müssen. Eine Ausnahme bilden die Basisglieder der Leine-Serie, Grauer Salzton und Hauptanhydrit, die in der gesamten Sangerhäuser Mulde ausgebildet sind. Die Leine-Serie beginnt mit dem **Grauen Salzton** und endet

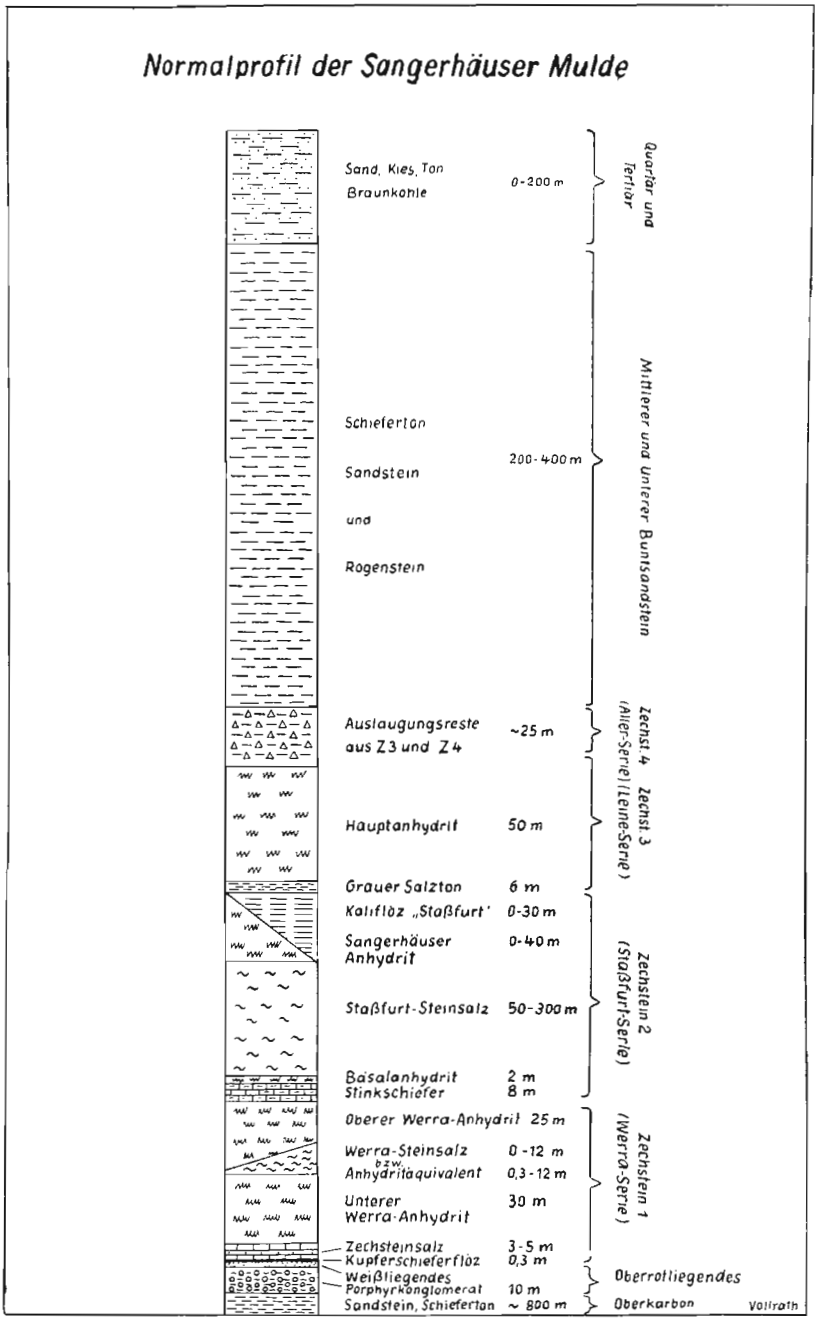

Normalprofil der Sangerhäuser Mulde
Sand, Kies, Ton
Braunkohle
0-200 m
Quartär und Tertiär
Schieferton
Sandstein
und
Rogenstein
200-400 m
Mittlerer und unterer Buntsandstein
Auslaugungsreste aus Z3 und Z4
~25 m
Zechst.4 (Aller-Serie)
Hauptanhydrit
50 m
Zechst.3 (Leine-Serie)
Grauer Salzton
6 m
Kaliflöz „Staßfurt"
0-30 m
Sangerhäuser Anhydrit
0-40 m
Staßfurt-Steinsalz
50-300 m
Basalanhydrit
2 m
Stinkschiefer
8 m
Zechstein 2 (Staßfurt-Serie)
Oberer Werra-Anhydrit
25 m
Werra-Steinsalz bzw. Anhydritäquivalent
0-12 m
0,3-12 m
Unterer Werra-Anhydrit
30 m
Zechstein 1 (Werra-Serie)
Zechsteinsalz
3-5 m
Kupferschieferflöz
0,3 m
Weißliegendes
Porphyrkonglomerat
10 m
Sandstein, Schieferton
~ 800 m
Oberrotliegendes
Oberkarbon
Vollrath

Abb. 3

mit dem **Leine-Steinsalz,** während die Allerserie mit dem **Roten Salzton** beginnt und mit dem **Grenzanhydrit** endet. Die Schichtenfolge vom Hauptanhydrit bis zum Unteren Buntsandstein bilden in der Mehrzahl Tonsteine mit eingelagerten Gips- und Dolomit-Knollen, die als Auslaugungsreste oder Einsturzgebirge des Zechstein 3 und 4 bezeichnet werden.

DECKGEBIRGE

Das Deckgebirge der sehr mächtigen Zechsteinablagerungen bilden die rotbraun und weißlichgrau gefärbten Sandsteine, Rogensteine und Schiefertone des **Unteren und Mittleren Buntsandsteins.** Über dem Buntsandstein liegen an verschiedenen Stellen der Sangerhäuser Mulde Sande, Kiese und Tone mit eingelagerten Braunkohlenflözen des Tertiärs, die in der Gegend von Riestedt, Bornstedt, Holdenstedt, Artern und am Kyffhäuserrand in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts der Gegenstand eines regen, wenn auch lokalen Bergbaus waren.

Die Ablagerungen der **Eiszeit** beschränken sich in unserem Gebiet fast ausschließlich auf die Täler der Helme und Unstrut, wo sehr mächtige Sand- und Kieselablagerungen gebildet wurden, während die Hochflächen nur von einer dünnen Lößdecke bedeckt sein können.

Die jüngste Ablagerung stellt in den Tälern ein humoser, dunkler Ton (Wiesenton) dar, während das jüngste Schichtenglied der Hochfläche der Mutterboden ist.

Aufbau, Chemismus und Vererzung des Kupferschieferflözes

Das Kupferschieferflöz besitzt einen durchschnittlichen Kupfergehalt von ca. 2 bis 3 Prozent. Die übrigen industriell wichtigen Metalle treten in weitaus geringeren Mengen, meist nur in Spuren auf, so daß also 96 Prozent des abbauwürdigen Flözes aus taubem Gestein bestehen. Das bedeutet, daß zur Gewinnung von 1 Tonne Kupfer 40 bis 50 Tonnen Kupferschiefer gefördert werden müssen. Das Flöz hat, abgesehen von der so wichtigen Metallführung, die gesondert behandelt wird, folgende durchschnittliche chemische Zusammensetzung:

Kieselsäure	= 38,9 %
Schwefel	= 2,5 %
Phosphor	= 0,08%
Kohlenstoff	= 6,09%
Kohlensäure	= 11,39%
Natrium	= 0,67%
Kalium	= 2,59%
Tonerde	= 12,66%
Calziumoxyd	= 14,78%
Magnesium	= 3,23%
Eisen	= 2,34%
Mangan	= 0,11%

Nur 2 Volumenprozent des gesamten mineralischen Bestandes sind verwertbare Metallverbindungen. Sie haben folgende gewichtsmäßige Zusammensetzung:

Kupfer	(Cu) 2,5%
Blei	(Pb) 0,8%
Zink	(Zn) 1,1%
Hauptmetalle	

Ferner sind in geringen Mengen bzw. in Spuren folgende Metalle enthalten:

Silber	**(Ag) bis 0,05 %**
Cadmium	**(Cd) bis 0,05 %**
Vanadium	**(V) bis 0,05 %**
Wismut	(Bi) bis 0,01 %
Chrom	(Cr) bis 0,01 %
Molybdän	**(Mo) bis 0,01 %**
Wolfram	(W) bis 0,01 %
Nickel	**(Ni) bis 0,01 %**
Zirkon	(Zr) bis 0,001 %
Zinn	(Sn) bis 0,001 %
Kobalt	(Co) bis 0.001 %
Gold	**(Au) bis 0,0005%**
Platin	**(Pt) bis 0,0001%**
Palladium	**(Pd) bis 0,0001%**
Iridum	(Ir) bis 0,0001%
Rhenium	**(Re) bis 0,0001%**
Selen	**(Se) bis 0,0001%**
Germanium	**(Ge) bis 0,00190%**

(Die fettgedruckten Komponenten werden z. Z. wirtschaftlich genutzt). Über den Mineralbestand des Kupferschiefers gibt die nachfolgende Tabelle Auskunft:

Kalkspat – Dolomit – Gips – Anhydrit	41 %
Kieselsäure	29 %
Bitumen	9 %
Feldspat	7 %
Quarz	5 %
Kaolin	5 %
Serizit = (Glimmer)	2 %

Kalkspat und Dolomit können in Form von Linsen und Flasern in den untersten Lagen des Flözes auftreten. Der Kalkspat bildet auch schalige Kugeln mit bituminösem Gerüst. Vermutlich sind diese Abscheidungen Überreste von Kalkalgen.

Gips und Anhydrit treten entweder parallel zur Schichtung als Einlagerungen oder in Form von Perlen und Augen auf.

Quarz und Feldspat sind vorherrschend als feinstes Gesteinsmehl ausgebildet.

Serizit tritt in Form von kleinsten Blättchen auf und ist in den unteren Lagen angereichert.

Die **kohlenstoffhaltige Substanz** besteht zum Teil aus anthrazitähnlichen Stoffen, zum Teil aus Bitumen.

Generell ist zu sagen, daß die einzelnen Metallkomponenten als Sulfide (Metall-Schwefelverbindungen) und nur in seltenen Fällen in gediegener Form auftreten. Die wichtigsten Verbindungen sind: Kupferglanz (Cu_2S), Buntkupferkies (Cu_5FeS_4) und Kupferkies ($CuFeS_2$). Hierzu treten mehr oder weniger untergeordnet Zinkblende (ZnS), Bleiglanz (PbS), gediegen Silber (Ag), Silberglanz (Ag_2S) und die Verbindungen der Spurenelemente auf.

Diese Erzminerale liegen entweder als **Erzspeise** in Form von kleinen, mit dem bloßen Auge kaum erkennbaren Stäubchen fein verteilt im Schiefer vor, oder sie treten in Form von feinen Schnüren auf, die bis zu 2 oder 3 mm Dicke erreichen und parallel zur Schichtung verlaufen. Man bezeichnet diese Schnüre als **Erzliniale.** Hauptsächlich in den oberen Lagen sind unregelmäßig begrenzte Flecken und Körner anzutreffen, die als **Erzbohnen** oder **Erzhieken** bezeichnet werden.

1. Kupferglanz (Cu_2S)

   Kupferglanz kommt nie in Kristallen, sondern stets in feinkristalliner (derber) Form vor. Das Mineral hat in frischem Zustand rötlichviolette Farbe, ist aber meist oberflächlich verwittert und schwarz gefärbt. Fast immer ist Kupferglanz mit Buntkupferkies, untergeordnet auch Kupferkies und gediegen Silber, vergesellschaftet. Kupferglanz ist als Hauptkupferträger anzusehen. Die Erzminerale treten in der Tresse als fein eingesprengte Füllung in Poren des Sandsteins als „Zement" auf.

2. Buntkupferkies (Cu_3FeS_4)

   Das zweite wichtige Kupfermineral ist der Buntkupferkies, ein Mineral von bläulichvioletter Farbe, das ebenfalls nur in derber Form auftritt. Das Mineral kommt in Gemeinschaft mit Kupferglanz, häufig auch mit Kupferkies, vor.

3. Kupferkies

   Kupferkies ist ein goldgelbes Mineral, das meist in feinkörnigen Aggregaten auftritt.

4. gediegen Silber
   Gediegen Silber ist von gelblichweißer Farbe. Meist kommt es nur in derber Form als Blech oder Erzspeise vor, seltener ist es als Silberdraht, Silberlocken und -spiralen in Drusen zu finden.
5. Bleiglanz
   Das Mineral tritt in derber und kristalliner Form auf. Es ist ein mattsilbriggrau glänzendes Mineral, das meist in Gesellschaft von Kalkspat und Schwefelkies, seltener Zinkblende auf Klüften, aber auch in feinverteilter Form als „Speise" im Flöz auftritt. Im Dachklotz und im Sanderz ist Bleiglanz nur untergeordnet zu finden.
6. Zinkblende
   Zinkblende tritt in feinkristalliner Form als gelblichbraune Schalenblende in Krusten und Überzügen in Erzrücken und in feinverteilter Form in kleinsten Körnern im Flöz auf.

   Die übrigen Minerale sind von untergeordneter Bedeutung.

Die Verteilung der Metalle und Erzkomponenten im Kupferschieferflöz

1. Generell ist zu sagen, daß im normalen, bauwürdigen Kupferschieferflöz im ungestörten Feld die Lagen 1 bis 3 oder 1 bis 4 bauwürdig sind, wenn die Kupfergehalte über 5,51 kg/t und 5,51 kg/m² liegen.
2. Alle Lagen des Flözes sind gut vererzt. Dies ist nur in der Nähe der sogenannten Edlen Rücken (mineralgefüllte Verwerfungsspalten) der Fall.
3. Nur die oberen Lagen (4 und 5) und das Hangende sind gut vererzt. Diese Verhältnisse trifft man in der Nähe von Vertaubungszonen, den sogenannten „Rote-Fäule"-Zonen, an. Darunter versteht man eine Rotfärbung des hangenden Zechsteinkalkes, die mit einer Vertaubung des Flözes verbunden ist.
4. Niedrige, unbauwürdige Kupfergehalte des Flözes in den unteren Lagen sind mit bauwürdigen Pb-Zn-Gehalten gekoppelt. (Blei- Zink-Facies des Kupferschiefers).
5. Das Liegende des Kupferschiefers, das Weißliegende oder das Zechsteinkonglomerat können ebenfalls bauwürdige Kupfergehalte in den oberen 10 cm führen. Man spricht hier von Sanderz.

