

kennen der auftretenden innern Seilbeschädigungen sowie für deren Verhütung angegeben. Der weiterhin behandelte Bruch eines Blindschachtseiles in doppel-lagig flachlitziger Machart bietet ebenso wie derjenige

eines Abteufseiles in Längsschlagflechtung ein Beispiel dafür, daß Seilmacharten, die nicht dem Verwendungszweck angepaßt sind, zu schweren Gefahren führen können.

## Das Kupfererzvorkommen von Stadtberge in Westfalen.

Von Dr. W. Paeckelmann, Berlin.

(Schluß.)

Der geologische Bau der Grube Mina am Kohlhagen.

Die Aufschlüsse der Grube Mina liegen im Bereich des Stadtberger Sattels am Kohlhagen, der sich vom Glindetal nach Obermarsberg hinaufzieht. Der große Tagebau, der unmittelbar am Rande von Obermarsberg beginnt und sich am Berghang bis zum Maschinenschacht in fast 300 m Länge hinabzieht, läßt den Aufbau des Sattels klar erkennen. Am Ostende des Tagebaus stehen auf der Nordseite steil nördlich fallende Oberdevonschiefer an, auf der Südseite mit 30° nach Süden einfallende Lydite und Kieselkalke; die beiden Sattelflügel werden durch die Mina-Sattelkluft getrennt. Im mittlern Teil des Tagebaus verschwindet das Oberdevon infolge Absinkens der westlichen Schollen an drei westlich einfallenden Quersprüngen, den Querklüften I–III Bodens. Im westlichen Teil des Tagebaus bilden Kieselige Schiefer den steilen Nordflügel des Sattels; sie sind an der Sattelkluft stark gestaucht und überkippt. Im Süden der Kluft stehen auch im westlichen Teil Lydite und Kieselkalke des flachen Südflügels an. Am Westrande des Tagebaus, zum Teil durch Halden verdeckt, wird die Zechsteinplatte erreicht, die mit konglomeratischen Dolomiten beginnt. Die Zechsteinunterkante liegt im Süden der Sattelkluft etwas tiefer als im Norden<sup>1</sup>.

Der steile Sattelnordflügel ist zwischen dem Tagebau und der Mehmecke-Schlucht mit ungestörtem Profil vom Oberdevon bis in die Kulmtonschiefer mehrfach aufgeschlossen. Mehrere Querstörungen machen sich deutlich durch das Abschneiden der einzelnen Schichtstöße und an der Verschiebung ihrer Geländegrenzen bemerkbar. Der flache Südflügel ist übertage durch Halden größtenteils verdeckt, jedoch läßt sich sein Ausstrich am Glindeteil hinreichend verfolgen; auch die Wirkung der Querklüfte ist südlich vom Friedrichstollen an der Verschiebung des Posidonienschieferbandes zu erkennen. Der oberdevonische Sattelkern mit der Mina-Sattelkluft ist an den Klärteichen bei der mittlern Hütte an der Glinde entblößt.

Das einfache und klare Bild, das man schon übertage von dem in seinem Kern zerrissenen Mina-Sattel gewinnt, wird durch die Grubenaufschlüsse gut ergänzt. Bei eingehender Untersuchung zeigen sich zwar eine große Zahl von Klüften verschiedenster Art, jedoch haben sie keine großen Verschiebe hervorgerufen, so daß der tektonische Bau überall durchsichtig bleibt. Boden hat ihn bereits klar erkannt und im wesentlichen zutreffend dargestellt. Lediglich seiner

Deutung der Mina-Sattelkluft als Fortsetzung der Stufenkammer und der Auffassung seiner Querklüfte I–III als an der Sattelkluft absetzenden Sprüngen kann nicht zugestimmt werden.

Der Heinrichstollen durchfährt den steilen Nordflügel des Sattels und steht ganz im Lydit. Mehrere streichende Klüfte, die zum Teil als Fortsetzung der Stufenkammer-Störungszone der Grube Oskar aufzufassen sein könnten, durchsetzen den Lydit ohne wesentliche Verschiebung. Im Gegensatz zu den Ausführungen Bodens konnte festgestellt werden, daß mehrere Querverwerfungen vorhanden sind; sie müssen zum Teil als die Fortsetzung der Querklüfte II und III Bodens angesprochen werden.

Die nordwestlich gerichtete Strecke des Friedrichstollens hat den ganzen Sattel in der Talhöhe querschlägig durchfahren; das von ihm aufgeschlossene Profil vom Mundloch bis zum Blindschacht nach dem Heinrichstollen ist in Abb. 4 wiedergegeben.

Alle übrigen Baue der Grube Mina liegen im wesentlichen im Lydit des flachen Sattelsüdflügels,

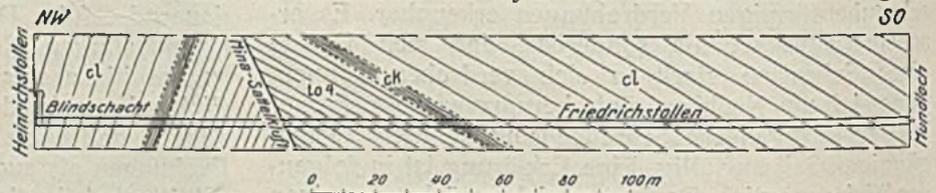


Abb. 4. Querprofil durch den Friedrichstollen der Grube Mina.

nur im Westen zum Teil auch an der Sattelachse. Im östlichen Feldesteil sind die Erze vorwiegend an Bodens Querklüfte I–IV gebunden (Raumbild 3<sup>1</sup> der Tafel und Abb. 5). Im Bereich der Querklüfte II und III liegt das »Nordostfeld«, im Bereich der IV. Querklüfte das »Südwestfeld«. Der Erzkörper hat die Gestalt eines Backenzahnes mit zwei Wurzeln. In der Talhöhe bilden die beiden Felder einen geschlossenen

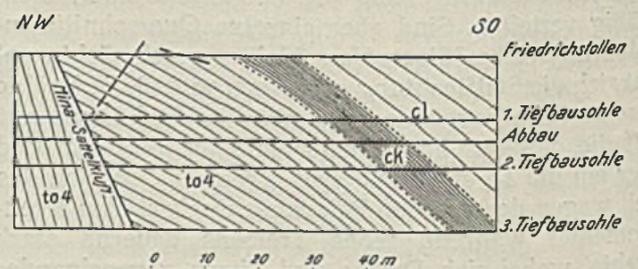


Abb. 5. Querprofil durch das Nordostfeld der Grube Mina von der Friedrichstollensohle bis zum 3. Tiefbau.

<sup>1</sup> Das Raumbild 3 zeigt die Entwicklung der 1.–4. Querklüfte der Grube Mina im Bereich des Mina-Sattels mit der Mina-Sattelkluft von der Friedrichstollensohle bis zum 3. Tiefbau. Die Fortsetzung der Querstörungen im Liegenden der Sattelkluft ist auf Grund der Beobachtungen im Heinrichstollen gezeichnet worden. Die Begrenzung des Erzkörpers deuten rote Linien an. Man erkennt deutlich die Abhängigkeit von den Querklüften und die Vererbung nach unten.

<sup>1</sup> Vgl. Boden, Schrifttum Nr. 21, S. 944, Abb. 6.

Erzkörper. Bereits in der 1. Tiefbausohle zeigt sich eine deutliche Trennung der beiden Felder, wobei sich der Erzkörper eng an die genannten Querklüfte anschließt. Nach der Teufe wird der Erzkörper zunehmend kleiner; der des Nordostfeldes beginnt bereits auf der 2. Tiefbausohle zu vertauben.

Unter der Stadt Obermarsberg ist ein weiterer Erzkörper im Lydit beider Sattelflügel erschlossen worden, das »Feld westlich der Abbaugrenze von 1892«. Wie die meisten Erzkörper des Stadtberger Bezirkes ist dieses Feld an streichende Klüfte gebunden, und zwar an die Mina-Sattelklüfte bzw. ihre Parallelklüfte (Raumbild 2<sup>1</sup> der Tafel und Abb. 6). Der Erzkörper hat die Gestalt einer Linse, die sich dem Lydit anpaßt und im Bereich der Sattelachse am dicksten ist. Im Osten bildet das auftauchende Oberdevon an einer Querstörung eine natürliche Grenze.

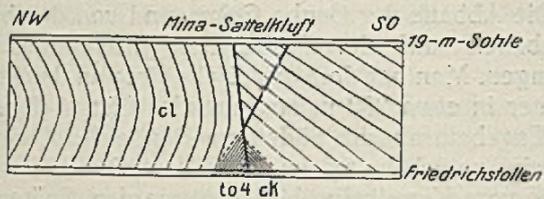


Abb. 6. Profil vom Friedrichstollen zur 19-m-Sohle.

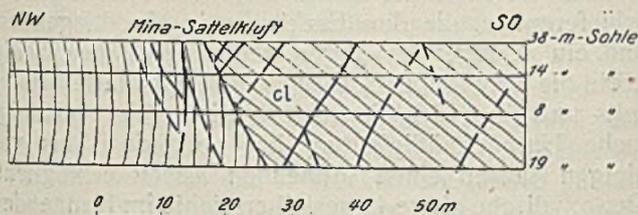


Abb. 7. Profil von der 19-m-Sohle zur 38-m-Sohle.

Abb. 6 und 7. Querprofile durch das Feld westlich der Abbaugrenze von 1892, Grube Mina.

