

Zeitschrift

der

Deutschen Geologischen Gesellschaft.

B. Monatsberichte.

Nr. 8-10.

1921.

Protokolle der Hauptversammlung am 11., 12., 13. und 14. August 1921 in Darmstadt.

Protokoll der Sitzung am 11. August 1921
in der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Herr KLEMM eröffnet um 9 Uhr die Versammlung und begrüßt die erschienenen Mitglieder, die Vertreter der staatlichen und städtischen Behörden, sowie Se. Magnifizienz, den Herrn Rektor der Technischen Hochschule, dem er den Dank der Gesellschaft für die Überlassung der Räume der Technischen Hochschule ausspricht.

Als Vorsitzender für den heutigen Tag wird Herr KLEMM, als Schriftführer für die Dauer der Hauptversammlung die Herren RAMDOHR, STIEHLER und KLÄHN einstimmig gewählt.

Es folgen Begrüßungsansprachen von Vertretern des Landesernährungsamts und des Landesamts für das Bildungswesen, von Sr. Magnifizienz dem Herrn Rektor der Technischen Hochschule, sowie einem Vertreter der Stadt Darmstadt.

Herr POMPECKJ erwidert als Vorsitzender der Deutschen Geologischen Gesellschaft auf die Begrüßungsansprachen und spricht den Geschäftsführern, Herren KLEMM und STEUER, den Dank der Gesellschaft für ihre Bemühungen um die Hauptversammlung aus.

Herr **STEUER** spricht über
**Grundwasserverhältnisse im hessischen Teil der
Rheinebene.**

Es wird bekannt sein, daß ich im Dezember 1910 die Anregung gab, einen ständigen Grundwasserbeobachtungsdienst in Hessen einzurichten. Sie wurde von der Regierung angenommen. Nach den nötigen Vorarbeiten konnte 1912 mit den Beobachtungen begonnen werden. Etwas später setzten auch andere deutsche Staaten, meines Wissens folgte zuerst Bayern, dann Preußen, Baden, Mecklenburg, Sachsen, mit ähnlichen Arbeiten ein. Leider konnte unser Dienst noch nicht so ausgebaut werden, wie es geplant ist, weil der Krieg dazwischenkam, jetzt aber ist wieder, namentlich auf Wunsch der Forstverwaltung, eine Reihe neuer Beobachtungspunkte eingerichtet worden. Trotz der hohen Kosten habe ich die Messungen in Kurven veröffentlicht, weil sie sofort einen Überblick gestatten. Tabellen würden unleserlich sein¹⁾.

Ein besonders glücklicher Umstand war es, daß das Darmstädter Wasserwerk schon seit 1880 einen vom Pumpwerk unbeeinflussten Brunnen beobachten läßt und die Ergebnisse zur Verfügung stellte, so konnte an dieses wertvolle Material gleich angeschlossen werden²⁾.

Betrachten wir diese in Schaulinien aufgetragenen Beobachtungen! Oben sind die Summen der Jahresniederschläge vom 1. IV.—1. IV. und ebenso die mittleren Jahreswasserstände, unten dasselbe für die einzelnen Monate dargestellt.

Der allgemeine Wasserspiegelabfall seit 1880 bis heute ist deutlich ausgeprägt, wenn auch Schwankungen vorhanden sind. Einzelne besonders trockene Jahre heben sich scharf heraus, so 1893, 1896, 1904/05, 1913, 1918. Dagegen ist das durch seine große Hitze noch allgemein unvergeßliche Jahr 1911 bei weitem nicht unter den tiefsten.

Es fällt ferner auf, daß die Summen der Jahresniederschläge, gemessen in der Nähe des Beobachtungs-

¹⁾ Die Kurven sind im Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der Geol. Landesanst. Darmstadt veröffentlicht.