Diese unterschiedliche Metallverteilung hat ihre Ursache in der Stoffzufuhr und in den herrschenden geochemischen Bedingungen.

TEKTONIK (LAGERUNGSVERHÄLTNISSE)

Zum Verständnis der tektonischen Vorgänge, die zum heutigen geologischen Bild der Sangerhäuser Mulde führten, ist es erforderlich, zuerst einige Grundbegriffe der Tektonik zu erläutern.

Tektonik ist die Lehre vom Bau der Erdkruste und ihren Bewegungsformen. Die Aufgabe des Geologen, der sich mit diesem Spezialgebiet be-

schäftigt, ist es, die Gesetzmäßigkeiten der überaus kompliziert aufgebauten Erdkruste zu erforschen sowie die Ursachen abzuleiten. Hierbei handelt es sich keinesfalls nur um Arbeiten von wissenschaftlichem Interesse, die Tektonik ist in stärkstem Maße mit dem Bergbau verknüpft. Die komplizierten Lagerungsverhältnisse innerhalb der Erdkruste sind durch zwei Formen der Bewegung im Verlaufe der Erdgeschichte entstanden:

die der Epirogenese (großräumige Hebung und Senkung)

und die Orogenese (lokale Beanspruchung der Schichten)

während der varistischen Orogenese (Gebirgsbildung in der Steinkohlenzeit) war auch unser Gebiet ein Teil jenes großen varistischen Gebirges geworden, welches sich von Frankreich quer durch Südwest- und Mitteldeutschland zog. Die Gesteine wurden dabei zusammengepreßt und im stärksten Maße zu Falten zusammengeschoben.

Kyffhäuser — und Südharzgebiet gehören z. B. einer Schwelle an.

Die saalische Faltung an der Wende Unterrotliegendes/Oberrotliegendes führt zu weiten Hebungen und Senkungen. Erst an der Wende der Formation Jura/Kreide (kimmerische Phase) wird nach und nach der Harz gehoben und damit bereits der Abtragung ausgesetzt. Die stärkste Heraushebung des Harzes und Kyffhäusers und die Bewegungen an den Störungen (das Zerbrechen in einzelne Schollen) vollzieht sich während der Kreidezeit (subherzyne Bewegung). Hand in Hand mit der Heraushebung erfolgte die Abtragung der obersten Schichten bis an den am stärksten gehobenen Gebieten (Harz und Kyffhäuser), der alte Unterbau freigelegt ist. Damit ist die Tektonik bereits von der oberen Kreideformation aus im wesentlichen abgeschlossen.

Im Zusammenspiel vieler Faktoren hat sich das heutige geomorphologische und tektonische Bild der Sangerhäuser Mulde entwickelt. Auf Abb. 4 sind einige Lagerungsstörungen dargestellt.

Welche wichtigen Störungen der Gesteinslagerung sind uns bekannt und durch welche Kräfte sind sie zu erklären. Gehen wir zunächst von der ungestörten Lagerung, der normal annähernd horizontal abgelagerten Schicht aus. (Abb. 4a). Wird diese durch seitlichen Druck **gepreßt,** so entsteht jeweils entsprechend dem mechanischen Verhalten der Gesteine bei

1. **bruchloser Verformung** die Falte (Abb. 4b)
2. **Bruchverformung** die Überschiebung (Abb. 4c)

Weitere Erscheinungen sind die Pressungsklüfte = feine Risse im Gestein.

Wird das Schichtpaket durch seitlichen Zug **gezerrt,** so entsteht jeweils entsprechend dem mechanischen Verhalten der Gesteine bei

1. **bruchloser Verformung** die Flexur (Abb. 4d)
2. **Bruchverformung** der Sprung (Abb. 4e).

Weitere Erscheinungen sind die Zerrungsklüfte = feine Risse im Gestein.

Die Sangerhäuser Mulde ist in sich nicht tektonisch einheitlich aufgebaut. Sie wird durch zahlreiche herzyn (NW/SE) und erzgebirgisch (NE/SW) verlaufende Störungen im Schollen zerteilt, die an diesen Störungen

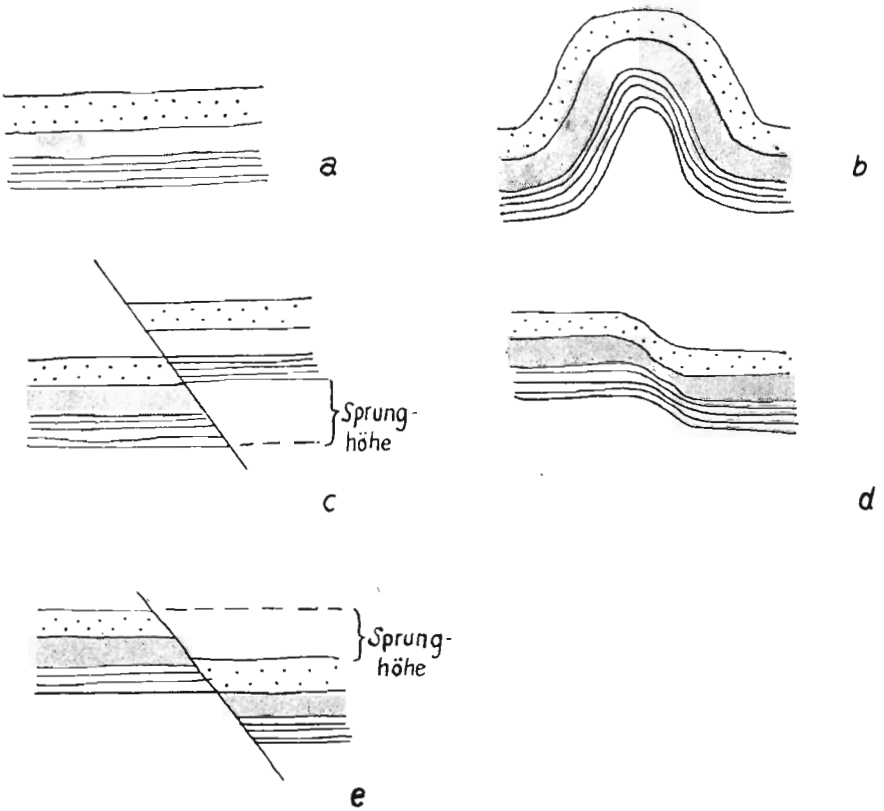


Abb. 4

entweder gehoben oder abgesenkt sein können. (Abb. 5). Es sollen hier nur die wichtigsten genannt werden, wobei im folgenden das Kupferschieferflöz im Mittelpunkt stehen soll.

Am Harzrand gehen das Flöz, sowie die Schichten darüber, zu Tage aus. In südlicher bzw. südöstlicher Richtung fällt es entsprechend einer durchschnittlichen Neigung von 5 Grad allmählich ein und erreicht im Raum Allstedt eine Teufe von 1100 m. Ähnlich verhält sich das Flöz südlich der **Röblinger Störung,** es fällt aus dem Raum Hackpfüffel/Edersleben (der sog. **Hochscholle von Edersleben)** von 200 m in Richtung Allstedt auf 1100 m ab. Die **Nienstedter Störung** und **Einsdorfer Störung** schließen die **Nienstedter Hochscholle** ein, die an diesen Störungen 300 m gehoben werden. Östlich davon befindet sich die sog. **Spezialmulde von Osterhausen,** eine Scholle, in der das Flöz wieder sehr tief liegt (800 bis 1400 m). Sie

endet an der südwestlichen Randstörung des **Hornburger Sattels.** Er wurde so stark herausgehoben, daß das Flöz heute abgetragen ist und die darunterliegenden Schichten zutage treten. An der **Hornburger Tiefenstörung,** eine der bedeutendsten Störungen Mitteldeutschlands, die sich nach SW bis Sachsenburg nachweisen läßt, bricht der Hornburger Sattel ab. Südlich davon verschwindet auch das Flöz in größeren Tiefen (Querfurter Mulde).

Während der Nordrand des Kyffhäusers und des Bottendorfer Höhenzuges von einer Störung gebildet wird, an welcher eine Heraushebung z. T. über 1000 m stattfand, so daß die Abtragung älteste Gesteine freilegen konnte, wobei natürlich auch das Kupferschieferflöz verloren ging, fallen die Schichten nach SW, S und SE allmählich ein (800 bis 1000 m).

Erschließung der Lagerstätte und Gewinnung des Erzes

Die Lagerstätten werden im allgemeinen durch Schürfe und Bohrungen erkundet.

Waren diese Erkundungsarbeiten erfolgreich, kann die Lagerstätte zur Gewinnung des Erzes erschlossen werden.

Schürfe und Bohrungen

Stellenweise werden am Ausgehenden des Kupferschieferflözes Schürfgräben quer zum Streichen der Lagerstätte angelegt, um genaue Anhaltspunkte über Lage und Metallgehalte zu gewinnen. Man kennt Schürfgräben und Schürfschächte. Stellen, wo vermutlich das Flöz unmittelbar unter der Erdoberfläche liegt, wird ein Graben von etwa einem Meter Breite und 1 bis 3 Meter Tiefe angelegt, dessen Länge je nach Bedarf mehrere Meter beträgt. Ist das Kupferschieferflöz freigelegt, werden geologische Aufnahmen angefertigt und Proben aus dem Flöz zur Erstellung von Analysen entnommen. Wird das Flöz in einer größeren Tiefe vermutet, werden Schürfschächte niedergebracht und aus diesen heraus Strecken von geringen Ausmaßen bis zum vermuteten Flöz aufgefahren. Hat man das Flöz erreicht, werden auch in diesem Fall geologische Aufnahmen gemacht und Proben entnommen. Die geschilderten Schürfarbeiten lassen sich aber nur in solchen Gebieten anwenden, wo das Flöz in geringen Teufen liegt. Bei Aufsuchen des Kupferschieferflözes durch Bohrungen werden technisch zwei Gruppen von Bohrarbeiten unterschieden:

1. Bohrungen, die von der Erdoberfläche aus mit Craelius-, Seilschlag- oder Rotarygeräten durchgeführt und in Tiefen von nahe 100 m bis mehr als 1000 m niedergebracht werden.

In den meisten Fällen werden diese Bohrungen senkrecht nach unten ausgeführt. Bei der Untersuchung der Metallgehalte im Flöz durch Tiefbohrungen von der Erdoberfläche aus spielt die Tatsache eine Rolle, daß das Flöz in Tiefen zwischen 300 und 1200 Meter erbohrt werden muß, um einen Kern des Flözes zu erhalten. Es wird ein systematisch angeordnetes Bohrlochnetz über ein bestimmtes Gebiet gelegt und abgebohrt. Die Abstände der einzelnen Bohrlöcher betragen dann in der Regel 1000 Meter. Dieser Abstand hat sich erfahrungsgemäß allgemein als ausreichend für eine annähernd sichere Beurteilung der Kupferschieferlagerstätte herausgestellt.

Die gezogenen Bohrkerne des Kupferschieferflözes werden im Laboratorium quantitativ analytisch auf ihre Metallgehalte untersucht. Der Durchmesser dieser Bohrkerne aus dem Flöz kann sehr unterschiedlich sein (90 bis 100 mm). (Abb. 6)

2. Untertage-Bohrungen, die in Feldsteilen durchgeführt werden, in welchen das Flöz durch Verwerfungen seine Lage verändert hat, um durch diese Bohrungen Anhaltspunkte über die Metallführung und Lage zu erhalten.

Einrichtung der Schachtanlage

Über der Schachtröhre steht das Fördergerüst aus Stahl mit den Seilscheiben. Der Schacht selbst ist mit einem Schachtgebäude umbaut, in welchem sich die Hängebank befindet. Auf der Hängebank werden die von unter Tage kommenden Förderwagen von den Förderkörben abgezogen und in Kreiselwippern entleert. Die leeren Förderwagen gelangen dann wieder mit Hilfe der Förderkörbe nach unter Tage. Das geförderte Haufwerk wird nach Erz und taubes Gestein getrennt in verschiedene Bunker gestürzt. Das taube Gestein gelangt vom Bunker aus mit Hilfe einer Seilbahn und anschließend mit einem sogenannten Höhenförderer auf die Halde. Es sind dies die großen Pyramiden, die Wahrzeichen des Mansfelder und Sangerhäuser Bergbaues. Der Höhenförderer ermöglicht das Aufschütten eines hohen Kegels.

Das geförderte Erz wird aus dem Erzbunker in große Spezialwagen der Reichsbahn, die nur für den Abtransport des Erzes bestimmt sind, verladen und auf dem Schienenweg den Rohhütten zur Weiterverarbeitung zugeführt.