Zwischen dem Feld westlich der Abbaugrenze von 1892 und dem Nordostfeld sind über dem oberdevonischen Sattelkern früher vom Tagebau am Kohlhagen aus oxydische Kupfererze bis zum Gustavstollen hinab im Lydithorizont des steilen Nordflügels abgebaut worden, die dort ebenfalls an die Mina-Sattelklüfte gebunden waren. Von den hintersten Streckenteilen des Heinrichstollens, des Christian- und des Friedrichstollens aus ist dieses Lager in der Umgebung des ehemaligen Hauptfördergesenkes untersucht, aber nicht mehr bauwürdig gefunden worden. Es scheint daher, daß das alte Tagebaumittel unterhalb der Gustavstollensohle vertauht, und zwar wegen des Einsinkens des Oberdevon-Sattelkernes im Osten vermutlich früher als im Westen. Das Vertauhten hängt hier offensichtlich mit dem Eintritt der Sattelklüfte in die Tonschiefer zusammen.

Am weitesten im Hangenden lag das über dem Heinrichstollen in einem kleinen Tagebau von 30 m Länge und 1 m Breite abgebaute Heinrichlager. Es war an die Kreuzung einer Querklüfte mit streichenden Klüften im steilen Lyditflügel gebunden und vertauht bereits in der Stollensohle.

Vom Christianstollen aus hat man eine kleine Erzpartie abgebaut, die in der Nähe des Stollenmundloches im Lydit des flachen Südflügels aufsetzte. Sie

war dort an eine Querklüfte gebunden, die der I. Querklüfte Bodens östlich parallel verläuft. Auch dieses Lager setzt nicht in die Tiefe.

#### Der geologische Bau der Grube Oskar am Jittenberg.

Der Mina-Sattel ist auf der rechten Glindeseite zunächst noch stärker herausgehoben als am Kohlhagen. Sein oberdevonischer Sattelkern streicht an der Leitmarer Straße in etwa 150 m Breite zutage aus. Deutlich sind ein flacher Südflügel und ein steiler Nordflügel zu erkennen. Am Nordflügel zeigen sich etwa 30 m südlich vom Kilianstollen zunächst südlich mit 85° überkippte, etwas weiter dagegen mit 78° nach Norden einfallende Oberdevonschiefer. Dieser Wechsel im Einfallen läßt sich nicht ohne weiteres deuten. Es kann sich um den Beginn des Umbiegens der Schichten im Sattelkopf handeln, es können aber auch, was wahrscheinlicher ist, Sonderfaltung oder Stauchung an einer streichenden Klüfte in Betracht kommen, ähnlich wie im Westteil des Tagebaus am Kohlhagen. Ich vermute, daß es sich um das Durchsetzen der Mina-Sattelklüfte handelt (Profil L-M der Tafel).

Im Kulm des Südflügels ist der Wilhelmstollen aufgefahren. Wie im flachen Flügel der Grube Mina sind dort bauwürdige Erze vor allem an Querstörungen zu erwarten. Die erste größere Querstörung ist vom Stollen angefahren, aber nicht näher untersucht worden. Vor Ort hat man eine Zertrümmerungszone angetroffen, die mit dem 1. Bilsteiner Sprung in Verbindung stehen dürfte. Über dem vorderen Teil des Stollens wurden früher oxydische Erze im Kieselkalkhorizont abgebaut (Wilhelm-Lager).

Die eigentliche Grube Oskar liegt am Jittenberg nördlich vom Mina-Sattel, in der sich anschließenden Mehmecke-Mulde und im Oskar-Sattel. Dort sind oder waren die Erze im wesentlichen wieder an streichende Klüfte gebunden. Aus den wenigen heute noch zugänglichen Teilen der alten Grube Oskar läßt sich ein genaueres Bild über den Aufbau nicht mehr gewinnen, so daß man auf das Schrifttum angewiesen ist. Dank der Bergrevierbeschreibung und den Arbeiten Bodens sind aber die Verhältnisse im wesentlichen klar.

Die Hauptrolle unter den Störungen spielt die Stufenkammerklüfte. Sie ist im großen Tagebau am Jittenberg mit etwa 45° südlichem Einfallen aufgeschlossen und durchsetzt dort den flachen Südflügel des Oskar-Sattels (Nordflügel der Mehmecke-Mulde) nahe der Grenze Lydit-Kieselkalk. Sie wirkt als Überschiebung, indem die Mulde als auf den Sattelflügel aufgeschoben erscheint. Die flache Schubhöhe beträgt nach den Profilen Bodens unter dem Tagebau etwa 50 m; die Aufschiebung der Mehmecke-Mulde auf den Oskar-Sattel hat die Mächtigkeit der Lydite erheblich verstärkt, zum Teil verdoppelt. Da die Klüfte die Faltenachse etwas spitzwinklig durchsetzt, kommen nach Osten zu immer tiefere Teile der Mulde an die Klüfte heran. Dadurch wird bewirkt, daß etwa 200 m nordöstlich vom Mundloch des Kilianstollens das Liegende des Kulms, oberdevonische Dasbergschichten, als »Tonschieferspitze« im Hangenden der Klüfte erscheint<sup>1</sup>. Infolge des spießwinkligen Verlaufes der Stufenkammerklüfte verbreitert sich die Tonschieferspitze auf Kosten der Lydite im Liegenden der Klüfte

<sup>1</sup> Das Raumbild 2 stellt das Feld westlich der Abbaugrenze von 1892 zwischen der Friedrichstollensohle und der 38-m-Sohle der Grube Mina dar. Die Mina-Sattelklüfte ist als Fläche besonders hervorgehoben. Von den Nebenkluftungen sind nur die wichtigsten angedeutet. Den Erzkörper umreißt eine rote Linie. Die Schichtung der Gesteine ist (ebenso wie in den Raumbildern 3 und 4) durch grobe Reibung angedeutet.

<sup>2</sup> Vgl. Boden, Schrifttum Nr. 21, S. 943, Abb. 5.

nach Osten hin keilförmig, so daß sie östlich vom Tagebau den Tonschieferkern des Oskar-Sattels erreicht. Die Schichten der Mulde im Hangenden der Stufenkammer fallen mit 30–50° südlich ein; die Schichten im Liegenden der Kluft liegen noch flacher und sind durch Sonderfaltung leicht gewellt. Das Muldentiefste des Oberdevons liegt unter dem Tagebau 36 m tiefer als die Talsohle. Im Kern der Mulde erscheint das normale Kulmprofil bis hinauf in die Kieselkalke. Am Kopf des Jittenberges wird die Mulde von der transgredierenden Zechsteinplatte abgeschnitten.

Die Stufenkammer liegt, wie erwähnt, nicht ganz im Streichen der Schichten, sondern durchschneidet diese in SW-NO-Richtung derart, daß sie am Anfang des Kilianstollens den steilen Nordflügel des Mina-Sattels erreicht. Dadurch ist zu erklären, daß die genannte Tonschieferspitze westlich vom Tagebau allmählich verschwindet und durch Kieselige Schiefer bzw. Lydite ersetzt wird. Inwieweit hierbei außerdem Quertektonik mitspielt, ist eine noch offene Frage.

Südöstlich der Stufenkammer wird die Mehmecke-Mulde von einer weitem Längskluft durchsetzt, die gleichsinnig, aber erheblich steiler (70–75°, zum Teil noch steiler) nach SO einfällt. Diese »Kluft im Muldentiefsten« verläuft unterhalb der Talsohle im Muldenkern und muß sich im Oberdevon der Mulde mit der Stufenkammer scharen. Über der Talsohle setzt die »Kluft im Muldentiefsten« allmählich zunehmend in den Nordflügel der Mulde hinein. Die Zechsteinplatte wird von ihr verworfen; abgesunken ist der Südflügel (etwa 3 m). Südlich vom großen Tagebau, etwas östlich vom ehemaligen Maschinenschacht, geht von der »Kluft im Muldentiefsten«, die selbst in nordöstlicher Richtung dem Schichtenstreichen annähernd folgt, eine nordnordöstlich gerichtete Kluft in Richtung auf das Osterlindental ab, die auf die Stufenkammer zuläuft. Außer diesen Hauptstörungen ist noch eine ganze Reihe von streichenden Nebenklüften vorhanden, die zum Teil erheblich an der Zerrüttung der Kluftzonen beteiligt sind.

Übertage bereitet die Verfolgung der durch den Bergbau bekannt gewordenen Störungen erhebliche Schwierigkeiten, weil große Halden die Beobachtung erschweren, die Pingen stark verstäubt sind und die Zahl der vorhandenen Störungen größer ist als früher angenommen wurde. Da alle Störungen nur geringe Sprunghöhe besitzen, sind sie übertage nur unter günstigen Umständen zu erkennen. Auch die Querklüfte erschweren die Verfolgung der streichenden Störungen. Übertage sind im Bereich der Grube Oskar allein vier Querverwerfungen aufgenommen worden. Meist ist ihr Verwurf zwar ebenfalls nur gering, aber eine von ihnen bringt bei der mittlern Hütte am Hang des Jittenberges doch Oberdevon neben Kieselkalk; der Verwurf beträgt also wenigstens 40 m seiger. Im Kilianstollen sind diese Querstörungen zwar nicht unmittelbar zu beobachten, jedoch läßt sich ihre Lage daran erkennen, daß die Zerrüttung in der Nähe der Klüfte zur Auszementierung des Stollens Anlaß gegeben hat. Inwieweit die Querstörungen die streichenden Klüfte der Grube Oskar versetzen, ist unbekannt. Manche Ablenkung, manches scheinbar spießwinklige Abbiegen könnte auf Querverwerfungen zurückgehen. Jedenfalls mahnen sie sehr zur Vorsicht, wenn man die einzelnen streichenden Klüfte der Zerrüttungs-

zonen über größere Grubengebiete verfolgen will.