²⁾ Veröffentlicht und hier zu vergleichen in Abhandlungen der Geol. Landesanst. Darmstadt 1911.

ortes, also im Ried am Darmstädter Wasserwerk im vorliegenden Fall, einen Zusammenhang mit der Höhe der durchschnittlichen Grundwasserstände nur undeutlich erkennen lassen. Der Verlauf scheint vielmehr manchmal, so 1880/81, 1911—14 geradezu entgegengesetzt gerichtet zu sein.

Man ersieht aus diesem Verhalten, daß eben die Summe der Jahresniederschläge uns für die Entstehung der Grundwassermassen und zur Erklärung der Schwankungen keinen ausschlaggebenden Faktor abgegeben, weil wichtige, oft Monate anhaltende Trockenheitsperioden im Sommer oder Winter gar nicht zum Ausdruck kommen.

Nachteilig ist ferner die Anordnung des Jahres vom 1. IV. bis 1. IV., weil die für die Grundwasserstände im Einzugsgebiet maßgebende Frühjahrsfeuchtigkeit von Januar bis März, also gerade die Schneeschmelze immer im vorhergehenden Jahr aufgerechnet ist. Die Umrechnung konnte noch nicht ausgeführt werden, wird aber gemacht werden.

Weit aufschlußreicher ist die Aufzeichnung der monatlichen Wasserstände. Der Zusammenhang mit den Niederschlägen tritt hier schon deutlicher hervor, weil die Trockenheits- und Feuchtigkeitsperioden wesentlich besser zum Ausdruck kommen.

Als Einzugsgebiet für die Grundwasserströme im nördlichen Ried haben wir den nördlichen und westlichen Teil des Odenwaldes anzusehen. Wenn nun auch die Niederschlagsmengen und besonders die Schneemengen in der Ebene und im Gebirge wesentlich verschieden sind, so ist ein vorsichtiger Vergleich doch soweit zulässig, als sich feuchte und trockene Perioden bis zu gewissem Grade allgemein ausprägen.

Man vergleiche 1910—13. 1910 hatte hohe Wasserstände, mit ihnen tritt 1911 ein. Herbst, Winter und Frühjahr waren niederschlagsarm, vor allem fehlte im Gebirge der Schnee. Darum folgt in dem heißen und trockenen Sommer ein rascher Abfall der Wasserspiegel. Infolge der Herbstniederschläge erholte er sich aber wieder und so kommt es, daß die schroffe Hitze und Trockenheit des Sommers 1911 in der Jahreskurve nicht zur Geltung kommt. Auf 1911 kommt das zwar nicht so heiße aber im allgemeinen an auf den Boden gelangenden Niederschlagsmengen arme Jahr 1912 mit sehr schneearmem Winter und daher erklärte es sich, daß der allgemeine Grundwassertiefstand

sich erst in 1913 am stärksten ausdrückt. Als Beispiel sei erwähnt, daß SCHOTTLER bei Studien über die Bewurzelung der Bäume im Ried bei Darmstadt im Winter 1913 in $\frac{3}{4}$ m Tiefe staubtrockenen Flugsand vorfand.

Die Sommerniederschläge bleiben fast immer außer Gewicht, weil sie wie gesagt im allgemeinen für die Bodenwasserbildung nicht in Betracht kommen. Verdunstung und Vegetation wirken dem entgegen. Nur in besonders feuchten Jahren können auch sie ausnahmsweise von Einfluß werden.

Wasserwirtschaftlich spielt die Höhe des Grundwasserstandes selbstverständlich eine große Rolle. So kann z. B. Darmstadt zwar nie an Wassermangel leiden, weil immer Grundwasser dasein muß. Für die Arbeit der Pumpen ist es aber nicht gleichgültig, ob der Wasserspiegel wie in 1882 im Durchschnitt auf +92,00 über NN steht, oder wie in 1913 auf +90,80, ja zeitweise, wie in 1913 und 1918 noch tiefer heruntergeht. Also ein Fehlbetrag von 1,40 oder gar noch mehr Metern entsteht! Jedes Wasserwerk ist auf eine bestimmte Höchstleistung eingestellt, die der Leistung der Pumpen und der Brunnen entspricht. Sie kann in der Regel wesentlich überschritten werden, dann tritt aber bei längerer Dauer eine Überanstrengung der Brunnen ein, die ohnehin schon durch den Wassertiefstand geschwächt sind, die Folge ist Heranziehen von feinem Sand, Luft, Kohlensäure usw. unter Umständen Verstopfung der Filter und Zerstörung des Brunnens.