Unweit des Schachtgebäudes, über welches das Fördergerüst hinausragt, steht die Fördermaschine. Da es sich bei den neueren Schachtanlagen meist um sogenannte Doppelförderschächte handelt, werden auch zwei Fördermaschinen erforderlich. Die Fördermaschinen sind in der Hauptsache mit Koepe-Scheiben von 6 bis 7 m Durchmesser ausgerüstet. Die Förderseile sind etwa 30 bis 50 mm dicke Stahldrahtrundseile, die täglich vor der ersten Seilfahrt geprüft werden. Sie laufen von der Koepescheibe der Fördermaschine über Seilscheiben, die oben im Fördergerüst verlagert sind, welches genau über dem Schacht angeordnet ist. Die Koepescheibe wird von einem Elektromotor angetrieben. Um einen Ausgleich der unterschiedlichen Gewichtsbelastung der Förderkörbe zu errei-

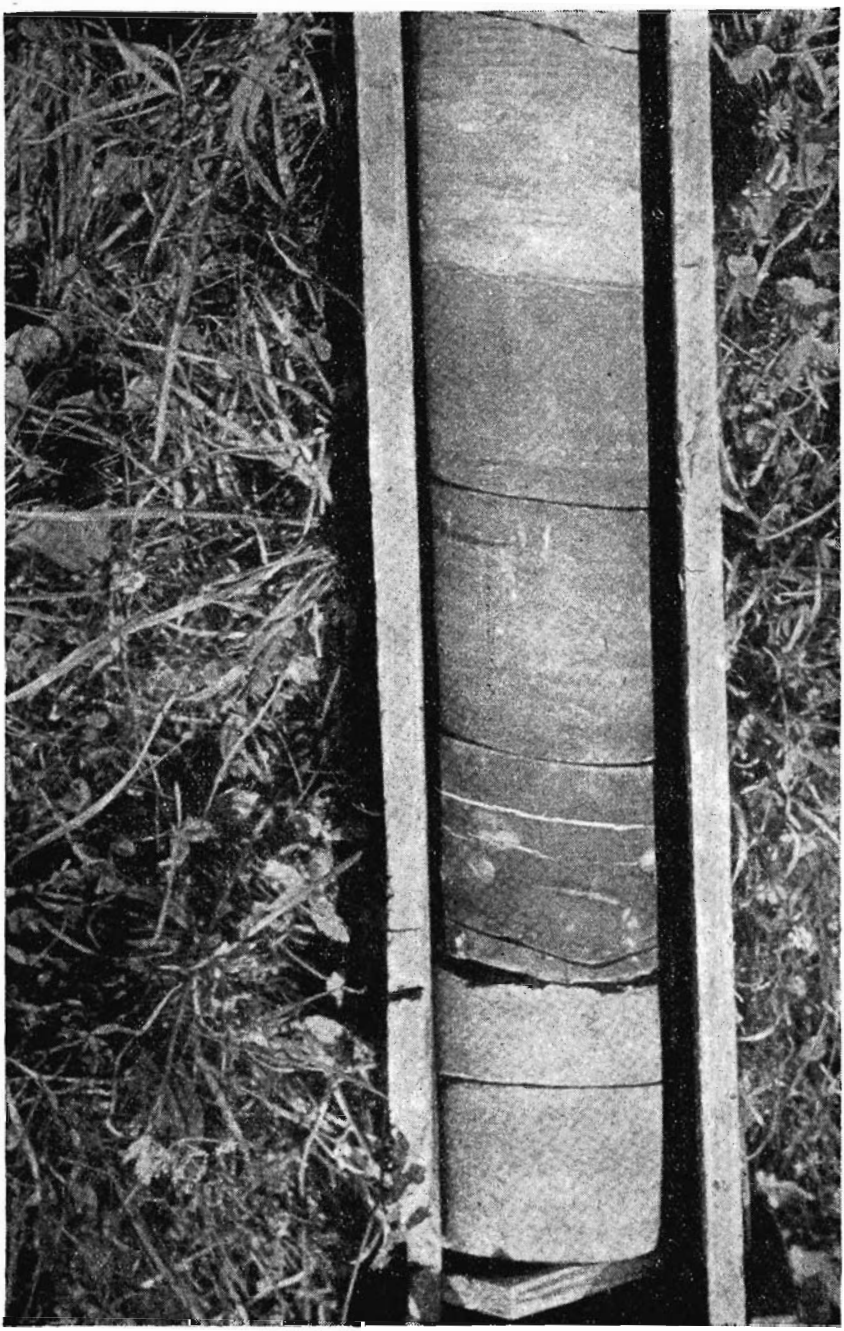


Abb. 6

chen, ist ein Unterseil nötig, das die beiden Böden der Förderkörbe miteinander verbindet. Hierzu werden meistens Flachseile verwendet.

(Abb. 7. Schnitt durch eine Schachtförderungsanlage). Um die großen Nutzlasten aus den Schächten zu fördern, sind Förderkörbe mit mehreren Etagen üblich. Jede Etage nimmt gewöhnlich 2 Förderwagen auf, die hintereinander stehen. Die Fördergeschwindigkeit kann bis zu 16 m/sec betragen, während bei der Personenbeförderung (Seilfahrt) 8 bis 12 m/sec üblich sind.

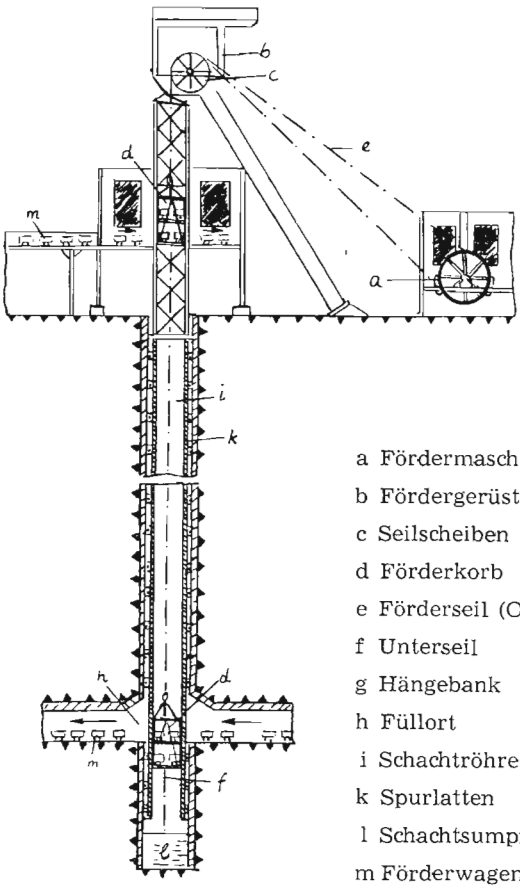
Zu den weiteren Tagesanlagen gehören die Kompressoren, auch Luftverdichter genannt, die aber unter Umständen auch unter Tage aufgestellt werden können. Mit Hilfe der Preßluft (Druckluft) werden sehr viele Aggregate, Maschinen und Werkzeuge (z. B. Preßlufthämmer) angetrieben. Ferner gehören zu den Tagesanlagen auch Metall- und Holzwerkstätten, in denen gut ausgebildete Fachhandwerker, die in solch großen Betrieben, wie es die Schachtanlagen sind, anfallende Reparaturen schnellstens ausführen und eingetretene Betriebsstörungen sicher beseitigen können.

Ein Kesselhaus versorgt die gesamte Schachtanlage mit Heizung und Warmwasser für die Wasch- und Baderäume, auch Kaue genannt. In ihr kleiden sich die Bergleute für ihre Arbeit unter Tage um. In Verbindung mit der Kaue stehen Lohnbüro, Steiger- und Verwaltungsräume.

In der Lampenstation wird das elektrische Geleucht der Bergleute aufgeladen und Reparaturen an demselben durchgeführt. Hier wird auch das Geleucht an die einfahrenden Bergleute ausgegeben bzw. nach der Ausfahrt wieder abgegeben. Ein Magazin hält die unendlich große Anzahl von Werkzeugen, Schmiermitteln und Ersatzteilen am Lager. Mit Hilfe der Probenahmeanlage und des Schachtlabors wird der Kupfergehalt des Fördergutes bestimmt.

Fährt man mit dem Förderkorb in den Schacht, so gelangt man in das Schachtfüllort, eine großräumige Erweiterung des Hauptquerschlages oder einer Hauptförderstrecke am Schacht. Es ist der Schnittpunkt zwischen Strecken- und Schachtförderung und stellt eine Art Bahnhof dar. Auf der Vollseite kommen die beladenen Förderwagen an und werden von hier aus in den Förderkorb geschoben, während auf der Leerseite die von über Tage kommenden leeren Wagen sowie Materialwagen vom Förderkorb abgezogen werden. Je 40 bis 60 Förderwagen bilden einen Zug. Die Züge werden mit Hilfe von elektrischen Fahrdrahtlokomotiven an die Abbaureviere gefahren. Ein Förderwagen hat einen Rauminhalt von 0,53 m^3, die Spurweite der Grubenbahn beträgt 0,60 m. Die Hauptförderstrecken sind zweigleisig ausgerüstet. Zusätzlich ist in das Strekkenprofil eine Fahrstrecke eingearbeitet. Sie müßte eigentlich Laufstrecke heißen; da aber der Bergmann in der Grube nicht läuft, sondern „fährt", entstand die Bezeichnung Fahrstrecke. Vom Füllort gelangen die Bergleute mit Hilfe von Personenzügen in die Abbaureviere.

Zugförderung geht nur in söhligen (horizontalen) Strecken um. Da aber unter Tage in geneigten Strecken (sog. Flachen) auch Förderung umgehen muß, hat man die Förderung mit Seil ohne Ende eingerichtet. Ein an beiden Flachenenden um Kehrscheiben geführtes und gespanntes endloses



a Fördermaschine mit Koepescheibe
b Fördergerüst
c Seilscheiben
d Förderkorb
e Förderseil (Oberseil)
f Unterseil
g Hängebank
h Füllort
i Schachtröhre
k Spurlatten
l Schachtsumpf
m Förderwagen

Abb. 7

Seil wird stets in der gleichen Richtung bewegt. Der Antrieb des Seiles erfolgt durch Reibung auf einer Seilscheibe. Die Wagen werden mit Hilfe einer Kette oder eines kurzen Seiles kontinuierlich in bestimmten Abständen an das endlose Seil angeschlagen (angehängt). Auf einem Gleis gehen die leeren Wagen vor Ort, während gleichzeitig auf dem anderen Gleis die Wagen mit Haufwerk befördert werden.

Eine wichtige Einrichtung unter Tage ist das Sprengstoffmagazin, in welchem der für die Sprengarbeiten unter Tage benötigte Sprengstoff eingelagert wird.

In den Grubenbauen ist ständig für eine ausreichende Zuführung sauerstoffreicher Luft zu sorgen. Die Temperaturzunahme, welche mit dem Eindringen in die Tiefe stattfindet, hat eine Erwärmung der Grubenwetter zur Folge. Erwärmte Luft dehnt sich aus, während das spezifische Gewicht des Luftgemisches abnimmt. Dadurch ergibt sich ein Auftrieb, welcher eine Bewegung der Wetter in der Grube herbeiführt, es entsteht der natürliche Wetterstrom. Bei tiefen Gruben reicht dieser Wetterstrom zur Bewetterung der Baue nicht aus. Eine Verstärkung durch Erzeugung eines künstlichen Wetterstromes wird erforderlich. Um ein ununterbrochenes Fließen des Wetterstromes zu erreichen, müssen zwei von einander unabhängige Öffnungen (Schächte) vorhanden sein. (Aus sicherheitstechnischen Gründen sind 2 Schächte für jede Schachtanlage erforderlich). Durch eine der beiden Öffnungen fällt der Frischwetterstrom (Einziehstrom) in die Grube, während die verbrauchten Wetter (Ausziehstrom) durch die zweite Öffnung nach über Tage abgeführt werden. Sehr große, meist über Tage aufgestellte Ventilatoren sorgen für den geschilderten Kreislauf der Grubenwetter (Luft).

Eine Wasserhaltung (Pumpanlage) soll die Grubenbaue von zusitzenden (zulaufenden) Wassern frei halten und somit ein Ersaufen der Grube verhindern.

Die in der Grube benötigte elektrische Energie wird von der Kraftzentrale aus mit Hilfe von Kabeln mit 3000 bis 5000 Volt Spannung in die Grube geleitet. Mit Hilfe von Transformatoren wird der hochgespannte Strom auf die erforderliche Betriebsspannung transformiert. Die für die mit Preßluft angetriebenen Maschinen, Haspel und Preßlufthämmer, wie Bohr- und Pickhämmer, benötigte Druckluft (4 bis 5 atü Spannung) wird vom Kompressor (Luftverdichter) aus in Rohrleitungen von entsprechenden Durchmessern bis vor Ort geführt.

Ausrichtung der Lagerstätte

Dem Abbau (Gewinnung) der Lagerstätte geht die Ausrichtung voraus. Hierzu gehören Stollen, Schächte, Querschläge und Richtstrecken, Grubenbaue, die außerhalb der Lagerstätte aufgefahren werden und die Verbindung zwischen Tagesoberfläche und Lagerstätte herstellen. Blindschächte sind Schächte, die innerhalb des Grubengeländes geteuft oder hochgebrochen werden, die aber nicht zu Tage ausgehen. Auffahrungen innerhalb einer Lagerstätte zählen allgemein zu den Vorrichtungsarbeiten. Sie haben die Aufgabe, ein Abbaufeld für die Gewinnung vorzubereiten, d. h. dadurch zweckmäßig zu unterteilen unter Berücksichtigung einer geregelten Wetterführung.

Im Kupferschieferbergbau werden Sohlen und Flachen im Flöz aufgefahren, es wären also Vorrichtungsarbeiten, man zählt sie jedoch hier zu den Ausrichtungsarbeiten.

SCHÄCHTE UND AUSRICHTUNG VOM SCHACHT AUS

Grubenbaue sind Räume in der festen Erdrinde für die Zwecke des Bergbaues. Grubenbaue im engeren Sinne sind unterirdisch; man bezeichnet sie als Tiefbau, ein Tagebau dagegen ist an der Oberfläche angelegt. Zur

Zeit geht der Abbau in Tiefen zwischen 500 bis 1000 m um. Die Schächte werden daher auch bis in diese Tiefen niedergebracht. Vor der Bestimmung des Schachtansatzpunktes und des danach folgenden Schachtabteufens muß eine gründliche Erkundung des künftig abzubauenden Flözes vorangegangen sein.

Die Abteufarbeiten eines Schachtes werden von Spezialfirmen durchgeführt. Die hergestellte Schachtröhre hat meist einen runden Querschnitt und ist ausgemauert. In die Schachtröhre werden dann die zur Förderung notwendigen Einrichtungen eingebaut.