Den Kern und den Nordflügel des Oskar-Sattels kennt man tektonisch sehr wenig. Streichende Klüfte sind sicherlich vorhanden, wie aus den alten Angaben über den obern Flora-Stollen und aus der Beobachtung einer Kluft übertage im Lydit am Nordeingang zur Hütte hervorgeht.

Der im wesentlichen bereits abgebaute Haupterzkörper der Grube Oskar ist an die Zerrüttungszone der Stufenkammer und der Kluft im Muldentiefsten gebunden. Er folgt in wechselnder Mächtigkeit den flach südlich einschiebenden Lyditen vom Austrich der Stufenkammer am Tage bis in das Tiefste der Mehmecke-Mulde. Der Muldenkern und der anschließende Nordflügel des Mina-Sattels selbst sind nur in der Nachbarschaft der Kluft im Muldentiefsten bis zur Kieselkalkgrenze hinauf vererzt.

Die Abbaue der Grube Oskar sind von den beiden Tagebauen auf der Höhe des Jittenberges ausgegangen. Man hat dort oxydische Erze an der Stufenkammer in etwa 200 m streichender Länge abgebaut. Der Tagebau fand im Süden am Rande der Zechsteinplatte eine natürliche Grenze, weil dort die erzführenden Lydite vom Kieselkalk überlagert werden. Später ging man mit den Lyditen in die Tiefe und fand die Tonschieferspitze, die den Erzkörper in ein »Liegendes« und ein »Hangendes Lager« teilte; etwa gleichzeitig hörte die Oxydationszone auf. Die Lagerstätte beiderseits und über der Tonschieferspitze zeigte mannigfache Unregelmäßigkeiten, hat aber doch bis vor einigen Jahren einen lohnenden Abbau ermöglicht. Der oxydische obere Lagerteil erreichte im Hangenden der Stufenkammerkluft eine Mächtigkeit von 15 m, die nach der Teufe zu nachließ. Ebenso wie das Liegende Lager zeigte das Hangende Lager ein leichtes Einschleichen nach Westen, wobei sich die bauwürdige Länge immer mehr verkürzte. Am Hangenden Lager waren die westlichen, am Liegenden Lager die östlichen Partien am reichsten. Der sulfidische Teil des Hangenden Lagers hat in der Kilianstollensohle eine bauwürdige Länge von etwa 100 m und eine Mächtigkeit von 15–30 m gehabt; er ist bis zur 20-m-Tiefbausohle im wesentlichen abgebaut.

Das Liegende Lager dehnte sich auf den obern Sohlen weit in das Liegende der Stufenkammerkluft nach Norden aus, wie der große Tagebau noch heute erkennen läßt. Auch auf der 6. Sohle betrug die Mächtigkeit noch mehr als 30 m, in der 3. Sohle 25 m, jedoch war die bauwürdige Länge des Lagers bereits auf etwa 60 m zurückgegangen. Bis zur Tonschieferspitze nahm die Mächtigkeit schnell ab, über der Mittelsohle unmittelbar im Liegenden des Oberdevonkeiles an der Stufenkammerkluft sind aber noch reiche sulfidische Erze vorhanden gewesen. Darunter ist die Lagerstätte im Liegenden des Oberdevonkeiles verstaubt.

Der untere Florastollen, dessen Mundloch am Osterlindental im Oberdevon des Oskar-Sattels angesetzt ist, hat in den Lyditen des Nordflügels der Mehmecke-Mulde ein bauwürdiges Lager angefahren, das an die von der Kluft im Muldentiefsten abgehende NNO-Kluft gebunden ist.

Ein kleines, aber sehr reiches Lager ist im vordern Teil des Kilianstollens abgebaut worden, die eigentliche Stufenkammer. Das Lager hatte eiförmige Gestalt, erreichte eine Länge von 15 m und eine

Mächtigkeit von 4–12 m. Es reichte von der 3. Sohle bis zur 20-m-Tiefbausohle.

Über das sogenannte Nördliche Lager ist sehr wenig bekannt. Es setzte nach Jaspas etwa 80 m nördlich vom Liegenden Hauptlager in den Lyditen auf und fiel bei einer Mächtigkeit von 2–3 m im allgemeinen mit 22–23° nach SO ein. In etwa 40 m Seigerteufe hörte die Erzführung auf. Das Lager ist an den flachen Südflügel des Oskar-Sattels gebunden.

#### Der geologische Bau der Grube Friederike am Bilstein.

Das alte Grubenfeld Friederike baute am I., II. und III. Rücken in der hohen, mittlern, tiefen und tiefsten Flözpartie die Kupferletten und Rückenerze ab, gelegentlich auch die obersten Partien der Kieselschiefer. Die unterlagernden sulfidischen Erze hat man vom Beustollen aus untersucht. Heute beschränkt sich der Betrieb ganz auf ein neues, östlich des II. Rückens gelegenes Feld, die »Neue Friederike«, die einen linsenförmigen Erzkörper in der Zerrüttungszone des verlängerten III. Rückens unter dem Punkt 355,1 der Karte am östlichen Bilstein im Lydit abbaut. Die Aufdeckung dieses wertvollen Lagers ist den geologischen Arbeiten Bodens zu verdanken. Tektonisch gehören alle Abbaue der Grube Friederike, soweit sie nicht im Zechstein liegen, zum Oskar-Sattel.

Wie schon oben geschildert worden ist, sind vor allem drei Rücken von Bedeutung, von denen der I. und III. annähernd im Streichen der Sattelachse verlaufen, während der II. Rücken die beiden andern in etwa NS-Richtung durchsetzt. An diesen sich kreuzenden Störungen ist es zu staffelförmigen Abbrüchen nach S bzw. SO gekommen, wodurch in der Zechsteinplatte die hohe, die mittlere, die tiefe westliche, die tiefe östliche und die tiefste Flözpartie entstanden sind (Abb. 3). Zahlreiche Schächte, Stollen und Abbaustrecken hat man bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts auf diesen Flözpartien angesetzt. Die Baue sind heute größtenteils nicht mehr befahrbar, die Aufzeichnungen aus alten Berichten lückenhaft, die Karten ungenau. Die Bergrevierbeschreibung hat alles Wesentliche zusammengestellt, was man über die alten Abbaue weiß; auf diese Darstellung kann hier verwiesen werden.

Der I. Rücken, der die hohe Flözpartie von der mittlern trennt, ist von seinem Scharungspunkt mit dem II. Rücken am Dreieinigkeitschacht nach SW bis zu den Fuchslöchern am Bilsteiner Hauptsprung verfolgt worden. Vom obern Fuchslöchstollen aus hat man am I. Rücken, anscheinend unter der hohen Flözpartie, auch im Kieselschiefer Erz abgebaut. Zur bessern Aufschließung dieses Kieselschieferlagers ist der untere Fuchslöchstollen aufgeföhren worden, dessen Mundloch nahe der Oberdevongrenze in den Kieselligen Schiefem westlich des Bilsteiner Hauptsprunges gestanden haben muß. Er ist zunächst annähernd dem Streichen geföhrt und muß noch vor dem Hauptsprung die Lydite erreicht haben; zuletzt biegt er wieder in das Liegende zurück bis in den oberdevonischen Sattelkern.

Der III. Rücken, der die mittlere Flözpartie vom Eleonorengesenk ab in südwestlicher Richtung gegen die tiefe westliche Flözpartie begrenzt, hat unter dem Zechstein anscheinend im wesentlichen den oberdevonischen Sattelkern angetroffen.

Östlich vom II. Rücken liegt der III. Rücken zunächst bis zum Friedrich-Wilhelm-Schacht unter dem Zechstein ganz im Oberdevon. Erst weiter östlich setzt er in die Kulmkieselgesteine des Oskarsattel-Nordflügels hinein; an der Zechsteingrenze folgen dem III. Rücken der Bilsteiner Stollen und die 32-m-Sohle im Kieselschale; tiefer und weiter östlich durchsetzt der

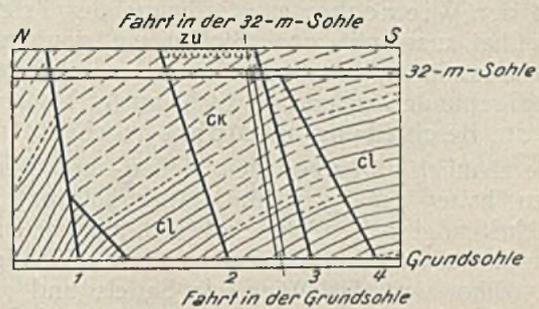


Abb. 8.

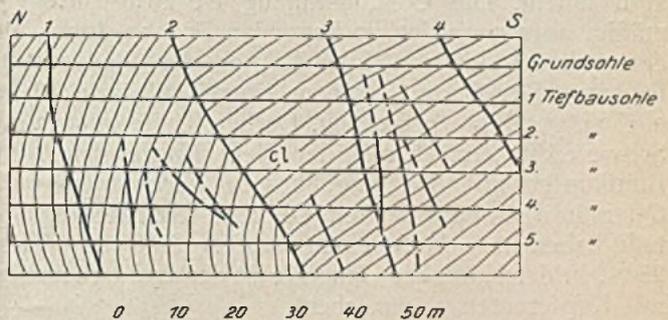


Abb. 9.

Abb. 8 und 9. Die erzführenden Klüfte der neuen Grube Friederike am Bilstein.