An den Monatsschaulinien ist das Gesetz über den allgemeinen Gang der Wasserspiegel deutlich zu erkennen. März bis April Hochstand, — September bis November Tiefstand. Es gibt aber auch Jahre, in denen dieser regelmäßige Gang recht undeutlich werden kann. Selbstverständlich ist auch da die Ursache in der Art und Menge der Niederschläge zu suchen. Durch niederschlagsarmen Herbst und Winter kann der Aprilhochstand herabgemindert werden. Ein besonders niederschlagsreicher Sommer wie 1908 kann gleichzeitig noch dazu den Tiefstand mildern, so daß die Spiegelschwankungen auf ein Geringstmaß herabgedrückt werden. Es kann auch hinzukommen, daß ausnahmsweise örtlich fallende besonders reiche Niederschläge, wie es bei den stark durchlässigen, höher gelegenen Diluvialterrassen an den Rändern der Rheinebene vorkommen kann, oder Versickerung von Bachwasser ein Auffüllen des Grundwasserstromes be-

wirken. Solche Fälle, in denen die Gesetzmäßigkeit verdunkelt ist, sind vorerst noch nicht zuverlässig zu beurteilen, weil man das weite Einzugsgebiet für das unterirdische Wasser noch nicht so genau kennt, und weil die Niederschlagsbeobachtungen am Regenmesser allein für die Beurteilung hydrologischer Fragen längst nicht genügen. Die geologischen Verhältnisse, die Versickerung und Wasserabzug begünstigen, müssen vor allem in Rechnung gezogen werden. Dieser Umstand ist bisher ganz außer acht geblieben.

Die Zeit, seitdem der Grundwasserbeobachtungsdienst in Hessen besteht, ist noch zu kurz und vor allem ist die Zahl der Beobachtungspunkte noch zu gering, als daß man ein vollkommenes geologisches Bild über die Gesetze der Bewegung entwerfen könnte. Trotzdem haben sich manche Ergebnisse erzielen lassen, die über Entstehung und Einzug des Wassers begründete Schlußfolgerungen zulassen.

Von besonderem Interesse ist die Feststellung der Rolle, die der Rheinstrom den Grundwasserströmen gegenüber spielt. Noch immer taucht in hydrologischen Schriften das Märchen auf, daß der Rhein rückstauend auf das Grundwasser einwirke und lediglich dadurch die Frühjahrsüberschwemmungen bewirke.

Demgegenüber sei mit Nachdruck betont, daß der Rheinstrom lediglich die Entwässerungsrinne für die Grundwasserströme darstellt, daß er also den Überschuß aufnimmt, und daß er die ihrer Herkunft und Zusammensetzung nach grundverschiedenen links- und rechtsrheinischen Tiefengrundwassermassen scheidet.

Um die Beziehungen zwischen Grundwasser- und Rheinwasserstand zu erläutern zeige ich Ihnen die Schaulinien der Jahre 1916 und 1918, die typisch sind.

1916. Vgl. die Linien: Jägersburg, Erfelden, Großrohrheim, Astheim, Lorsche Wald 32, Ginsheim und Haunm, Lorsche Wald 26. Die Höhenlage wird auf den Tafeln immer durch die nächste unter dem Namen der Schaulinie stehende Höhenzahl über NN bestimmt.

Für den Rheinstrom wurden nicht die Rheinwasserspiegel sondern Brunnen unmittelbar am Strom gemessen, um das Bild nicht zu unruhig zu machen.

Jägersburg, Lorsche Wald 32 und 26 besitzen gleichen Charakter, sie sind von örtlichen Einflüssen ganz frei. Astheim und Rohrheim am Rande der höheren Terrassenstufe

sind nicht ganz klar, weil örtlich Wasserabzug nach der tiefsten Stufe möglich ist und die höhere Kies- oder Sandbedeckung fehlt.