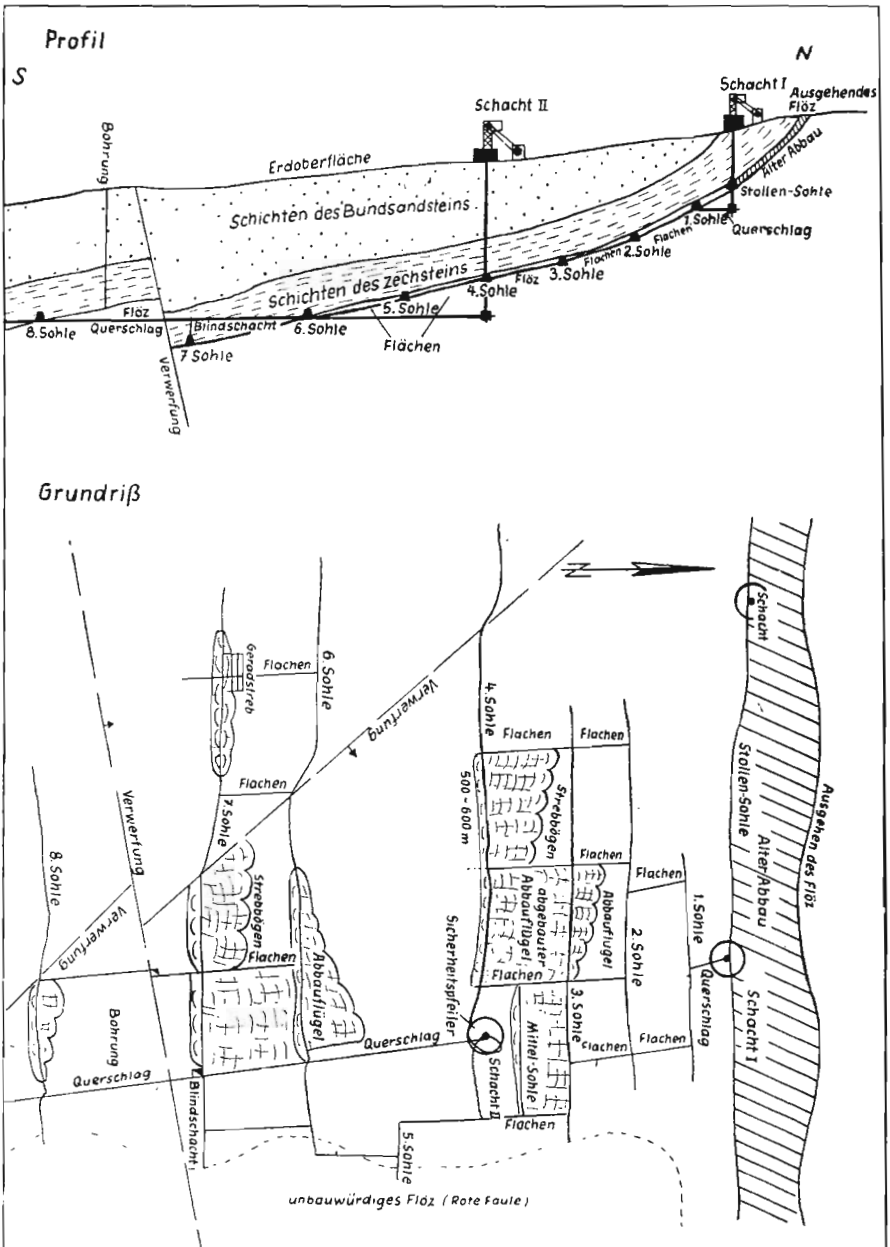
Durch Schachtröhre, Querschlag und Flachen wird das Kupferschieferflöz erschlossen und bleibt somit für eine lange Betriebsdauer mit der Erdoberfläche verbunden (Abb.: 8, Profil und Grundriß einer Schachtanlage).

Die quer, also senkrecht zum Streichen aufgefahrenen Strecken nennt man Querschläge. Hat der Querschlag das Flöz erreicht, wird im Flözstreichen die Sohlenstrecke aufgefahren. Alle in gleicher Teufe liegenden Strecken bilden jeweils eine Sohle. Aus der ins Feld getriebenen Sohlenstrecke werden nun in Abständen von 400 bis 600 m dem Einfallen des Flöz folgend die sogenannten Flachen aufgefahren, und zwar bis in das geplante nächste tieferliegende Sohlenniveau. Haben die Flachen die erforderliche flache Länge erreicht, so werden ihre Fußpunkte durch das Auffahren der Sohlenstrecke im tieferliegenden Niveau verbunden. Es entstehen somit vierseitig umfahrene Abbaufelder, auch Abbauflügel genannt.

Während im Steinkohlenbergbau die Ausrichtungsstrecken meist im Nebengestein angelegt werden, werden im Kupferschieferbergbau die Sohlenstrecken und die Flachen überwiegend auf dem Flöz aufgefahren.

Hangend- und Liegendschichten werden nur bei anormalen geologischen Verhältnissen durchfahren. Auf Grund eines überwiegend gleichmäßigen flachen Einfallens und einer nahezu normalen, d. h. wenig gestörten Ablagerung des Flözes ist die sogenannte söhligflache Ausrichtung vorherrschend.

Die Sohlenstrecken und Flachen werden mit einem Querschnitt von annähernd 10 m^2 (3,4 m Breite und 3 m Höhe) aufgefahren. Die Bohrarbeit wird mit Preßluft-Bohrhämmern (Typ Herkules), welche auf sog. Bohrstützen sitzen, ausgeführt. Die Bohrstützen haben den Zweck, dem Häuer die schwere Bohrarbeit zu erleichtern. Die Bohrstütze nimmt nicht nur das Eigengewicht des Hammers auf, sondern sorgt auch für den Andruck des Hammers im Bohrloch entsprechend des Bohrfortschrittes. Nach dem Abbohren der Bohrlöcher (Durchmesser derselben 36 mm) werden dieselben mit Sprengstoff (Gelantine-Donarit) geladen und elektrisch gezündet. Die Länge der Löcher beträgt bis zu 2,20 m. Rechnet man die Abschlagslänge mit 2,0 m, so beträgt der Ausbruch theoretisch 3,4 x 3,0 m x 2,0 m = 20,4 m^3. Das losgeschossene Gestein (Haufwerk) wird in Sohlenstrecken mit dem Wurfschaufellader und in Flachen mit Schrapplader weggefüllt. Diese Ladegeräte erleichtern den Förderleuten die Arbeit, da



Profil und Grundriß einer Schachtanlage (ohne Maßstab)

Abb. 8

die Schipparbeit fast ganz durch die Maschine übernommen wird. Alle erforderlichen Arbeitsgänge sind soweit weitgehendst mechanisiert, was durch eine erhöhte Arbeitsproduktivität zum Ausdruck kommt. Für das Abbohren des Ortsstoßes, das Abtun der Schüsse und das Wegfüllen des Haufwerkes werden je Schicht 7 Mann benötigt.

DER STRECKENAUSBAU

Eine Strecke im Bergbau ist ein Grubenbau, der den Schacht mit der Lagerstätte (auch der Querschlag ist eine Strecke) oder einzelne Grubenbaue innerhalb der Lagerstätte verbindet. Der Boden der Strecke ist die Sohle, die Decke ist die Firste, und die Seitenwände sind die Streckenstöße. Alle aufzufahrenden Ausrichtungsstrecken-Querschläge, Sohlenstrecken und Flachen- müssen gegen hereinbrechende Gesteinstücke gesichert werden (dasselbe gilt für alle anderen Grubenbaue). Zu diesem Zweck wird ein entsprechender Ausbau eingebracht. Bei der Wahl des Ausbaues sind Beschaffenheit des Gesteins und Gebirgsdruck ausschlaggebend. Anhydritgesteine sind meist sehr standfest, es lösen sich kaum Gesteinsschalen heraus. In Strecken, die im Zechsteinkalk aufgefahren werden, wird der sogenannte Türstockausbau eingebracht, da dieser zur Gesteinsschalenbildung neigt. Wie wir später sehen werden, wird durch den Abbau des Kupferschieferflözes eine Absenkung der hangenden Schichten hervorgerufen. Der Türstockausbau geht dabei zu Bruch und muß nach erfolgtem Abbau völlig neu eingebracht werden. Der Abstand der Türstöcke voneinander beträgt ungefähr 2 m.
Die Liegendschichten des Flözes (Porphyrkonglomerat, Sandstein und Schieferton) sind sehr gebräch. Hier muß ein besonders zweckmäßiger Ausbau eingebracht werden, um die Bergleute vor hereinbrechenden Gesteinsschollen zu schützen. Daher wird in Strecken, die in diesem Gebirge aufgefahren werden, ein sogenannter Eisen-Holz-Ausbau eingebracht. Je Meter Streckenlänge wird ein aus 2 Hälften bestehender unten offener Rundbogen aus Eisen-Doppel-T-Trägern aufgestellt und zwischen 2 Rundbögen Holz gesetzt. Es entsteht ein in sich völlig geschlossener Ausbau.

Abbau

Unter Abbau versteht man die planmäßige Gewinnung nutzbarer Mineralien. Nach dem Auffahren der Sohlenstrecken und der Flachen (im Kupferschieferbergbau zur Ausrichtung zählend) beginnt man mit dem Abbau, da die Strecken und Flachen auf dem Flöz aufgefahren sind und damit die Vorrichtung der Lagerstätte im eigentlichen Sinne entfällt. Nachdem der Abbau ein Stück zu Felde gegangen ist, werden zur Erleichterung und aus Gründen der Wirtschaftlichkeit Bremsberge und Abbaustrecken im bereits abgebauten Feld nachgeschossen.

DER MANSFELDER STREBBAU MIT BOGENFÖRMIGER VERHAULINIE UND AUSNUTZUNG DES GEBIRGSDRUCKES ZUM ABBAU

Als die günstigste Abbauart des geringmächtigen Kupferschieferflözes ist seit altersher der Strebbau entwickelt worden. Man versteht hierunter ein Abbauverfahren mit einer mehr oder weniger langen Abbaufront. Der Strebbau ist nur unter besonderen Bedingungen anwendbar und von verschiedenen Faktoren abhängig. Die Lagerstätte muß möglichst flach

gelagert und nicht zu mächtig sein, das Hangende aus geschlossenen und festen Gebirgsschichten bestehen. Der Strebbau im Kupferschiefer unterscheidet sich vom Strebbau anderer Bergbauzweige (Steinkohle) mit einer geraden Verhaulinie durch eine bogenförmige Verhaulinie. Es wird wie im Steinkohlenbergbau schwebende, streichende und fallende Verhiebsrichtung mit Versatz angewendet. Der Mansfelder und Sangerhäuser Kupferschieferbergbau ist das klassische Beispiel für die bergmännische Gewinnung des Flözes im Strebbau mit Ausnutzung des Gebirgsdruckes. Das Flöz läßt sich schwer mit dem Druckluft-Abbauhammer allein aus dem Schichtverband und vom Nebengestein trennen und gewinnen. Daher nutzt seit Jahrhunderten der Mansfelder Bergmann den Gebirgsdruck, d. h. den Nutzdruck (Kämpferdruck) auf den Abbaustoß zur Zertrümmerung des Flözes aus, um es damit leichter und möglichst rein zu gewinnen. Der Kämpferdruck ist entsprechend den Erkenntnissen der Gebirgsmechanik eine Funktion der Druckgewölbeausbildung, d. h. der Teufe, Streblänge und Strebbogenform, sowie der Hangendschichten (Abb.: 9 Durchbiegen der Hangendschichten).
Mit der bogenförmigen Abbaufront wird erreicht, daß der Gebirgsdruck der hangenden Schichten gleichmäßig auf die Flözkante im Abbau wirkt. Durch die Krümmung des Strebbogens wird der Gebirgsdruck reguliert. Früher wurde das Hangende über dem Flöz nur soweit hereingeschossen, daß man genügend Berge für den Vollversatz zur Verfügung hatte. Heute beträgt die Strebhöhe 80 cm. Dadurch wird dem vor Ort Arbeitenden die Gewinnung etwas erleichtert. Es fallen aber mehr Berge an. Sie können nicht restlos im Bergeversatz untergebracht, sondern müssen zu Tage gefördert und mit Hilfe der Seilbahn zur Bergehalde befördert werden. Der Ausbau des Strebraumes erfolgt überwiegend in Holz (Stempel mit Unterzügen und Türstöcken), Neuerdings werden Versuche mit Leichtmetallstempeln durchgeführt, mit dem Ziel, eine stempelfreie Abbaufront für die Mechanisierung der Gewinnungsarbeiten zu erhalten.
Die Einführung einer geraden Strebfront, die eine vorteilhaftere Mechanisierung der Gewinnungs- und Förderarbeiten ermöglicht, ist teilweise schon erfolgt.

DIE STREBENTWICKLUNG BIS ZUM VOLLENTWICKELTEN ABBAUFLÜGEL

Im Mansfelder Kupferschieferbergbau wird seit 1930 der Strebbau mit abgesetzten Stößen und flach bogenförmiger Verhaulinie angewendet. Der Anhieb (Beginn des Abbaues) erfolgt in der Sohlenstrecke und zwar oberhalb sowie unterhalb derselben, als bohnen- oder nierenförmiger Abbauraum (Abb.: 10 Strebenentwicklung). Die feine Lette wird mittels Abbauhammer soweit als möglich ausgeschrämt. Die darüber liegenden Flözlagen werden dann infolge des Gebirgsdruckes gängiger und ebenfalls mit dem Abbauhammer gewinnbar. Anschließend gewinnt man durch Bohr- und Schießarbeit die hangenden Berge herein. Allmählich beginnt sich die Fäule über dem freigelegten Raum des Anhiebes vom Zechsteinkalk zu lösen, sie biegt sich durch. Da sie gebräch ist, kann sie leicht aus dem Schichtverband abreißen. Um aber nun den einsetzenden Gebirgsdruck zu erhalten, wird die freigelegte Fäule durch Holzausbau

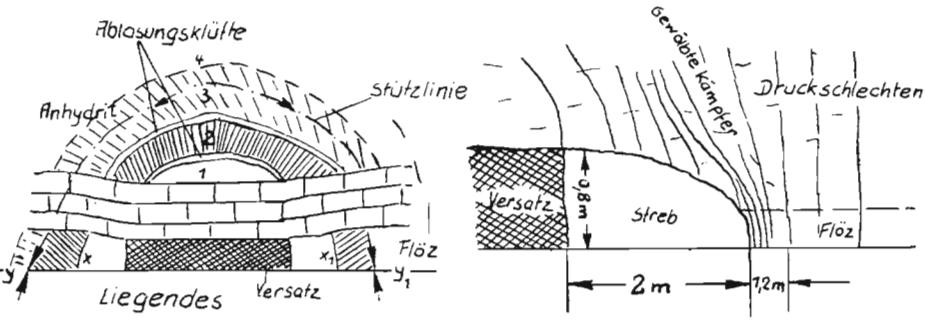


Abb. 9

und Versatz gesichert. Im Versatz wird die Fahrt ausgespart, sie bildet den Zugang zum Streb. Ist durch den fortschreitenden Abbau eine Fläche von 25 m streichender Länge und 30 m in schwebender Richtung abgebaut, wird der erste Strebbogen abgesetzt, indem die in diesem Bogen arbeitende Brigade – meist 6 Mann – sich von nun an mit dem Abbau schwebend ins Abbaufeld bewegt. Mit dem Streichenden Abbau beiderseits der Sohlenstrecke wird der Gebirgsdruck aus der Strecke genommen und auf die Strebkante verlagert. Damit wird die Standfestigkeit der Strecke erhöht. Ist durch den Abbaustreifen beiderseits der Sohlenstrecke abermals eine streichende Länge von 25 m erreicht, dann erfolgt das Absetzen des zweiten Strebbogens, der dem ersten nunmehr in schwebender Richtung folgt. Durch Fortschreiten des Abbaues in der Streichrichtung ist nach jeweils 25 m Vortrieb das Absetzen weiterer Strebbögen möglich. So entsteht der Strebbau mit kurzen, abgesetzten Stößen bei einer bogenförmigen Verhaulinie.