III. Rücken bzw. seine Zertrümmerungszone (»1. bis 4. östliche Kluft«, Abb. 7) den flachen Sattelkern; dort hat die »Neue Friederike« im Lydit ein mehr als 50 m breites und über 40 m mächtiges Erzlager mit linsenförmiger Gestalt erschlossen, das mit dem Lydit nach Osten einschleibt (Raumbild 4<sup>1</sup> der Tafel). Es ist bis zur V. Tiefbausohle verfolgt worden. Viel tiefer dürfte es dort nicht gehen, weil das Oberdevon dicht unter der V. Sohle erreicht werden wird.

Der II. Rücken, der nordöstlich streicht und an östlichen Bilstein die Platte des Obem Zechsteins westlich begrenzt, ist ein Sprung, an dem die östliche tiefe und die tiefste Flözpartie gegen die hohe, mittlere und die tiefe westliche Flözpartie abgesunken sind. Den II. Rücken hat man im Zechstein namentlich im Bereich der hohen und der tiefen östlichen Flözpartie abgebaut. Nach Süden ist er erzführend bis zum Eleonorengesenk verfolgt worden, wo er sich mit dem III. Rücken kreuzt. Die südliche Fortsetzung hat man von dem beim 2. Lichtloch abgehenden Flügelort des Bilsteiner Stollens unter dem Osterlindental kurz vor seinem Ende im oberdevonischen Schiefer des Sattelkerns angefahren. Die Angabe Bodens, daß der II. Rücken nach seiner Kreuzung mit dem III. Rücken nicht mehr aufgefunden worden sei, ist ein Irrtum. Auch übertage läßt er sich unschwer wenigstens bis zum Osterlindental verfolgen. In der Gegend des Drei-

<sup>1</sup> Das Raumbild 4 zeigt die Situation des östlichen Feldes der Grube Friederike am überkippten Nordflügel bzw. am Sattelgewölbe des Oskar-Sattels von der Grundsohle bis zum V. Tiefbau. Man erkennt die garbenförmige Zersplitterung des III. Rückens in die 1., 2., 3. und 4. östliche Kluft. Der Erzkörper der Grundsohle und des V. Tiefbaus ist rot umrissen. Man erkennt, daß der Erzkörper dem Untertauchen des Lyditsattels entsprechend nach Osten einschleibt. Damit sich ein Querprofil darstellen ließ, ist der Block zerschnitten worden.

einigkeitsschachtes ist der II. Rücken noch im Untergrunde als erzführend bekannt. Vom Beuststollen aus sind im Lydit eine Reihe von Strecken aufgeföhren worden, die zum Teil gute Ergebnisse geliefert haben.

Die Erzvorkommen an der Wiemecke, am Ohm-, Büchen- und Lütkenberg.

An der Wiemecke, am Osthange des Priesterberges, hat man mit zwei Stollen ein gangartiges Kupfervorkommen untersucht, das an eine N-S-Störung gebunden ist und im Lydit aufsetzt. Die eingehendste Beschreibung hat Mohs<sup>1</sup> gegeben.

Die ziemlich umfangreichen Stollen- und Gesenkarbeiten haben eine verhältnismäßig kalkspatreiche Lettenkluft angetroffen, die mehrfach verworfen ist. Sie durchsetzt in durchschnittlich 40 cm Mächtigkeit den Lydithorizont des Wiemecke-Sattels und reicht nach Boden im Süden bis in den devonischen Sattelkern hinein. Die Gangausfüllung ist zwar unregelmäßig, aber nach den vorliegenden Proben doch viel edler als an den sonstigen Klüften des Stadtberger Bezirkes. Der Gang ist bis zu einer Teufe von 40 m edel aufgeschlossen worden. Derber Kupferglanz und Schwefelkies herrschen in der Tiefe, Kupferglanz und Buntkupfer mit den zugehörigen Karbonaten und Quarz in den obern Teufen. Die Erze der edlen Gangteile haben nach Mohs einen Kupfergehalt von 16 bis 25 %. In der Nähe der Gangluft ist der Lydit ebenfalls mit Kupfererzen angereichert.

Ein kleiner, nicht näher untersuchter Parallelgang führte neben Kalkspat und Markasit etwas Bleiglanz und Zinkblende.

Am Ohm-, Büchen- und Lütkenberg haben die Alten an einer ganzen Reihe von Punkten auf der rechten Diemelseite unterhalb von Marsberg Rücken-erze gebaut, die an die Kupferletten des Zechsteins gebunden sind, so an der »Alten Kunst« am Nordhange des Lütkenberges sowie am Osthange des Büchen- und Ohmberges. Ein Pingenzug von etwa 1400 m Länge und zahlreiche verfallene Schächten und Stollen weisen auf eine ehemals lebhaft Blüte des Bergbaus hin. Auffallend ist, daß der Pingenzug in die streichende Fortsetzung der Klüfte fällt, die im Felde der Grube Friederike vom II. und III. Rücken garbenförmig auseinandergehen. Es kann kein Zweifel bestehen, daß die Alten am Ohmgrund usw. tatsächlich auf einzelnen Klüften des genannten Störungsbündels gearbeitet haben. Bisher wurde allgemein angenommen, daß es sich dabei um die Fortsetzung des III. Rückens handle. R. Beyschlag<sup>2</sup> glaubte sogar, den III. Rücken kartographisch bis nach Westheim verfolgen zu können. Mir scheinen die tatsächlichen Verhältnisse auf Grund der Erfahrungen mit dem Kluftbündel der Grube Friederike viel verwickelter zu liegen, als man bislang angenommen hat, so daß man sich hüten muß, eine bestimmte Kluft für die Erzanreicherungen am Ohmgrund usw. verantwortlich zu machen.

Der Zechstein liegt vom Ohmberg bis zum Lütkenberg überall über Kulmtonschiefern, zum Teil sogar schon auf dessen hangenden Partien, die sich durch Grauwackenbänderung auszeichnen. Alle Versuche, in diesem Gebiet unterhalb des Zechsteins bauwürdige Erze aufzufinden, sind daher fehlgeschlagen.

## Die Erze und ihre Verteilung.

Zunächst grundsätzlich die primären Erze der Kupferletten, des Kulms und Oberdevons einerseits und die Klufterze andererseits zu unterscheiden. Eine neuzeitliche mineralogische Untersuchung der Kupferletten fehlt leider, zum Teil weil es schwer ist, zur Untersuchung geeignetes frisches Material zu erhalten. Buff<sup>1</sup>, ein offenbar sehr sorgfältiger Beobachter, gibt an, daß Kupferglanz das Erz der Kupferletten sei und daß es fein eingesprengt auftrete. Makroskopisch sind die Erz-körnchen oft nicht zu erkennen. Der Erzgehalt soll schwankend und manche Lettenbank auch taub gewesen sein. Auf den Schichtflächen der Kupferletten treten Karbonate auf, namentlich Anflüge und Krusten von Malachit und Kupferlasur. Den mittlern Erzgehalt gibt Buff auf 1,5–2 Pfund Schwarzkupfer je Zentner an.

Die ganze Art des Auftretens der Kupferletten, ihre petrographische Beschaffenheit und ihre Erzführung lassen keinen Zweifel bestehen, daß die Kupferletten eine dem Kupferschiefer von Mansfeld, Riechelsdorf usw. entsprechende Bildung sind.

Die oberdevonischen Dasbergschichten sowie die Kiesel- und Tongesteine des Kulms sind reich an primärem Pyrit, der teils in Form von kleinen Knollen oder Schnüren derben Erzes, teils in feiner Verteilung auftritt. Dies ist eine Erscheinung, die allgemein in diesen Schichten des Rheinischen Schiefergebirges beobachtet wird. In den Kulmlyditen will Handzik<sup>2</sup> feinste »punktartige Gebilde« bei sehr starker mikroskopischer Vergrößerung erkannt haben, die primäre Kristalloide von Pyrit und Kupferkies sein sollen. Die Untersuchungen von Schwake<sup>3</sup> scheinen das Auftreten dieser kleinsten Erzteilchen im unzerklüfteten Lydit zu bestätigen. Wenn es tatsächlich möglich sein sollte, im Schliß bei Anwendung der Ölimmersion Pyrit und Kupferkies bei diesen punktförmigen Gebilden zu unterscheiden, so muß man für diesen feinsten Kupferkies ebenso wie für den Pyrit eine primäre Entstehung während der Sedimentation des Lydits annehmen. Da es sich dabei nur um äußerst geringe, nicht wägbar Kupfermengen handelt, ist eine derartige Annahme durchaus möglich.

Von bergbaulicher Bedeutung sind heute ausschließlich die Klufterze. In nennenswerter Menge treten sie nur an den Rücken des Zechsteins sowie in den Kluft- und Zerrüttungszonen der Kulmkieselgesteine, namentlich der Lydite auf.

Erze auf Spalten im Tonschiefer des Devons und Kulms sind auf äußerst seltene, ganz unbedeutende Vorkommen beschränkt und zumeist an die unmittelbare Nähe von reichen Klufterzen im Kiesel-schiefer bzw. Zechstein gebunden. So war z. B. der III. Rücken im alten Grubenfelde Friederike örtlich auch im Oberdevonschiefer unmittelbar an der Zechsteingrenze noch erzführend, jedoch hörte der Erzgehalt nach wenigen Metern bereits völlig auf. Ähnliche Verhältnisse liegen am Frohental vor, wo in unmittelbarer Nähe des Bilsteiner Hauptsprunges an der Zechsteingrenze in den Hembergsschichten eine geringe Kupferführung auftritt. Im Friedrichstollen der Grube Mina führt eine Nebenkluft der 1. Querkluft im Oberdevon in unmittelbarer Nähe des Kiesel-

<sup>1</sup> Schrifttum Nr. 13.