DIE VORRICHTUNG DES FLÖZES

Wie bereits geschildert, folgt im Kupferschieferbergbau die Vorrichtung dem Abbau. Die Abbaubrigaden mit normalerweise 6 Mann je Brigade erhalten einen Strebbogen von 25 m zugewiesen. Die Schiefern (Erz) und die überschüssigen Berge werden in Hunten (niedrige Förderwagen, die das Fördergut aus den 80 cm hohen Abbauen herausfördern) durch die Strebfahrt zur Sohlenstrecke abgefördert, wo das Fördergut aus den Hunten in die Förderwagen umgeladen wird. Die Strebfahrt liegt in der Mitte des Strebbogens und hat eine Breite von 2 m und ist bis zu einer Länge von 80 m wirtschaftlich. Daher werden vom Bremsberg aus in schwebenden Abständen von 80 m (Abb.: 12 Vorrichtung-Grundriß) streichende Abbaustrecken aufgefahren. (Ein Bremsberg ist eine zur Abwärtsförderung dienende schiefe Ebene mit 2 Gleisen auf dem einen Gleis fährt ein beladener Wagen abwärts und zieht dabei an einem Seil einen leeren Wagen auf dem anderen Gleis nach oben. Um den vollen Wagen etwas abbremsen zu können, wird das ablaufende Seil über eine Bremsscheibe geführt). In Bremsbergen sowie Abbaustrecken kann Förderung mit Förderwagen umgehen, da diese Förderwege in entsprechend großen Querschnitten

aufgefahren werden. In den Abbaustrecken werden Sturzbühnen eingebaut, die das Entleeren der Hunte in die Förderwagen beschleunigen und dem Bergmann die Arbeit erleichtern. Früher mußten die Hunte von Hand umgestürzt und das Haufwerk von der Streckensohle mit der Schaufel in die Förderwagen geschaufelt werden. Das Auffahren von Bremsbergen und Abbaustrecken erfolgt im bereits abgebauten Feld mit Hilfe von Bohr- und Schießarbeit. Das anfallende Gestein muß zu Tage gefördert werden.

DIE HEUTIGE GEWINNUNG UND ABBAUFÖRDERUNG

Gewinnungsarbeiten sind diejenigen bergmännischen Arbeiten, die den Zweck haben, das Erz aus seinem natürlichen Schichtenverband zu lösen, so daß es nach über Tage gefördert werden kann. Wir unterscheiden heute im Kupferschieferbergbau vom Stand der mechanisierten Gewinnung her folgende Arten:

1. Hunte-Streb
2. Plattenband-Streb
3. Einschienenförderer-Streb
4. Geradstreb

Der Hunte-Streb ist die seit vielen Jahren unverändert gebliebene Gewinnungs- und Abbaumethode im Kupferschiefer. Hier ist im Gegensatz zum Plattenband, Einschienenförderer und Geradstreb kein mechanisiertes Gerät (außer Bohr- und Abbauhammer) im Einsatz, sondern hier steht der Bergmann mit seiner ganzen Kraft im Mittelpunkt des Abbaues, während in den mechanisierten Streben eine körperliche Erleichterung für den Bergmann und eine größere Leistung erzielt werden. Ein Huntestreb wird je nach der Länge mit einer bis zu vier Brigaden belegt. Die Brigade besteht aus 2 Häuern, 2 Füllern, einem Trecker und einem Stürzer. Der erste Häuer ist der Brigadeleiter. Er trägt die Verantwortung für Strebsicherheit und die Erfüllung des Brigadeplanes.

Die Strebarbeit setzt sich aus folgenden Hauptarbeitsgängen zusammen:

1. Beräumen des Strebes
2. Stellen des Strebausbaues
3. Einbringen des Bergversatzes
4. Gewinnung der Erze
5. Ladearbeit und Abbauförderung
6. Abbohren der Dachberge

BERÄUMEN DES STREBES

Bei Beginn der Schicht ist der Streb mit hereingeschossenen Dachbergen angefüllt. Der Strebstoß und das Strebdach werden zuerst mit dem Fäustel von losen Gesteinsschalen beräumt, d. h. sie werden hereingewonnen.

EINBRINGEN DES BERGEVERSATZES (HANDVOLLVERSATZ)

Nach dem Beräumen versetzen die Häuer die hereingeschossenen Berge mittels kurzstieliger Handschaufel im rückwärts entstandenen Strebhohlraum. Der Versatz ist bis dicht unter das Hangende (Dach) zu führen. Damit das Hangende sich fest auf den Versatz auflegen kann, d. h. daß der Versatz einwandfrei das über dem Strebraum hangende Gebirge tra-

gen kann, müssen die Bergestücke zu Mauern aufgeschichtet werden. Auf keinen Fall dürfen Hohlräume innerhalb des Versatzes geduldet werden. Der Bergeversatz darf höchstens 2,5 m vom Strebstoß entfernt sein. Die hereingeschossenen Berge können nicht restlos im Streb versetzt werden (Schüttung des Gesteins). Etwa 50 Prozent des tauben Gesteines müssen daher abgefördert werden.

STELLEN DES STREBAUSBAUES

Nachdem der Bergeversatz eingebracht bzw. die restlichen Berge abgefördert worden sind, muß der Abbau gegen hereinbrechende Gesteinsschalen durch Einbringen des Ausbaues gesichert werden. Verwendung finden Holzstempel mit Unterzug. Wenn erforderlich, sind Türstöcke zu stellen, die größerem Gebirgsdruck Widerstand leisten. Überhängende Dachberge am Strebstoß werden durch Kopfstempel, unterschrämte Stöße durch entsprechend kurze Bolzen gesichert. Die Stempeldichte beträgt je 2 m^2 Flözfläche einen Stempel.

GEWINNUNG DES ERZES

Nach dem Einbringen des Ausbaues beginnt die Gewinnung des Flözes mittels Abbauhammer. Die Häuer beginnen von der Strebfahrt aus mit dem sogenannten „Schiefern hacken". Mit dem Abbauhammer werden die Flözlagen bis in die „gültige" Flözhöhe unter Ausnutzung der Drucklagen (Lagen, die durch den Gebirgsdruck entstanden sind) hereingewonnen (gültige Flözlagen-Kupfergehalt über 6 kg je Tonne).

Diesen Arbeitsvorgang bezeichnet man mit Hackarbeit. Bei der Hereingewinnung des Erzes ist darauf zu achten, daß der Strebbogen an allen Stellen gleichmäßig tief unterhackt ist, da sonst der Gebirgsdruck ungleichmäßig auf die Strebkante wirkt und damit eine Leistungsminderung bei der Gewinnung eintritt.

LADEARBEITEN UND ABBAUFÖRDERUNG

Das Wegfüllen des Haufwerkes (Erz und Berge) erfolgt gleichzeitig mit den Gewinnungsarbeiten durch die Füller. Die Hunte werden im Streb mit Bergen bzw. getrennt von diesen mit Schiefern (Erz) mittels kurzstieliger Schaufeln beladen. Auf wirklich genaue Trennung von Bergen und Schiefern ist zu achten. Ein pausenloser Ablauf dieser Förderung ist erforderlich. Die Abbauförderung umfaßt das Abfördern des Haufwerkes aus dem Streb bis zum Bremsberg. Der Trecker zieht die mit Erz oder Bergen gefüllten Hunte aus dem Streb bis zum Anschlagpunkt an der Fahrt. Durch die Fahrt hindurch werden die Hunte mit Hilfe von Preßluft- oder Elektrohaspeln (Windwerke mit Seil) auf Gleisen mit 50 cm Spurweite bis zur Sturzbühne gezogen. Über eine kurze schiefe Ebene gelangt der Hunt auf die Sturzbühne, von welcher er in den darunterstehenden Förderwagen entleert wird. Ein Strebhunt hat einen Rauminhalt von 175 Liter entsprechend 225 kg Haufwerk. Ein Förderwagen nimmt den Inhalt von drei Strebhunten auf. Der Hunt selbst besteht aus Gestell und Huntekasten, welcher vom Gestell abgehoben werden kann und außerdem kippbar darin verlagert ist. Das Gestell besteht aus einem eisernen Rahmen mit vier Rädern. Zwecks Abtransportes der Hunte vom Streb aus zur Abbaustrecke können sich Trecker und Stürzer über eine

eigens zu diesem Zwecke angelegte Signaleinrichtung verständigen. Nachdem der Strebhunt vom Stürzer über die Sturzbühne in den Förderwagen entleert worden ist, wird er durch denselben mit Hilfe des Haspels dem Streb wieder zugeführt. Ist ein Förderwagen gefüllt, wird er vom Stürzer durch die Abbaustrecke bis zum Anschlagspunkt am Bremsberg geschoben. Hier werden die Förderwagen an das Seil geschlagen (angehängt) und zur Sohlenstrecke abgefördert, von wo aus sie zum Schachte gelangen.

ABBOHREN DER DACHBERGE

Gegen Schichtende ist der Streb von Erz und Bergen freigefördert, so daß mit dem Bohren der kurzen Bohrlöcher in die Dachberge mit Hilfe des Preßluft-Bohrhammers begonnen werden kann. Die Bohrlochtiefe hängt davon ab, wie weit im Laufe der Schicht das Flöz unterschrämt und hereingewonnen wurde. Der Schießmeister ladet darauf die Bohrlöcher mit Sprengstoff und zündet sie, nachdem die Belegschaft den Streb verlassen hat, an. Nach erfolgter Zündung lösen sich die Berge aus dem Gesteinsverband und fallen auf die Strebsohle. Die nachfolgende Schicht beginnt dann wieder mit dem hier unter 1—6 geschilderten Arbeitsgängen (Abb.: 11, Arbeitsrhythmus vor Streb).

MECHANISIERUNG DER GEWINNUNGSMETHODE

In den letzten Jahrzehnten hat sich in der Arbeitsweise des Bergmanns in bezug auf die Gewinnungsmethode und das Abbauverfahren nichts grundsätzliches geändert. Erst in den letzten Jahren begann man mit Versuchen zur grundsätzlichen Mechanisierung und Rationalisierung von Gewinnungsmethode und Abbauverfahren, die dank einer guten Zusammenarbeit von Bergmann und Bergtechniker, zu großen Erfolgen führte. Ein bestimmender Faktor zur Erfüllung der Produktionspläne in unserer Wirtschaft ist die Steigerung der Arbeitsproduktivität. Um dieses Ziel zu erreichen wurde

1. Plattenbandanlage und
2. Einschienenförderer für den Strebbau entwickelt, sowie
3. Geradstreb mit Schrappanlage erprobt.

PLATTENBANDANLAGE

Im Jahre 1950/51 wurde der Gedanke zur Entwicklung dieser Plattenband-Anlage von „Helden der Arbeit" Tille und vom Brigadeleiter Himpel aufgegriffen und durch ihre Initiative die Realisierung vorwärts getrieben. Die erforderliche bogenförmige Abbaufront des Strebes erschwert den Einsatz geeigneter Mechanisierungsgeräte. Die entwickelte Plattenbandanlage erlaubt nunmehr den Einsatz folgender Geräte:

Plattenband als Strebförderungsmittel,
Gummiband als Bandbergfördermittel,
Elektrische Schaltanlage

Das Strebfördermittel besteht aus eisernen Platten, die in der Mitte durch angeschweißte Augen und Bolzen zusammengehalten werden und wie ein Gummiband auf Transportbändern, endlos laufen. Durch diese Anordnung der Platten wird der Einsatz dieses Plattenbandes für Horizontalkurven

von r = 45—60 m möglich. Das Band läuft in einem Fahrgerüst, welches mit Stahlblechen verkleidet ist.

Das gesamte Fahrgerüst ist 35 m lang, 0,45 m breit und 0,27 m hoch. In jeder der beiden Strebhälften wird ein solches Plattenband eingebaut, welches an der Fahrt (jetzt Bandfahrt genannt) auf ein Gummiband ausladet, welches seinerseits das Haufwerk bis zur Sohlenstrecke befördert und dort direkt in die Förderwagen ausschüttet. Die Gummibandanlage ist mit 500 mm breiten Gummigurtbändern in muldenförmiger Anordnung ausgerüstet. Es arbeitet wie alle bekannten Transportbänder. Die Bandfahrt von 80 cm Höhe wird ähnlich wie die Bremsberge beim Huntestreb durch die Vorrichtung auf etwa 2 m erhöht.

An einer Plattenband-Anlage arbeiten heute in einer Schicht etwa 18 bis 20 Mann. Mit Einführung der Anlage und des Einschienenförderers ist neben der Steigerung der Arbeitsproduktivität erreicht worden, daß die schwere körperliche Arbeit des Hunte-Trecks beseitigt wurde, da der Füller das Haufwerk nun auf das Band schaufelt und das Erz oder die Berge jetzt mechanisch bis zur Sohlenstrecke transportiert. Die Gewinnung des Erzes erfolgt jedoch noch genau so wie im Huntestreb, durch Hackarbeit.

EINSCHIENENFÖRDERER

Der Einschienenförderer besteht aus einem seitlich kippbaren Gefäß von 130 Liter Inhalt und einer Schiene aus Doppel-T-Stahl. Das Fördergefäß läuft auf dieser Schiene und wird gegen seitliches Kippen durch Rollen, welche am Steg der Schiene entlanggeführt werden, festgehalten. Es können mehrere Fördergefäße zusammen gekoppelt werden. Mit Hilfe eines Windwerkes werden die Gefäße durch ein Seil aus dem Streb heraus und wieder hineingefahren. Die Entleerung erfolgt auf ein Gummiband, welches das Haufwerk bis zur Sohlenstrecke und damit bis in die Förderwagen transportiert. Die Fahrgeschwindigkeit des Einschienenförderers ist gegenüber dem Trecken bedeutend höher.