<sup>2</sup> Schrifttum Nr. 25.

<sup>1</sup> Schrifttum Nr. 1.

<sup>2</sup> Schrifttum Nr. 31.

<sup>3</sup> Schrifttum Nr. 33.

schiefers eine kleine Erzlinse mit Kupferglanz, Buntkupfer und Kupferkies. Im Beuststollen wurde auf einer Kluffläche ebenfalls einmal ein Anflug von Buntkupfer beobachtet, und zwar bemerkenswerterweise in einer wasserdurchlässigen Arkosebank nahe der Posidonien-schiefergrenze.

Die Erze auf den Rücken des Zechsteins. Während der Kupfergehalt der Kupferletten im Mittel nur 1–1,5% beträgt, reichert er sich in der Nähe größerer erzführender Klüfte häufig auf 4–6% an. Die hauptsächlich erzführenden Klüfte sind im Zechstein der I., II. und III. Rücken am Bilstein sowie ihre Fortsetzung in der Richtung auf Westheim. Heute kann man nur noch im Bilsteiner Stollen Teile des III. Rückens befahren. Die Kluft zeigt dort eine Breite von 10–50 cm; ihre Ausfüllung besteht aus mehr oder weniger eisenschüssigen Letten mit Brocken von zersetztem Zechsteinkalk; als Erz sind nur Malachit und Lasur in geringen Mengen zu beobachten, die zusammen mit Quarz und Kalkspat kleine Klüfte ausfüllen. Auch die Nebenspalten des Zechsteins zeigen häufig Krusten und Anflüge von Kupferkarbonaten. An andern Stellen wiesen die Rücken eine Spaltenbreite von 2,5 m auf; ihr Erzgehalt stieg auf mehr als 7%.

Im Bilsteiner Stollen östlich vom Friedrich-Wilhelm-Schacht und auf der 32-m-Sohle der Grube Friederike ist der III. Rücken über größere Erstreckung an der Grenze Kulmkieselkalk-Zechstein überfahren worden. Die Kluft zeigt dort im allgemeinen keinen wesentlichen Unterschied gegenüber der Ausbildung im reinen Zechstein, nur treten gebleichte Kieselkalkbrocken, oft in brecciöser Verwachsung, in der Kluftausfüllung hinzu. Bemerkenswert ist das Auftreten eines antimonhaltigen Bleiglanzes in der Kluftmasse des III. Rückens an der Kieselkalkgrenze in der 32-m-Sohle. Der Bleiglanz bildet spätige, unregelmäßige Knollen, die mit Bleikarbonaten überzogen sind. Die Knollen erreichen Faustgröße und liegen mit Schwefelkiesknollen und Kupferkarbonaten in einem gelblichen oder rötlichen Letten. Der Bleiglanz ist eine rein örtliche Erscheinung im Stadtberger Erzbezirk; er dürfte ganz unabhängig von der Kupfererzbildung entstanden und ebenso wie die Bleierze von Bleiwäsche bei Brilon nach Ablagerung der Kreide in die Klüfte eingewandert sein.

Die Erze auf Klüften im Kieselkalk. Die hellen Kulmkieselgesteine haben nur örtlich eine bauwürdige Kupfererzführung aufgewiesen, z. B. am Wilhelmilager und am III. Rücken. Überall dort, wo der Kieselkalk das Hangende erzreicher Lydite bildet, zeigt er die lebhaften Farben der Kupferkarbonate auf seinen zahlreichen Spalten und Haarrissen. Sulfidische Kupfererze sind meines Wissens bisher im Kieselkalk nicht festgestellt worden, obgleich sie auf tiefen Sohlen an günstigen Stellen örtlich auftreten dürften. Die Karbonaterze sind offenbar im wesentlichen als solche im klüftigen Kieselkalk aus umlaufenden Wassern abgesetzt worden und nur zum Teil durch Oxydation sulfidischer Erze entstanden. In der Ausbildung und der Art des Auftretens entsprechen die Kieselkalkerze im übrigen den Lyditen mit Oxydationserzen.

Die Erze auf Klüften im Lydit sind die Träger des heutigen Bergbaus. Bei den Lyditen handelt es sich um außerordentlich zerklüftete Ge-

steine, die in der Nähe von Verwerfungsspalten vielfach eine starke Zerrüttung aufweisen und daher dem Wasserumlauf besonders zugänglich sind. Die Zerklüftung ist noch stärker als im Kieselkalk. Darin liegt offenbar die eine wesentliche Ursache für die Erzanreicherung im Lydit. Eine zweite dürfte im Kohlenstoffgehalt und im Pyritreichtum der Lydite zu suchen sein, obgleich eine Veränderung der kohligten Substanz und des primären Pyrits kaum beobachtet worden sind. Die Lydite behalten trotz ihrer starken Zerrüttung und Vererzung ihre ursprüngliche schwarze Farbe und Zusammensetzung bei.

Über die Eigenschaften der erzführenden Spalten im Lydit ist ausreichend geschrieben worden und daher ein näheres Eingehen auf Einzelheiten hier nicht erforderlich. Es sei besonders auf die lehrreichen farbigen Wiedergaben von Mikrophotographien Jaspers<sup>1</sup> hingewiesen.

Die erzführenden Spalten erreichen eine Breite von mehreren Metern. Teils sind sie als einfache Klüfte entwickelt und dann meist reich an Letten mit Lyditbrocken, teils sind sie mehr als Zertrümmerungszonen ausgebildet und dann oft schwer als Erzspalten zu erkennen. Die Zertrümmerungszonen sind im allgemeinen erzeicher als die großen Lettenspalten, auf denen die eigentlichen Verwürfe stattgefunden haben. Solche Lettenspalten haben ebenso wie schichtig eingelagerte Lettenbänke in den Lyditen oft geradezu erzfeindlich gewirkt. Vor allem im Liegenden von Lettenklüften stellt sich mit Vorliebe eine Ver- taubung ein.

Die Kupfererze sind im Lydit (abgesehen von den noch hypothetischen »punktförmigen Gebilden«) durchweg an Klüfte und Spalten gebunden. Auf den feinsten Haarrissen sind sie eingedrungen, die sich oft nur mit dem Mikroskop erkennen lassen. Im allgemeinen ist die eigentliche Kluftmasse am reichsten; ihr Kupfergehalt kann 5–10% und mehr betragen. Seitlich der Erzspalten pflegt eine ausgesprochene Imprägnationszone entwickelt zu sein, deren Mächtigkeit je nach der Klüftigkeit und dem Vorhandensein von Letten zwischen mehreren Metern und wenigen Zentimetern schwankt, und in der die Erzführung meist schnell auf 1–2% abnimmt. Nur an den ganz großen Klüften mit breiten Zerrüttungszonen kommt es zu einer Verbindung der einzelnen Imprägnationszonen zu einem einheitlichen Erzkörper, dessen Metallgehalte aber auch dann oft unter die Bauwürdigkeitsgrenze (1,5%) hinabgehen, z. B. im Tiefbau von Friederike.

Die einzig wichtigen Kupfererze des Stadtberger Bezirkes sind Kupferglanz und Buntkupfer, Malachit, Kupferlasur und verschiedene noch nicht näher erforschte grüne Kupferhydrate. Die oxydischen Erze treten zumeist in Form von Anflügen und Krusten sowie als Ausfüllung kleiner Spalten und als brecciöse Verkittungsmassen von Gesteinbrocken auf. Nur selten sind sie auf kleinen Hohlräumen auskristallisiert. In derselben Form finden sich in der Regel auch die Sulfide. Daneben kommen aber auch in einzelnen Klüften, z. B. im I. Tiefbau der Grube Friederike, derbe Kupfererze vor, im besondern Knollen von Kupferglanz. Örtlich sind auch kleine gangförmige Nester von Kupferglanz zu beobachten. Als Besonderheit ist das Vorkommen eines sehr feinkörnigen Gemisches von Kupferglanz und Kupferkies

<sup>1</sup> Schrifttum Nr. 6.

(»Kupferstein«) mit schichtähnlicher Struktur als Imprägnation an der 3. östlichen Kluft im 3. Tiefbau der Grube Friederike zu erwähnen.

Als Gangarten sind Kalkspat und — weniger häufig — Quarz verbreitet, aber meist nur in geringen Mengen an der Spaltenausfüllung beteiligt. Die früher, z. B. von Boden, gemachte Beobachtung, daß Quarz die obern Zonen, Kalkspat die untern bevorzuge, hat bereits Handzik widerlegt.

Außer den genannten Erzen und Gangarten kommen noch folgende Mineralien vor:

Kupferkies, von Boden als Seltenheit in der Friedrichstollensohle der Grube Mina angegeben, stellt sich immer mehr als ein verhältnismäßig verbreitetes Erz heraus. Er ist stets sekundär. Alle über das Vorkommen von Kupferkies gemachten Annahmen, daß er das Erz der primären Zone anzeige, sind daher irrig. Auf der Grube Mina findet sich Kupferkies vom 2. Tiefbau bis hinauf zur 38-m-Sohle. Aus noch höhern Teufen stammt eine Stufe, die Mohs aus dem Rückenerz der alten Grube Friederike gesammelt hat; in einer brecciösen, limonitreichen Kluftmasse liegen Kupferglanz und Buntkupfer mit derben Kupferkiesstrümmern.

Kupferindig, von Schwake als Umwandlungsprodukt von Kupferglanz und Buntkupfer mikroskopisch festgestellt, hat sich neuerdings in der 3. östlichen Kluft im III. Tiefbau der Grube Friederike in Verbindung mit Kupferglanz, Buntkupfer, Kupferkies und sekundärem Pyrit gefunden.

Sekundärer Pyrit ist weit verbreitet, aber überall nur in geringen Mengen vorhanden. Gelegentlich tritt Markasit sowohl mit oxydischen als auch mit sulfidischen Erzen auf.

Spuren von Zinkblende (Honigblende) sind auf Kupferkies an der 2. Querkluft der Grube Mina festgestellt worden. Ihr Vorkommen auf einer Kluft an der Wiemecke wurde schon angeführt.

Bleiglanz findet sich am III. Rücken auf der 32-m-Sohle und an der Wiemecke, wie bereits erwähnt wurde.

Rotkupfererz spielt in der tiefern Oxydationszone eine große Rolle als feinkristalliner bzw. erdiger Überzug auf Klüften. Außer dem reinen Rotkupfererz kommen auch seine durch Eisen- oder Manganoxye verunreinigten Abarten Ziegelerz und Schwarzkupfererz vor.

Kupferhydrate von licht schmutzig-grüner Farbe spielen neben Karbonaten eine große Rolle, vor allem als Neubildung in frisch aufgefahrenen Strecken der sulfidischen Zone. Sie sind noch nicht näher untersucht und früher vielfach mit Malachit verwechselt worden.

Unter den Oxydhydraten ist der Brauneisenstein am verbreitetsten, besonders in den brecciösen Luftausfüllungen. Häufig ist er manganhaltig und dann dunkelbraun gefärbt.

Gediegen Kupfer in Form von dünnen Platten und unregelmäßig gestalteten Blechen sowie in erdig-schwammiger Form als Zementkupfer kommt in der Rotkupfererzzone als Reduktionsprodukt in manchen Klüften nicht selten vor, z. B. im I. Tiefbau und in den Bauen über der Friedrichstollensohle der Grube Mina.

Sulfate sind verbreitet, haben aber nirgends eine größere Bedeutung. Gips und Eisenalaune bilden

sich überall dort, wo sauerstoffhaltige Wasser mit pyritreichen Schiefen in Verbindung treten. Kupfervitriol und komplexe Kupfer-, Eisen-, Kalk- und Magnesiumsulfate von blauer oder blaugrüner bis weißlich-grüner Farbe sind als Neubildungen in alten Strecken gelegentlich in größeren Mengen entstanden, teils in stalaktitischer Form oder als Krustenüberzug, teils in schlammiger Form als Gel.

Schwerspat hat Schwake im Kilianstollen beobachtet, Cerrussit kommt in Verbindung mit Antimonocker als Verwitterungsprodukt des Bleiglanzes vor.

#### Teufenunterschiede.

Man unterscheidet eine Zone der Schwarz- oder sulfidischen Erze und eine Zone der grünen oder oxydischen Erze. Die Trennung dieser Zonen ist wegen der verschiedenen Verhüttung der beiden Erzgruppen von großer praktischer Bedeutung, und daher ist dem Zonenverlauf immer die entsprechende Aufmerksamkeit geschenkt worden. Vor allem hat sich Boden mit der senkrechten Verteilung der Erze beschäftigt. Er fand, daß auf der Grube Mina die sulfidischen Erze etwa bis zum Gustavstollen (rd. 35 m über der Talsohle) hinaufreichen. An der Grenze der sulfidischen gegen die oxydische Zone liegt nach Boden eine etwa 40 m mächtige Zone, die neben Karbonaten, Rotkupfer und gediegenem Kupfer nur geringe Mengen von Sulfiden führt. Darunter folgt eine etwa 12 m mächtige Rotkupfererzzone ohne Karbonate, dann die Zone der reinen Sulfide<sup>1</sup>.

Mit Recht betont Boden, daß diese Erzzone stark abhängig von der Oberflächengestaltung und von dem Wasserumlauf auf den Klüften sind. Die Grenzen haben also einen unregelmäßigen Verlauf. Mit dem Grundwasserspiegel senkt sich die Grenze der Oxydationszone nach den Talrändern hin. Auf wasserreichen Klüften reicht die Oxydation tiefer hinab als im benachbarten weniger klüftigen Gestein.

Auf der Grube Mina liegt die Grenze zwischen der sulfidischen und der oxydischen Zone am Talrand etwa in der Höhe der 2. Tiefbausohle und steigt im Feld westlich der Abbaugrenze von 1892 einige Meter über die Friedrichstollensohle an. Auf der Grube Oskar reichen an der eigentlichen Stufenkammer die Oxydationserze bis in den Tiefbau hinab, während sie unter dem großen Tagebau erst etwa 20 m über der Sohle des Glindetales einsetzen. In den östlichen Feldesteilen der Grube Friederike beginnt die Oxydationszone unmittelbar über der Grundsohle, wo neben vorherrschenden Sulfiden bereits die ersten Karbonate auftreten. Die Sohle des Bilsteiner Stollens liegt bereits ganz in der Oxydationszone.

#### Verteilung der Klufferze.

Betrachtet man die Profile, so kann man unschwer erkennen, wo die Lydite des Kulms unmittelbar bzw. nur von Kieselkalken bedeckt die Oberfläche erreichen oder unmittelbar vom Zechstein überlagert werden. Diese Feststellung ist von grundsätzlicher Bedeutung für die Aufsuchung neuer Abbaugebiete und für die genetische Deutung der Klufferze.

Ebenso bedeutsam ist die schon seit langem gemachte Erfahrung, daß die Lydite nur dort erzreich sind, wo Klüfte sie stark durchsetzen. Je zerrütteter die Lydite, desto reicher sind im allgemeinen die Erze.

<sup>1</sup> Boden, Schrifttum Nr. 21, S. 986, Abb. 15.

Ungünstige Wasserumlaufverhältnisse, meist durch Lettenbänke bedingt, haben auch in stark zerrütteten Lyditen taube Nester verursacht.

Eine letzte grundsätzlich wichtige Tatsache ist das Abnehmen der Erzführung nach der Teufe. Im allgemeinen setzt das unterlagernde Devongebirge der Erzführung ein Ende. Die Spalten schließen sich im Devon oder sind von tauben Letten erfüllt. Dies trifft für die reichen Erze am Südflügel des Mina-Sattels, für die Erze der Mehmecke-Mulde (Grube Oskar) und für die Erze der neuen Grube Friederike zu. Oftmals ist aber auf den Erzspalten schon über dem Oberdevon eine Ver taubung eingetreten, z. B. im Nordostfeld der Grube Mina und im Liegenden Hauptlager der Grube Oskar. Auch in den steilen Sattelflügel n hat sich im Lydit bisher stets eine Ver taubung nach der Teufe eingestellt, so am Heinrichlager, am Lager im Liegenden der Mina-Sattelkluft und im Beuststollenlager am II. Rücken. Dies hängt offenbar mit der geringen tatsächlichen Bewegung auf den Störungen des Stadtberger Bezirkes zusammen, die kaum in größere Tiefe hinabreichen dürften.

#### Die Genesis der Erze.

Ohne Eingehen auf die besondern mineralogischen Einzelheiten sollen kurz einige allgemeine Gesichtspunkte besprochen werden, die sich aus dem geologischen Befund ergeben.

Über die Entstehung der Stadtberger Erze sind drei sich schroff entgegengesetzte Anschauungen geäußert worden:

1. Die Erze sind syngenetisch mit dem Lydit und zum Teil auf Spalten umgelagert worden.
2. Die Erze sind aus azendenten Lösungen in den Spalten ausgeschieden worden.
3. Die Erze stammen aus den Kupferletten und sind deszendend auf Spalten gewandert.

Die Syngene se der im Lydit auftretenden Erze haben bereits Bergeat, Boden und Handzik widerlegt. Die Imprägnation der Lydite ist stets an Klüfte, feine Spalten und feinste Haarrisse gebunden. In seinem Innern ist der Lydit völlig erzfrei. Daher besteht kein Zweifel an der epigenetischen Entstehung der Erze, die heute auch nicht mehr bestritten wird. Dabei muß abgesehen werden von den punktförmigen Gebilden angeblichen Kupferkieses im frischen Lydit. Die ganze Natur der Kulmkiesel-schiefer mit ihrem hohen Gehalt an fein verteiltem primärem Eisensulfid spricht durchaus für die Möglichkeit, daß auch etwas Kupfersulfid primär im Sediment niedergeschlagen worden ist. Die dazu nötige sehr geringe Kupfermenge kann ohne weiteres aus dem Meerwasser abgeleitet werden<sup>1</sup>. Die Kulmgesteine weisen mancherlei petrographische und genetische Beziehungen zum Kupferschiefer auf, so daß ein kleiner primärer Kupfergehalt im Kulm durchaus verständlich wäre. Eine ebenfalls analoge Bildung ist der Kupferletten des Untern Zechsteins. Seine Verwandtschaft zum mitteldeutschen Kupferschiefer wird allgemein anerkannt. Dabei ist die Auffassung über die Herkunft der Kupferschiefererze geteilt. Groddeck und Freiesleben hatten eine syngenetische Entstehung der fein verteilten Erze des Kupferschiefers angenommen; Pompeckj, Walther, Lang, Frebold, Schneiderhöhn und ganz neuerdings auch Behrend und Fulda sind dieser Ansicht

gefolgt. Dagegen haben Beyschlag, Krusch, Schloßmacher u. a. die Ansicht vertreten, daß es sich um azendente Kupferlösungen und eine epigenetische Durchtränkung der Kupferschiefer handelt. Auf Grund der Untersuchung der ganz entsprechenden Kupferletten des Untern und Obern Zechsteins am Ostrande des Rheinischen Schiefergebirges zwischen Marsberg und Marburg bin ich von der primären Natur der Kupfererze dieser Letten überzeugt. Vor allem ist die im wesentlichen gleichmäßige und gleichartige Verteilung des Erzes in den schwer wasserdurchlässigen Letten auch in ungestörten Gebieten allein schon ein wichtiger Hinweis auf die primäre Entstehung. Ich betrachte die Kupferletten als einen Eisen-Kupfersulfidschiefer, der genetisch gleich den verbreiteten Eisensulfidschiefen des Devons und Kulms zu deuten ist.