Die Gewinnung des Erzes erfolgt auch hier noch wie im Huntestreb.

DER GERADSTREB

Da sich die bogenförmige Verhaulinie besonders hemmend auf die Mechanisierung der Abbauförderung auswirkt, wurde der Gedanke einer Geradstellung der Verhaulinie aufgegriffen. Bisher konnte durch die bogenförmige Stellung des Abbaustoßes der auf das Flöz wirkende Gebirgsdruck bei der Hereingewinnung äußerst vorteilhaft ausgenutzt werden. Mit dem Abbauhammer allein würde man keine großen Leistungen mehr zu erwarten haben. Die Arbeitsproduktivität würde absinken. Sie soll aber im Gegenteil erhöht werden. Deshalb muß man zu einer neuen Schießmethode übergehen, die nun die Arbeit des Gebirgsdruckes zu übernehmen hat. In das Flöz werden mit Hilfe eines für das jetzt erforderlich werdende Abbohren des Kupferschieferflözes entwickelten Bohrgerät in bestimmten Abständen Löcher gebohrt, welche mit Sprengstoff geladen, abgetan (abgeschossen) werden. Das auf diese Art hereingewonnene Haufwerk wird nun mittels Schrappergefäß über eine Schrapp-

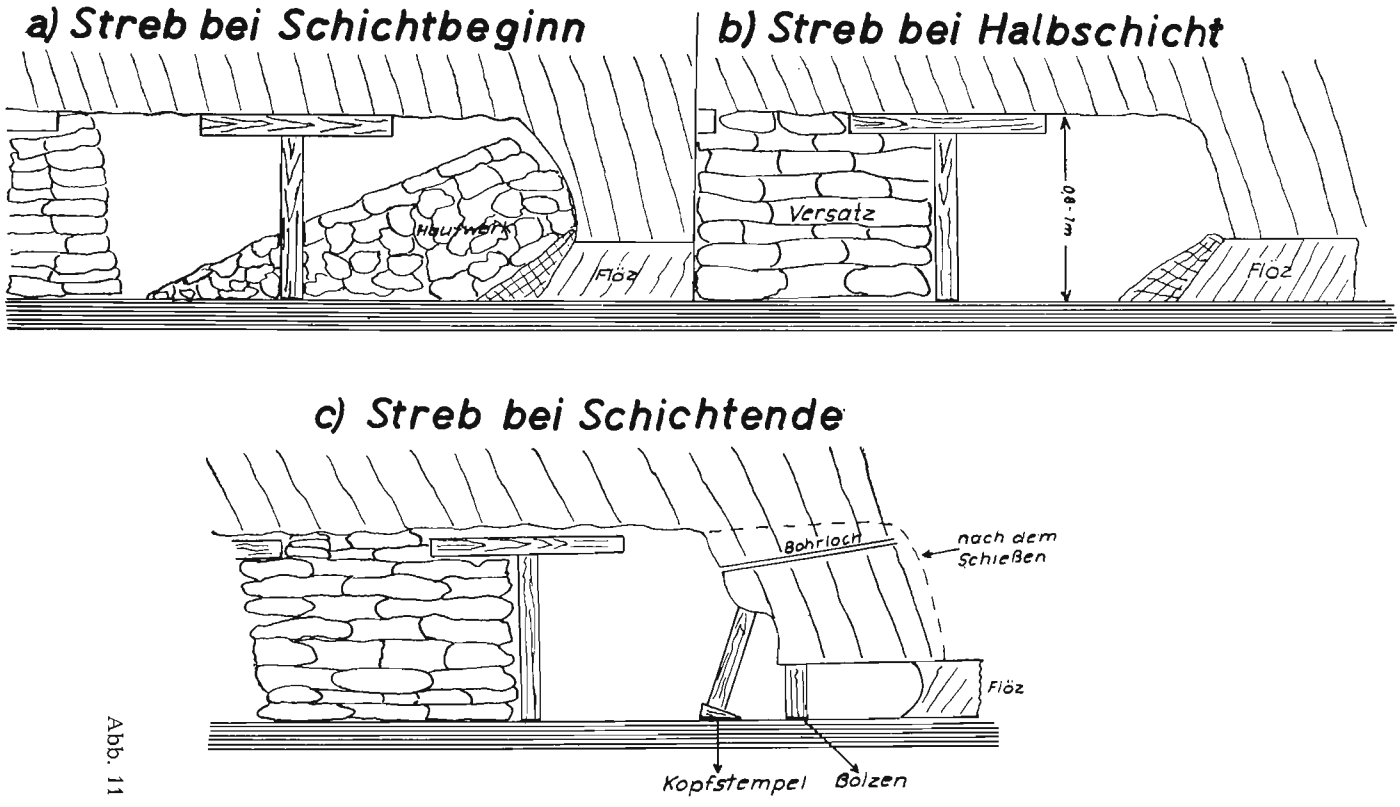

a) Streb bei Schichtbeginn
Hauwerk
Flöz
b) Streb bei Halbschicht
Versatz
0,8 - 1m
Flöz
c) Streb bei Schichtende
Bohrloch
nach dem Schießen
Flöz
Kopfstempel
Bolzen

Abb. 11

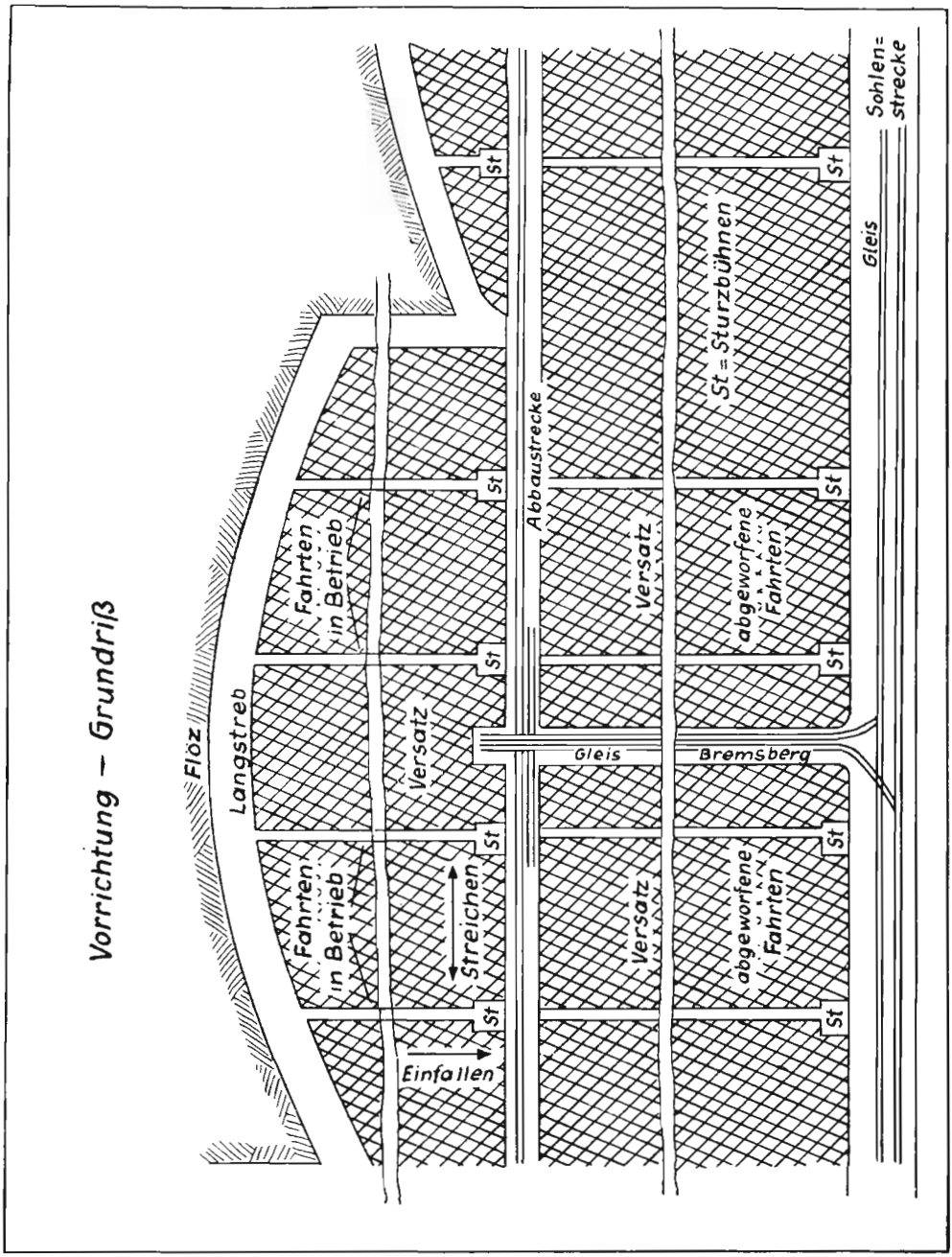

Vorrichtung – Grundriß
Flöz
Langstreb
Fahrten in Betrieb
Fahrten in Betrieb
Versatz
Streichen
Einfallen
St
Abbaustrecke
Gleis
Bremsberg
Versatz
Versatz
abgeworfene Fahrten
abgeworfene Fahrten
St = Sturzbühnen
Gleis
Sohlen= strecke

Abb. 12

perbühne gezogen, von wo es durch eine Öffnung in der genannten Bühne (auf ein Gummiband) fällt. Naturgemäß ist mit Einführung der neuen Schießmethode mit einer stärkeren Verunreinigung des Erzhaufwerkes zu rechnen, während bei der Hackarbeit das Flöz ohne Bergebeimischungen gewonnen werden kann. Eine direkte Verhüttung des durch diese Schießarbeit im Geradestreb gewonnenen Haufwerkes ist nachfolgend nicht möglich. Es muß ein neues Aufbereitungsverfahren entwickelt werden. Da die Arbeitsproduktivität jedoch eine erhebliche Steigerung erfährt, wird sich der Geradstreb mehr und mehr durchsetzen. Nach dem Wegschrappen des Haufwerkes werden die Dachberge mittels eines für diesen Zweck entwickelten Bohrgerätes abgebohrt und ebenfalls durch Schießarbeit hereingeschossen. Ein Teil der Berge wird durch Schußwirkung von selbst in den Versatzraum befördert, so daß nur ein Teil der Berge durch Schaufelarbeit versetzt werden muß. Die überschüssigen Berge werden dann ebenfalls mit dem Schrapper abgefördert, wie zuvor das nutzbare Haufwerk. Bei der Schrapparbeit im Geradstreb kann so vorgegangen werden, daß in einer Schicht eine Strebhälfte gebohrt und geschossen wird, während die andere Hälfte leergeschrappt wird. Eine Schrapperanlage dient zum Fördern von losem Gut in nahezu waagerechter Richtung. Sie besteht aus einem stählernen, rahmenförmigen Schrapperkasten-auch Schrappergefäß genannt — mit einer Schneide oder Greiferfingern an seiner Stirn und dem Schrapperhaspel (Windwerk), der ihn mit Hilfe von Seilen bewegt. Wird der Kasten mit dem sogenannten Vollseil über das Fördergut gezogen, so gräbt er sich in dieses ein, füllt sich und befördert das Haufwerk zur Schrapperbühne, wo es durch eine Öffnung auf das darunter durchlaufende Gummi-Transportband zur Sohlenstrecke befördert wird.

Die Aufbereitung des Kupferschiefers

Schon seit langem wird versucht das von den Gruben an die Hütten gelieferte Erz anzureichern. Im einzelnen können zum gegenwärtigen Zeitpunkt folgende Verfahren im Mansfelder Bergbau unterschieden werden:

1. Kläubung des Kupferschiefers über Tage, um aus dem stückigen Roherz die sogenannten „hüttenfähigen" Minern zu erzeugen.
2. Die Schwimm-Sink-Aufbereitung: mechanische Kläubung unter Ausnutzung der unterschiedlichen spezifischen Gewichte der einzelnen Lagen.
3. Flotation, die das Ziel hat, die sulfidischen Erzbeimengungen nach entsprechender Zerkleinerung vom tauben Schiefergestein zu trennen.

Nachfolgend seien die einzelnen Verfahren näher beschrieben:

1. Das Kläuben des Erzes von Hand:

   Dieses Verfahren stellte in früheren Jahrhunderten die einzige Möglichkeit dar, das geförderte Gut anzureichern. Diese Anreicherung, das sog. Kläuben, erfolgte von Hand über Tage in den Kläube- und Schieferställen. Das aus der Grube geförderte Erz wird in einen Bunker gestürzt, wobei jede Brigade ihren eigenen Bunker hat. Im Kläubestall sitzt der Kläuber und trennt die gültigen Kupferschieferlagen von dem tauben Gestein. Diese Trennung erfolgt nach dem

sogenannten Kläubetenor, dem die Ergebnisse der Streblagenprobeentnahme zugrunde liegen. Dieser Kläubetenor zeigt an, welche Lagen zuverlässig, d. h. 5,51 kg/t aufweisen und somit schmelzwürdig sind.

2. Die Schwimm-Sink-Aufbereitung

Dieses Verfahren wurde bereits während des zweiten Weltkrieges auf seine Anwendbarkeit auf den Kupferschiefer hin überprüft. Es basiert auf der Tatsache, durch eine Trennflüssigkeit von bestimmten spezifischen Gewichten die Bestandsanteile zu trennen.

Im Jahre 1951 wurde der Gedanke neu aufgegriffen, vorhergegangene Untersuchungen der spez. Gewichte der 5 Kupferschieferlagen zeigten eine Gesetzmäßigkeit auf in bezug auf die Zunahme des spez. Gewichtes vom Liegenden nach dem Hangenden. Während das Liegende des Flözes, also Weißliegendes bzw. Zechsteinkonglomerat kalkarm ist, läßt sich nach dem Hangenden eine Zunahme des Kalkgehaltes feststellen. Die liegenden Lagen sind noch kalkarm, haben jedoch einen großen Anteil an Quarzmehl und Tonerdesilikaten. In dem Maße wie der Kalkgehalt ansteigt, fällt der Anteil an Quarzmehl und Tonerdesilikaten. In einer Tabelle sind die unterschiedlichen Erzdichten einiger Schächte wiedergegeben:

Fäule	—	—	—	2,77—2,86
Dachklotz	—	2,70—2,92	2,92	2,76—2,94
Schwarze Berge	2,82	2,69—2,79	2,85	2,69—2,94
Schieferkopf	2,60	2,64—2,70	2,82	2,55—2,70
Kammschale	2,43	2,45—2,47	2,50	2,38—2,68
Grobe Lette	2,40	2,21—2,50	2,47	2,35—2,54
Feine Lette	2,47	2,29—2,55	2,54	2,44—2,65

Gearbeitet wird nach folgendem Prinzip:

Das Roherz wird in Backenbrechern auf 100 mm Stückgröße gebrochen. Das gebrochene Gut wird in Bunkeranlagen gespeichert und nach Bedarf der eigentlichen Aufbereitungsanlage zugeführt, dort über ein Sieb, auf dem alles Gut unter 5 mm abgesiebt wird, geleitet und anschließend durch Abbrausen völlig von Schmutz gereinigt. Danach kommt das Roherz möglichst trocken in den Schwimm-Sink-Trennapparat. In diesem Apparat wird das Gut durch eine schräge Schurre in eine rotierende Trommel geleitet, indem das Gut durch die Trennflüssigkeit, eine Ferrosiliziumtrübe von durchschnittlich 15 Prozent Si, in einer Rinne in das Trenngefäß gespült wird. Durch das unterschiedliche spez. Gewicht sinkt der Anteil mit höherer Wichte ab, der mit geringerer Wichte wird als Schwimmgut durch den Trübestrom ausgetragen. Nachdem das Erzkonzentrat von Trübe und anhaftendem Ferrosilizium gereinigt ist, wird es zur weiteren Verarbeitung an die Hütte geliefert.

Gefährdung des Bergbaus

Gefährdung durch Wasser

Die Entstehung der Gipskarstlandschaft mit ihren Erdfällen und Höhlen an den Südhängen von Harz und Kyffhäuser und die während des jahr-

hundertealten Bergbaues auf Kupferschiefer erfolgten Wassereinbrüche stehen in ursprünglichem Zusammenhang. Sie sind zurückzuführen auf die Wasserlöslichkeit der die Hauptmasse der Gesteine des Zechsteins bildenden Salze und Anhydrite. Die Auflösung dieser Gesteine beginnt dort, wo sie an der Erdoberfläche zugänglich sind, also meist von Muldenrändern aus (reguläre Auslaugung). Sie kann aber auch dort vor sich gehen, wo Wasser entlang Störungszonen ins intakte Gebirge, z. B. des Muldeninneren eindringt (irreguläre Auslaugung).

Das Wasser gelangt infolge der Schwerkraft immer weiter in das Gebirge. Die Auflösung der Gesteine spielt sich nach WEBER (1930) entsprechend der Löslichkeit in drei voneinander trennbaren Phasen ab:

1. Vorherrschend ziemlich rasche Beseitigung der Kaliflöze und des Steinsalzes. Dabei erfolgt ein flächenhafter Schwund der Salzmasse und die Bildung ausgedehnter Senkungsfelder.
2. Vorherrschend Hydratisierung des Anhydrits, d. h. der wasserunlösliche Anhydrit ($CaSO_4$) wird allmählich Korn für Korn in den wasserlöslichen Gips ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) überführt. Dabei tritt im allgemeinen kein erwähnenswerter Substanzverlust ein. Durch die bei diesem Vorgang auftretende Volumenvergrößerung („Quellung") kann es sogar zu sich morphologisch abhebender Mächtigkeitszunahme kommen.
3. Vorherrschend Gipsauflösung. Sie erfolgt bevorzugt von Spalten und Klüften im Gestein aus und erweitert diese dadurch.

Die bisherigen Beobachtungen zeigten, daß die Salze durch das Wasser an der Oberfläche angegriffen, abgelaugt, die Anhydrite nach der Umwandlung in Gips dagegen unter Einwirkung des Wassers zunächst porös und dann immer weiter ausgelaugt werden.

Die Vorgänge der Ablaugung der Salze können zur weitgehenden Einebnung der Salzoberfläche führen (Salzspiegel). Am Salzrand ist die Ablaugungsfläche oft geneigt (Salzhang). Salzspiegel und Salzhang sind nachweislich meist morphologisch reich gegliedert.

Die Ablaugung kann zur großräumigen Absenkung und Auflockerung des Gebirges (Erosion wird begünstigt) führen. Gebiete mit relativ großer Mächtigkeit des Lockergebirges sind oft Gebiete intensiver Absenkung infolge Ablaugung. Das Alter des Lockergebirges (Tertiär und jünger) gibt gleichzeitig den Zeitraum des Beginns der starken Absenkung an.

Die Auslaugungsvorgänge führen zu einer weit verzweigten Hohlraumbildung im Gips. Diese Hohlräume dienen als bevorzugte Wanderwege für die Niederschlagswässer und werden immer mehr erweitert, so daß die Niederschläge rasch ins Gestein eindringen. Der oberflächliche Abfluß ist gering. Es kommt zur Karstbildung. Die ausgeprägtesten Hohlräume (Höhlen, bergmännnisch ausgedrückt Schlotten) entstehen, oft perlschnurartig aufgereiht, entlang von tektonischen Störungszonen (Klufthöhlen). Durch Nachbruch aus der Höhlendecke, der vom Wasser auf dem Höhlenboden aufgelöst wird, erweitern sich diese Hohlräume immer mehr. Brechen sie infolge der zu großen Spannweite zusammen und setzt sich

dieser Bruch bei nicht allzu großer Mächtigkeit des Deckgebirges bis zur Erdoberfläche durch, so entsteht ein Erdfall. Die bei vollständiger Aus- bzw. Ablaugung der löslichen Bestandteile übrigbleibenden unlöslichen Reste bilden das Rückstandsgebirge oder Asche.

DIE HYDROGEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE AM SÜDHARZ

DIE HYDROLOGISCHEN HORIZONTE

Der Südrand des Harzes liegt, da vorwiegend Westwinde zu Niederschlägen führen, im Regenschatten von Harz und Kyffhäuser. Die in den Boden eindringenden Wasser sammeln sich in drei hydrologischen Horizonten:

1. Lockergebirge (Tertiär, Pleistozän, Holozän)
   Die Wasserführung im Lockergebirge spielt lediglich in den Niederungen der Helme und der Gonna (Goldene Aue) eine Rolle, wo in den Kies- und Sandhorizonten eine stärkere Wasserführung zu verzeichnen ist. Der Grundwasserspiegel liegt ca. 1 m unter Gelände. Das Grundwasser aus diesem Bereich wird nicht industriell genutzt.
2. Buntsandstein
   Der Buntsandstein führt in der Hauptsache Süßwasser. Seine liegenden Partien können jedoch schon schwach salziges Wasser enthalten. Hauptgrundwasserlieferant sind die in die Schichtenfolge eingeschalteten Rogensteinbänke. Wie Brunnenbohrungen gezeigt haben, kann dieses Wasser artesisch gespannt sein. Wegen seiner Wasserführung ist der Buntsandstein auch auschließlich Lieferant für Trink- und Brauchwaser.
3. Zechstein
   Im Zechstein beobachtet man Süß- und Salzwasserführung. Zirkulationshorizont ist wegen seiner Klüftigkeit und seinem Ausstreichen am Harzrand vor allem der Stinkschiefer. Im westlichen Flachen von der ersten zur zweiten Sohle des Thomas-Müntzer-Schachtes wurde der Stinkschiefer angefahren. Er führt dort Wasser folgender Zusammensetzung:

$CaCo_3$	0,233	g/l
$CaSO_4$	1,725	g/l
$MgSO_4$	0,212	g/l
Na_2SO_4	0,135	g/l
NaCl	0,023	g/l
CaO	0,601	g/l
SO_3	1,489	g/l
Br	0,0	g/l
spez. Gewicht	1,001	
PH	7,2	

Der Übergang vom Süß- zum Salzwasser vollzieht sich erst dort, wo die Wässer Salz ablaugen können. Wie die Abb. 13 zeigt, sind Salzwässer in der Lage, mehr Gips zu lösen als Süßwasser.

Diese hydrologischen Horizonte sind im ungestörten Gebirge vollkommen voneinander abgeschlossen. Es ist möglich, daß an tektonischen Störungen, besonders an den Kreuzungspunkten zweier Rich-

tungen, Verbindung zwischen den einzelnen Wasserhorizonten besteht.

DIE AUSLAUGUNGSERSCHEINUNGEN

Unmittelbar am südlichen Harzrand fehlen die Stein- und Kalisalze der Niedersachsenserie völlig. Das Staßfurtsteinsalz ist südlich der Bahnlinie Sangerhausen—Wallhausen noch erhalten, könnte aber ursprünglich weiter nach Norden gereicht haben und der Ablaugung zum Opfer gefallen sein. Während das Werrasteinsalz westlich Sangerhausen etwa die gleiche nördliche Verbreitungsgrenze wie das Staßfurtsteinsalz hat, ist es im Bereich des Röhrigschachtes (Nordfeld des Thomas-Münzer-Schachtes) noch ca. 800 m südlich des Ausgehenden erhalten.

Die Verbreitungsgrenze des Steinsalzes ist bisher als Grenze des Vordringens der regulären Auslaugung gedeutet worden. Wie inzwischen nachgewiesen wurde (JUNG, 1959), können die Unregelmäßigkeiten in der Verbreitung des Werrasteinsalzes primär entstanden sein, indem Steinsalz faziell von Anhydrit vertreten wird .

Die zur Erkundung des Kupferschiefers im Nordfeld des Thomas-Müntzer-Schachtes und westlich davon niedergebrachten Bohrungen zeigen oberhalb des Hauptanhydrits Auslaugungserscheinungen (Aschengebirge). Sonst treten bis etwa südlich der Linie Lengefeld—Großleinungen in den hangenden Partien des Hauptanhydrits, Sangerhäuser Anhydrits und Oberen Werraanhydrits und in den liegenden Teilen des Basalanhydrits zum Teil starke Vergipsungserscheinungen auf, die dann nach Süden in ihrer Intensität abnehmen.

Bei Wettelrode zeigt die Morphologie ein völlig ruhiges Bild. Die südliche Verbreitungsgrenze der Erdfälle reicht bis fast an das Ausgehende heran. Erst 1,5 km westlich des Röhrigschachtes bei Wettelrode beginnt die typische Gipskarstlandschaft des Südharzes.

Die völlige Auslaugung hat allerdings nur einen schmalen Streifen längs des Ausgehenden erfaßt. Die in diesem Teil abgeteuften Schächte (Carolus, Neuer Heinrich, Johann usw.) zeigen typische Auslaugungsprofile, d. h. die löslichen Bestandteile der Gesteine sind fast restlos verschwunden. Aber schon 900 m südlich des Ausgehenden ist wieder ein fast normales Profil anzutreffen. (Lichtloch 11 des Segen-Gottes-Stollen.) Entlang Störungslinien können diese Erscheinungen über den Bereich der völligen Verkarstung hinaus nach Süden vorgedrungen sein. Dazu kann als Beispiel die Schlotte (Abb. 14) angeführt werden, die mit dem Segen-Gottes-Stollen angefahren wurde. Sie liegt an einer nordwest streichenden Störung im Sangerhäuser Anhydrit. Des weiteren hat sich gezeigt, daß die Auslaugung besonders an Punkten intensiver Zerrüttung des Gebirges, wie dies die Kreuzungspunkte herzyn und erzgebirgisch streichender Störungen darstellen, verstärkt vor sich gegangen ist. Sie äußert sich in Vertiefungen auf der Salzoberfläche und auch in größeren Mächtigkeiten des Lockergebirges. Die am Südharz bekannten großen Gipshöhlen (ca. 30 Stück) sind ebenfalls zum großen Teil entlang von tektonischen Störungen entstanden. Das ist auch der Grund dafür, daß die beim Zubruchgehen von

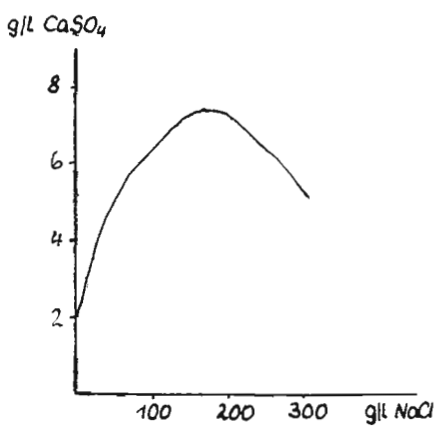
Auslaugungshohlräumen unter Tage entstehenden Erdfälle am Südharz sehr oft an tektonische Linien gebunden auftreten.

Vom Thomas-Müntzer-Schacht bei Sangerhausen, dessen Grubenbaue im Bereich des Röhrigschachtes bis ans Ausgehende heranreichen, lassen sich nähere Angaben über das Verhalten der Wässer im Gebirge machen.

Neben der Tektonik bewirkt auch der flächenhafte Abbau des Kupferschieferflözes und die dadurch hervorgerufene flächenhafte Absenkung eine große Zerrüttung des Hangenden. Dadurch erhalten die im Gebirge zirkulierenden Wässer die Möglichkeit, in die Grubenbaue einzudringen. Es können Wässer unterschieden werden, die aus offenen Systemen (mit der Erdoberfläche in Verbindung stehend) und solche, die aus geschlossenen Systemen (abgekapselte, begrenzte Mengen) stammen.

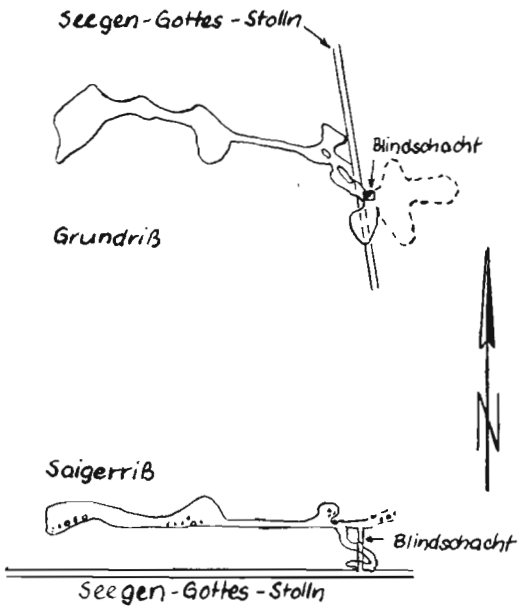
Die Wässer aus geschlossenen Systemen treten in der Nähe von tektonischen Störungszonen aus dem Liegenden oder dem Hangenden des Kupferschieferflözes auf. Sie schütten begrenzte Mengen und versiegen rasch wieder. Deshalb sind sie mehr unangenehm als gefährlich. Wie die weiter unten angeführte Analyse einer Wasserprobe zeigt, lassen sie sich von den übrigen Wässern gut unterscheiden.