Buff und Emmerich hatten die epigenetische Bildung der Kluftererze bereits erkannt. Sie sahen in den Kupferletten das primäre Erz, das teilweise ausgelaugt, auf Rücken angereichert und auf Spalten in die Lydite hineingewandert sein soll. Diese Auffassung ist in der Folgezeit viel bestritten worden, vor allem von Beyschlag und Boden, die eine Entstehung aus azendenten Kupferlösungen angenommen haben.

Eigene mehrjährige Untersuchungen haben mich zu der Überzeugung gebracht, daß die Erklärung von Buff und Emmerich im Grundgedanken durchaus richtig ist, daß also nur eine Deszendenz der Erze in Frage kommt, und daß die Kupferletten das Muttererz enthalten. Hierfür sind die nachstehenden Beobachtungen von ausschlaggebender Bedeutung.

1. Die Stadtberger Erze sind durchweg an die Nachbarschaft des Untern Zechsteins gebunden. Das trifft auch für die Kupfererze im Kulm am Eisenberg bei Corbach zu, deren Auftreten Boden geradezu als Beweis für die Unabhängigkeit der Lyditerze vom Zechstein anführt. Tatsächlich steht der Untere Zechstein heute noch beim Dorfe Goldhausen am Südwestrande des Eisenberges an. Ehemals hat er um den Berg herum eine geschlossene Decke gebildet, wie die Baue auf Kupferletten bei Nordenbeck anzeigen. Nur der Gipfel des Eisenberges hat als Insel aus dem Zechsteinmeer herausgeragt, ähnlich wie der Priesterberg bei Marsberg.

2. Die Kluftererze treten nur dort auf, wo sich stark zerklüftete Gesteine in unmittelbarem Kontakt mit den Kupferletten befunden haben. Als solche Gesteine kommen von Natur aus nur die Lydite und Kieselkalke des Kulms in Betracht. Ihre Durchsetzung mit streichenden und querschlägigen Störungen hat die Zertrümmerung noch verstärkt. Im Gegensatz zu den schieferigen Gesteinen findet in den Kulmkieselgesteinen ein lebhafter Wasserumlauf statt. Im Streichen der Lyditzüge konnten die Metalllösungen naturgemäß wandern, so daß sie auch an solche benachbarte Stellen der Lyditzüge gelangten, die nicht mehr unmittelbar unter den Kupferletten lagen.

3. Die erzführenden Rücken ver tauben, wenn sie vom Zechstein oder von den Kieselgesteinen in devonische oder kulmische Schiefer hinabsetzen. Nur ganz vereinzelt ist es den Lösungen gelungen, einige Meter in die Spalten der Schiefer einzudringen. Die zahlreichen und großen Strecken, die im Oberdevon und Kulmtonschiefer aufgeföhren worden sind und die

<sup>1</sup> Erdmann, Schrifttum Nr. 28.

von vielen Störungen durchsetzt werden, haben das völlige Fehlen von Erzspalten in diesen Gesteinen erwiesen. Ebenso wie in andern Grubengebieten der Nachbarschaft müßten die Spalten des Stadtberger Bezirkes auch in den Schiefen erkennen lassen, ob sie azendenten Erzlösungen als Bewegungsbahnen gedient haben. Tatsächlich fehlt aber sowohl in den Grubenstrecken als auch in den Tagesaufschlüssen der Umgebung jede Spur von Kupfererzgängen. Die nächstgelegenen kupfererzführenden Gänge liegen bei Ramsbeck und im Kellerwald, wo sie zweifellos azsenderter Entstehung sind; dort führen die Gänge bezeichnenderweise aber auch im Schiefer Erz.

4. Die Erze vertauben auch dort in verhältnismäßig geringer Teufe, wo die Lydite in zerrüttetem Zustande weiter in die Tiefe setzen.

5. Die Verwerfungsclüfte des Stadtberger Bezirkes sind keine tiefreichenden Spalten. Nur in Ausnahmefällen haben sich an einzelnen Störungen Verwerfungsbeträge bis zu 60 m ergeben. Vor allem zeigen die eigentlichen Erzspalten nirgends Verwurfshöhen über 20 m. Die ganzen Störungen des Gebietes haben offenbar nur in der obersten Kruste Spannungen ausgelöst. Es besteht kein Grund für die Annahme, daß sie in Tiefen hinabreichen, die für die Lieferung primärer Erze in Betracht kommen.

6. Beyschlag und Schriel und nach ihnen Handzik und Schwake wollen die Erze von karbonisch-permischen Eruptivgesteinen ableiten. Beyschlag und Schriel schließen aus dem Vorkommen von Granitgeröllen im Karbon der Gegend von Marburg und Frankenberg auf granitische Batholithe in der Tiefe. Hierzu ist zu bemerken, daß die genannten Gerölle im tiefern Kulm liegen und nur von Graniten stammen können, die bereits zur Unterkarbonzeit der Abtragung unterworfen gewesen sind. Es ist daher unmöglich, postzechsteinzeitliche Lagerstätten mit ihnen in Verbindung zu bringen. Auch Eruptivmassen der Permzeit kommen nicht in Frage, weil sie in der weitem Umgebung völlig unbekannt sind.

Die Herkunft des Kupfers bleibt fraglich. Die größte Wahrscheinlichkeit hat aber die Annahme, daß es aus der Verwitterung der permischen Landoberfläche der rheinischen Masse stammt.

7. Irgendwelche Anzeichen einer primären Kupferkieszone fehlen. Der in den Gruben beobachtete Kupferkies ist stets sekundär und ein Umwandlungsprodukt von reichern Kupfersulfiden.

8. Wäre das Erz der Kupferletten sekundär aus azendenten Lösungen ausgefällt worden, so hätten die petrographisch gleichen Alaunschiefer des Kulms ebenfalls vererzt werden müssen.

Die unter 1–8 genannten Gründe zwingen zur Annahme einer deszendenten Entstehung der Stadtberger Klüfterze. Es bleibt nur noch zu untersuchen, ob der mineralogische Befund damit übereinstimmt. In dieser Hinsicht ist wichtig, daß sich nach dem Ergebnis der erzmikroskopischen Untersuchungen von Handzik aus den Paragenesen kein Urteil darüber ergibt, ob die Erze azendent oder deszendent entstanden sind.

Ich betrachte mit Buff den Kupferglanz der Zechsteinletten als das primäre Erz, das in feiner Verteilung über große Flächen hinweg vorhanden ist. Die den Zechstein durchspülenden Sickerwasser haben Teile der Erze gelöst und lösen sie noch. In Form von

Karbonaten, Sulfaten und Hydraten ist es gewandert und auf Klüften, die einen Wasserumlauf ermöglicht haben, in die Tiefe gelangt. Daher sind in den obern Spaltenteilen Karbonate und Sulfate ausgefallen, in der Tiefe Sulfide, und zwar in erster Linie Kupferglanz, daneben auch Buntkupfer. Bei der Bildung der Sulfide haben der Kohlenstoff- und der Pyritgehalt der Lydite zweifellos eine große Rolle gespielt. Auch der Eisen- (Eisensulfat-) Gehalt der Lösungen, vor allem aus dem Zechstein und dem Kieselkalk stammend, hat bei der Reduktion der Kupferlösungen mitgewirkt.

Die Kupferreicherze sind unmittelbare Absätze der absteigenden Lösungen, nicht etwa durch Zementation von Kupferkies entstanden. Eine eigentliche Zementationszone, wie sie bei Kupfererzgängen auftritt, ist daher bei Stadtberge auch nicht vorhanden, wie man bisher meist angenommen hat. Sie wäre auch nur dann vorstellbar, wenn beträchtliche Verschiebungen des Grundwasserspiegels stattgefunden hätten. Das ist aber nicht anzunehmen. Andererseits sind die Reichsulfide im Bereich einer Zementationszone im Sinne von R. Lang<sup>1</sup> gebildet worden, haben daher auch mineralogisch das Gepräge von Zementationserzen.

Die Erzbildung auf den Stadtberger Klüften ist als ein Vorgang zu betrachten, der nach dem Rückzug des Zechsteinmeeres eingesetzt und mit Unterbrechungen bis auf den heutigen Tag angehalten hat. Daraus ergibt sich schon, daß man mit den verschiedenartigsten Paragenesen rechnen muß. Kleine Schwankungen des Grundwasserspiegels, vor allem durch die Talerosion bedingt, Wechsel in den Umlaufwegen und klimatische Veränderungen haben zu allen möglichen Differenzierungen der jeweiligen Lösungen geführt. Temperatur, Druck, Konzentration und Zusammensetzung sind nicht gleichbleibend gewesen. Daraus erklärt sich zwangsläufig die wechselvolle Ausfällung von Kupferglanz und Buntkupfer bzw. ihre gegenseitige Vertretung. Daher besteht auch durchaus die Möglichkeit, daß man verschiedene Sulfidgenerationen in derselben Klüftausfüllung findet. Auch durch »Rückzementation« dürften Sulfide entstanden sein, namentlich Buntkupfer. Die Karbonate der Klüfte wird man nur zum Teil als Bildungen des eisernen Huttes infolge sekundärer Umwandlung von Sulfiden betrachten dürfen; im Bereich der Oxydationszone sind sie zum Teil vermutlich auch unmittelbar aus den Lösungen abgeschieden worden. Gelegentlich bilden sich auch Sulfide in der Oxydationszone, wie eine Kupferglanzstufe aus einer Zechsteinkluft der Grube Friederike beweist.