Der gefährliche Teil der Wässer stammt aus offenen Systemen aus dem Hangenden des Kupferschieferflözes. Diese Wässer stehen also mit der Erdoberfläche in Verbindung und erhalten von dort laufend Nachschub. Sie bewirken die Auslaugung des Gebirges und schaffen im Hangenden wassergefüllte Hohlräume, die, wenn sie vom Bergbau angezapft werden, katastrophenartige Wassereinbrüche bewirken können.



Die Abhängigkeit des Gipsgehaltes der Traufenwässer vom NaCl-Gehalt

Abb. 13



Gipsschlotte im Seegen-Gottes-Stolln
1:2000

nach MsVU 10

Abb. 14

Nahe am Ausgehenden treten bevorzugt Süßwässer auf. Weiter nach Süden, wo noch teilweise Werrasteinsalz erhalten ist, dringen dann Salzwasser (bis 310 g/l NaCl) in die Grubenbaue ein.

Die Wässer lassen sich von den weiter oben beschriebenen auf Grund ihres Chemismus unterscheiden. (Es wurden zwei Proben mit etwa gleichem spez. Gewicht ausgewählt.)

	Offenes System	Geschlossenes System
$CaSO_4$	4,9 g/l	0,5 g/l
$CaCl_2$	0,0 g/l	112,4 g/l
$CaCO_3$	0,1 g/l	0,0 g/l
NaCl	309,7 g/l	162,4 g/l
KCl	1,4 g/l	1,2 g/l
$MgCl_2$	0,6 g/l	20,3 g/l
$MgSO_4$	1,5 g/l	0,0 g/l
Br	0,06 g/l	1,98 g/l
pH-Wert	7,6 g/l	4,6 g/l
spez Gewicht	1,205 g/l	1,209 g/l

Nahe am Ausgehenden ist eine recht deutliche Abhängigkeit der Zuflußmengen von den Niederschlägen festgestellt worden. Weiter nach Süden verwischen sich diese Schwankungen wegen des langen Weges des Wassers.

Hier lassen sich lediglich teilweise Schwankungen des Salzgehaltes feststellen, die von der Zuflußmenge abhängig sind.

Dies läßt sich etwa folgendermaßen erklären:

Die Traufenbildung beginnt meist mit feuchten Stellen an der Firste in Abbau oder Strecke, die dann allmählich über Tropfstellen zu regelrechten Regenstellen werden können. Diese Entwicklung bewirkt eine zunehmende Zirkulationsgeschwindigkeit des Wassers, so daß dieses nicht mehr so viel Salz wie vorher aufnehmen kann. Bei Verringern der Schüttungsmenge steigt der Salzgehalt u. U. wieder an.

Wegen der recht guten Abdichtung der einzelnen Grundwasserhorizonte gegeneinander wurde bisher erwartungsgemäß noch kein Einfluß des Bergbaus auf den Grundwasserhaushalt festgestellt.

Desgleichen haben die bergbaubedingten Absenkungen zu keinen Schäden geführt, weil sie sich wegen des geringen Absenkungsbetrages kaum bis nach über Tage bemerkbar machen können. Stärkere rasche Absenkungen könnten nur durch sehr intensive Ablaugung des Steinsalzes bewirkt werden. Mit derartigen Erscheinungen ist im Muldeninneren nicht zu rechnen. Die begrenzten Werrasteinsalzvorkommen außerhalb der Staßfurtsteinsalzverbreitung, die für derartige Vorgänge bevorzugt in Frage kämen, liegen in Gebieten ohne wesentliche Besiedlung.

Inwieweit Erdfälle eine Gefährdung darstellen, kann nicht gesagt werden, da kaum Angaben über Lage und Größe evtl. vorhandener Schlotten im Gebirge zu machen sind.

Gefährdung durch Gase

Gase aus dem Nebengestein der Lagerstätte werden in den Grubenbauen oder in Bohrungen angetroffen. Wir unterscheiden

1. Gase mit Methan-Vormacht
2. Gase mit Stickstoff-Vormacht
3. Schwefelwasserstoff

Die ersteren stammen meist aus dem Unteren Werraanhydrit, und zwar aus der Partie unter dem Werrasteinsalz. Sie wurden aber auch schon aus dem Oberen Werraanhydrit, dem Stinkschiefer und dem Hauptanhydrit beobachtet.

Sie enthalten durchschnittlich:

50 % CH_4, 45 % N_2, 2 % H_2, Rest CO_2, O_2, CO usw.

Die vorhandenen Mengen erlauben keine wirtschaftliche Nutzung.

Die CH_4-reichen Gase sind brennbar. Sie treten meist durch allmähliche Entgasung in die Grubenbaue ein. Teilweise treten auch sog. Bläser auf. Unter größerem Druck wurden sie bisher nur in Bohrungen angetroffen.

Gase mit Stickstoffvormacht sind hauptsächlich im Liegenden des Kupferschieferflözes (Weißliegendes und Mansfelder Schichten), untergeordnet auch im Zechsteinkalk und dem Unteren Werraanhydrit anzutreffen. Sie stellen wahrscheinlich Reste fossiler Luft dar und treten zuweilen zusammen mit den Wässern aus den geschlossenen Systemen des Liegenden bzw. Hangenden auf.

Sie bestehen durchschnittlich aus:

68 % N_2; 27 % CH_4; 2 % H_2; Rest CO_2, CO, O_2 u. a.

Die nichtbrennbaren N_2-reichen Gase werden größten Teils als Bläser aus dem Gestein angetroffen. Aus den Mansfelder Schichten treten diese Gase beim Zünden des Sprengstoffes im Streckenvortrieb oft explosionsartig aus und schaffen z. T. recht erhebliche Hohlräume.

Der Schwefelwasserstoff ist fast stets an sehr stark salzige Wässer aus den offenen Systemen des Hangenden gebunden, in denen er gelöst enthalten ist und beim Eindringen der Wässer in die Grubenbaue frei wird.

In sehr geringen Mengen ist er auch im Süßwasser aus dem Stinkschiefer enthalten. Er entsteht wahrscheinlich durch Reduktion von $CaSO_4$ unter nachfolgender Einwirkung von Kohlensäure und Sauerstoff im Stinkschiefer.

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Gasen ist der Schwefelwasserstoff durch Geruch wahrzunehmen. Es ist schon zu riechen ab 0,001 Prozent, wenn die unter Tage anwendbaren Verfahren noch nicht ansprechen. Er kann in stark schädigenden Mengen auftreten.

Perspektive des Sangerhäuser Bergbaus

Im Laufe des ersten Fünfjahrplanes sind von den Werktätigen des Mansfeld-Kombinates „Wilhelm Pieck“ unter der Führung der Partei der Arbeiterklasse gewaltige Erfolge errungen worden. Die von Planjahr zu Planjahr steigende industrielle Produktion ist ein aktiver Beitrag der Arbeiter, Techniker und Wissenschaftler zur Stärkung der Deutschen Demokratischen Republik. Die gewaltige Entwicklung kommt besonders in der Erzförderung der Schächte zum Ausdruck. Bereits im Jahre 1953 ist der Höchststand der Vorkriegszeit erreicht und überholt worden. Einen großen Anteil an der eingetretenen Steigerung der Erzföderung in der zweiten Fünfjahrplan-Periode haben die Betriebe der Sangerhäuser Mulde.

Im Gesetz zum Siebenjahr-Plan werden dem Kupferschieferbergbau große Aufgaben gestellt. Darin heißt es: „Die Förderung von Kupfererz ist auf 147 Prozent zu erhöhen. Dazu ist der Aufbau des neuen Kupferbergwerkes Niederröblingen bis 1965 zu beenden.

In besonders raschem Tempo ist die Herstellung von Germanium, Silizium und Indium zu erhöhen.

Die geologische Erkundung ist beschleunigt zu entwickeln. Daneben sind den Erfordernissen entsprechend die Erkundung nach Kali, Kupfer und Eisen systematisch zu erhöhen.

Der Schwerpunkt des Kupferschieferbergbaus ist aus der Mansfelder in die Sangerhäuser Mulde zu verlagern.“

Daraus geht hervor, daß speziell im Raum Sangershausen große Aufgaben vor den Werktätigen des Kupferschieferbergbaus stehen. Zur Lösung dieser Aufgaben werden die Brigaden der sozialistischen Arbeit und die sozialistischen Arbeitsgemeinschaften beitragen.

Auf Grund der jetzigen Erkenntnisse bei der geologischen Erkundung besteht die reale Möglichkeit, noch größere bilanzwürdige Kupfervorräte zu erkunden.

Die bis jetzt im Bereich der Sangerhäuser Mulde vorhandenen Vorräte ergeben die Möglichkeit, bis über das Jahr 2000 hinaus die Produktion in voller Höhe zu gewährleisten. Dazu ist der Bau einer weiteren Schachtanlage im Raum Allstedt geplant.

Damit wurde die kapitalistische Legende vom sterbenden Mansfelder Bergbau eindeutig widerlegt. Die Werktätigen des Mansfeld-Kombinates werden auch weiterhin dem Arbeiter-und-Bauern-Staat die notwendigen Rohstoffe zur Verfügung stellen, um ihren Beitrag zum Aufbau des Sozialismus in der Deutschen Demokratischen Republik zu leisten.

LITERATUR

BROCKHAUS: Die Entwicklungsgeschichte der Erde. — Taschenbuch der Geologie, Leipzig 1955.

BUBNOFF, S. von: Der geotektonische Charakter Thüringens. — Abhandlung der Deutschen Akademie der Wissenschaften, S. 5—17, Berlin 1955.

EISENHUTH, K. H. & E. KAUTZSCH: Handbuch für den Kupferschieferbergbau, S. 335, Leipzig (Fachb.-Verl.) 1954.

FREYDANK, F.: Gliederung und Fossilgehalt des Kupferschiefers. — Jb. Hall. Verb., S. 183—192, Halle 1923/24.

GILLITZER, G.: Durch welche Bedingungen oder Einflüsse sind Metallanreicherungen im mitteldeutschen Kupferschiefer gebildet worden? — Metall und Erz, 32, S. 533—542, Halle 1935.

HOYNINGEN—HUENE, E. v.: Das Jungpaläozoikum im Harzvorland. — Ber. Geol. Ges. DDR, 3, H. 4, S. 269—281, Berlin 1958.

JUNG, W.: Zur Feinstratigraphie der Werraanhydrite (Zechstein 1) im Bereich der Sangerhäuser und Mansfelder Mulde. — GEOLOGIE, Beih. Nr. 24, 88 S., Berlin 1958, 1958 a.

— — —: Die Sedimentationsverhältnisse während des Oberrotliegenden und Zechsteins im SE-Harzvorland (Bemerkungen zu Arbeiten von E. KAUTZSCH und B. STEINBRECHER). — Z. Angew. Geologie 6, H. 12, Berlin 1960.

KAUTZSCH, E.: Untersuchungsergebnisse über die Metallverteilung im Kupferschiefer. — Archiv f. Lagerstättenforschung, 74, Berlin 1942.

OELSNER, O.: Bemerkungen zur Herkunft der Metalle im Kupferschiefer. — Freiburger Forschungshefte C 58, S. 106—113, Berlin 1959.

SCHRIEL, W.: Geologie des Harzes. — Verl. Wirtschaftswissenschaftl. Ges. Niedersachsens, 308 S., Hannover 1954.

VIETE, G.: Geologische und hydrologische Untersuchungen im Gipskarst des östlichen Südharzrandes. — Freiberger Forschungshefte C 9, S. 46—79, Berlin 1954.

Weitere Literaturangaben befinden sich in den angegebenen Arbeiten.

Herausgegeben vom
Präsidium der Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse

Eine Arbeit der Bezirkssektion Geowissenschaften Halle

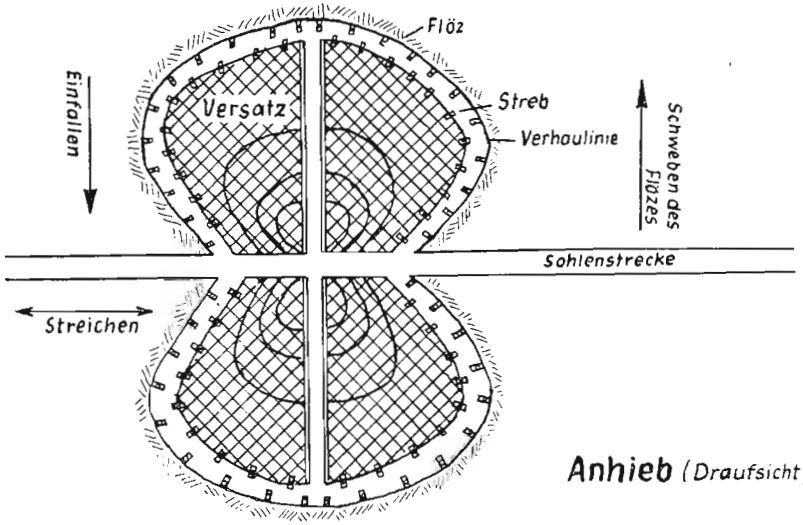
Redaktion: Harro Hess

Redaktionsschluß: 1. September 1963

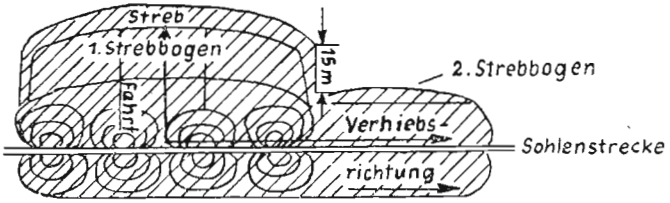
Als Manuskript gedruckt

VEB (K) Druckerei Hohen Neuendorf Ag 215-36-63 DDR 8000 (I-3-10) 843

Anhieb (Profil)



Anhieb (Draufsicht)



Strebentwicklung

Abb. 1