Soweit ich zu erkennen vermag, lassen sich alle wechselvollen Bildungs- und Umbildungserscheinungen, die Handzik und Schwake mit dem Erzmikroskop erforscht haben, zwanglos deuten, wenn man die Erzbildung nicht auf ein kurzfristiges Geschehen, sondern auf einen durch viele geologische Zeiträume anhaltenden sehr komplexen Vorgang zurückführt. Daraus erklärt sich auch zwanglos, daß aus den Kupferletten mit ihrem geringen Erzgehalt im Laufe der Zeiten allmählich bauwürdige Lagerstätten entstanden sind.

#### Zusammenfassung.

Die primären Kupfererze von Stadtberge sind an die Kupferletten des Untern Zechsteins gebunden und als Sulfide, wie im mitteldeutschen Kupferschiefer, syngenetisch abgelagert worden.

<sup>1</sup> Schrifttum Nr. 28.

Umlaufende Tageswasser haben das primäre Erz der Kupferletten teilweise herausgelöst und zu sekundären (epigenetischen) Lagerstätten auf Rücken im Zechstein und in klüftigen Gesteinen des lebhaft gefalteten paläozoischen Untergrundes angereichert. Der Lydit-Horizont des Kulms ist wegen seiner starken Zerklüftung und wegen seines Kohlenstoff- und Pyritgehaltes für das Eindringen und für den Absatz der Kupfererze aus den absteigenden Lösungen besonders geeignet. Die bauwürdigen Lagerstätten sind daher an den Lydit gebunden und treten überall dort in ihm auf, wo er infolge seiner tektonischen Lagerung in enger hydrologischer Beziehung zum Zechstein-Deckgebirge steht. Die Lagerstätten sind dort am reichsten, wo infolge von Spaltenbildung eine besonders starke Zerrüttung der Lydite eingetreten ist.

Alle schiefriigen Gesteine des paläozoischen Untergrundes sind erzfrei; nur im Bereich von Störungszonen treten örtlich unmittelbar an der Zechsteingrenze Spuren von Erz auf. In den Lyditen beobachtet man deutlich eine Abhängigkeit des Erzgehaltes von der Umlaufmöglichkeit der Tageswasser. Nach der Tiefe nimmt die Erzführung rasch ab.

Die Erzbildung im Lydit ist als ein Vorgang aufzufassen, der nach dem Rückzug des Zechsteinmeeres begonnen hat und bis heute anhält. Die wechselvollen Paragenesen der Sulfide, Oxyde, Karbonate und Sulfate lassen sich auf die vielfachen Veränderungen der Lösungen sowie der Abscheidungs- und Umbildungsbedingungen zurückführen, die im Verlaufe der langen geologischen Vergangenheit seit der Zechsteinzeit eingetreten sind.

#### Verzeichnis der wichtigsten Schriften<sup>1</sup>.

1. 1819. Buff: Lagerungsverhältnisse und Geschichte des stattgefundenen Bergbaues auf dem Stadtberger Kupferschieferwerk.
2. 1838. Hundt: Beschreibung der Grube Friederike bei Stadtberge.
3. 1845. L. Emmerich: Geognostische und mineralogische Beschreibung der kupfererzführenden Rücken auf den Gruben Oskar, Kilian und Friederike zu Stadtberge und ihre Beziehung zu den Gebirgsarten, welche davon durchsetzt werden, mit denjenigen genetischen Erklärungen, welche die besondern Verhältnisse in Frage stellen können.
4. 1848. W. Brockmann: Grubenaufstand über die Kupfererz-Zeche Friederike vom Bilstein bei Stadtberge.
5. 1879. E. Holzappel: Die Zechsteinformation am Ostrande des Rheinisch-Westfälischen Schiefergebirges, Dissertation, Marburg.
6. 1881. Jasper: Geognostisch-mineralogische Beschreibung des Kupfererzvorkommens bei Stadtberge in Westfalen.
7. 1890. Oberbergamt Bonn: Beschreibung der Bergreviere Arnsberg, Brilon und Olpe sowie der Fürstenthümer Waldeck und Pyrmont.
8. 1890. A. Leppla: Über die Zechsteinformation und den unteren Buntsandstein im Waldeckschen, Jahrb. Geol. Berlin.
9. 1890. J. Scherer: Geognostisch-mineralogische Beschreibung des Erzvorkommens auf der Kupfererzzeche Mina im Stadtberger Kupferdistrikt des Reviers Brilon und Darstellung des dort geführten Bergbau- und Hüttenbetriebes.
10. 1897. Schale: Das Kupfererzvorkommen von Stadtberge.
11. 1901. E. Meurer: Geologische und bergmännische Verhältnisse der Stadtberger Kupfererzgruben.
12. 1901. Sommer: Beschreibung der Lagerungsverhältnisse und Betriebsverhältnisse der Kupfererzgruben bei Marsberg im Bergrevier Brilon.
13. 1903. Mohs: Ein Beitrag zur Kenntnis des Kupfererzvorkommens von Niedermarsberg (Stadtberge) in Westfalen.
14. 1904. B. Kärger: Die neueren Aufschlüsse der Kupfererzlagerstätte zu Stadtberge (Niedermarsberg) in Westfalen.
15. 1905. O. Favorke: Geologische Verhältnisse der Kupfererzgruben zu Stadtberge.
16. 1908. Kipper: Die Zechsteinformation zwischen dem Diemel- und Itter-Tale am Ostrande des rheinisch-westfälischen Schiefergebirges unter besonderer Berücksichtigung der Kupfer-, Gips-, Eisen-, Mangan-, Zink-, Blei-, Cölestin- und Schwespatvorkommen, Glückauf, S. 1029.
17. 1909. W. Möhring: Der Zechstein am nördlichen Ostrand des Rheinischen Schiefergebirges, Dissertation, Berlin.
18. 1910. A. Bergeat: Bemerkungen über das Kupfererzvorkommen zu Stadtberge in Westfalen, Z. pr. Geol., S. 367.
19. 1911. K. Masling: Die Erzlagerstätten des Fürstentums Waldeck.
20. 1911. O. Pauls: Das Stadtberger Kupfererzvorkommen.
21. 1912. K. Boden: Das Kupfererzvorkommen im untern Glindetal bei Niedermarsberg (Stadtberge) in Westfalen, Glückauf, S. 937.
22. 1913. F. Beyschlag, P. Krusch und J. H. L. Vogt: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien nach Form, Inhalt und Entstehung, Bd. 2, S. 616.
23. 1914. A. Bergeat: Das Meggener Kies-Schwespatlager als Ausscheidung auf dem Grunde des mitteldevonischen Meeres, Z. pr. Geol., S. 237.
24. 1914. J. F. Pompeckj: Das Meer des Kupferschiefers, Branca-Festschrift.
25. 1919. R. Beyschlag: Geologische Darstellung der Gegend von Stadtberge in Westfalen durch Karte und Erläuterung.
26. 1920. F. Beyschlag: Zur Frage der Entstehung des Kupferschiefers, Z. Geol. Ges., Monatsber., S. 318.
27. 1920. J. F. Pompeckj: Kupferschiefer und Kupferschiefermeer, Z. Geol. Ges., Monatsber., S. 329.
28. 1922. R. Lang: Der mitteldeutsche Kupferschiefer als Sediment und Lagerstätte, Jahrb. Hallesch. V., S. 1; dort auch Diskussionsbemerkungen von Beyschlag, Erdmann u. a., S. 112.
29. 1923. F. Beyschlag und W. Schriel: Das Gold der Eder, Arch. Lagerstättenforsch., H. 32.
30. 1923. W. Brauch: Verbreitung und Bau der deutschen Zechsteinriffbildungen, Geol. Arch. Königsberg, S. 2.
31. 1924. K. Handzik: Zur Frage der Entstehung der Kupfererzlagerstätte von Stadtberge (Marsberg) in Westfalen, Dissertation, Berlin.
32. 1927. F. Behrend und G. Berg: Chemische Geologie, S. 369–374 und 472.
33. 1927. F. Schwake: Das Kupfererzvorkommen von Niedermarsberg (Stadtberge) in Westfalen mit besonderer Berücksichtigung des neu erschlossenen Grubenfeldes »Friederike«.
34. 1928. W. Paeckelmann: Der geologische Bau des Gebietes zwischen Bredelar, Marsberg und Adorf am Nordostrande des Rheinischen Schiefergebirges, Jahrb. Geol. Berlin, S. 370.
35. 1929. E. Fulda: Zum Problem des Kupferschiefers, Jahrb. Geol. Berlin, S. 995.
36. 1929. F. Kühne und W. Paeckelmann: Die stratigraphische und fazielle Entwicklung des Karbons im nordöstlichen Sauerlande und ein Vergleich mit Nachbargebieten, Jahrb. Geol. Berlin, S. 1229.

<sup>1</sup> Soweit die Schriften nicht im Druck erschienen sind, befinden sie sich bei der Stadtberger Hütte in Marsberg oder im Archiv der Preußischen Geologischen Landesanstalt in Berlin.