Scharf tritt hervor, wie sich die Rheinwasserstände (vgl. Ginsheim, Hamm, Erfelden) und Grundwasserstände im entgegengesetzten Sinne bewegen. Gerade wenn unter regelmäßig verlaufender Witterung Rheinhochwasser herrscht — also zur Zeit der Gletscherschmelze Juni bis August waltet Grundwassertiefstand und umgekehrt.

1918. Auch hier deutlich. Selbst Astheim geht mit dem Grundwasser, auch Groß-Rohrheim.

Ein besonders interessantes Bild zeigen uns die Schaulinien einer Anzahl Bohrlöcher vom Darmstädter Wasserkwerk, die natürlich so gelegen sind, daß sie vom Pumpwerk unbeeinflusst sind. 1917, Tafel 1.

Bohrloch D, Bohrloch J liegen in der tiefsten Niederung unmittelbar am Rande einer alten Flußrinne mit Abzugsgraben.

Bohrloch 20, 19, 26 liegen entfernt davon auf der älteren Terrassenstufe, kein tieferer Einschnitt ist in ihr vorhanden, überall gleichmäßige Bedeckung von Kies und Sand.

Beeinflussung vom Rhein auf Bohrloch D und J ist ausgeschlossen, weil dieser viel zu weit entfernt ist. Der Wasserspiegel bei Erfelden am Altrhein steht ferner im Mittel auf 85 m, im Bohrloch J und D etwa auf 89 m also 4 m höher, noch höher in den anderen Bohrlöchern nämlich im Mittel bei 26 auf 90,50, bei 19 auf 91,50, bei 20 auf 93.

Ganz auffallend ist die Unruhe in den Linien D und J, die in der tieferen Niederung am Rande von alten Flußrinnen liegen, gegenüber den anderen wenige Hundert Meter entfernten. Noch schroffer sehen wir das in 1915 und 1916.

Gerade diese Linien sind für mich von hoher Beweiskraft gewesen, das Einzugsgebiet für das Grundwasser und die Regelung des Druckes in der Ebene nach dem Gesetz der kommunizierenden Röhren vom Odenwald her zu suchen, selbstverständlich unter Berücksichtigung gewisser anderer Umstände, die noch zu erwähnen sein werden.

In den ruhigen Linien, z. B. Jägersburg, spiegelt sich ein gleichmäßiger Druck wider, der dadurch erhalten bleibt, daß in den Sanden und Kiesen das oberste Wasserstockwerk unter Wirkung der kapillaren Kräfte langsam und gleichmäßig nach der tieferen Niederung abzieht. Sowohl die Last des überlagernden Wassers, als auch die in den Sanden zu

überwindenden Kapillarkräfte, Benetzungswiderstände, Adhäsion und Reibung verhindern, daß sich Druckschwankungen von unten her am Wasserspiegel plötzlich äußern können.

Anders dagegen in den Rinnen. Hier tritt der Wasserspiegel zutage, es sind keine Überlagerung und keine Widerstände da und das zutage tretende Grundwasser fließt oberflächlich in Rinnsalen ab. Die aus noch unerforschten Gründen aus dem Einzugsgebiet des Wassers stammenden Druckschwankungen können sich also ungehindert äußern. Darum auch der schroffe Abfall der Linien im Mai und Juni sowie der Wiederaufstieg im Spätherbst; der in niederschlagreichen Jahren besonders im Frühjahr ganz unabhängig vom Rheinstand die Überflutung der tiefsten Niederung verursacht. Sie verläuft sich in feuchten Jahren erst im Mai ganz, also gerade in der Zeit, wo der Rhein in der Regel anzusteigen beginnt.

Überflutung vom Rhein her kann natürlich bei plötzlichen Hochwässern eintreten, sind doch 1882 sogar die Dämme durchbrochen worden. Derartige Katastrophen sind selbstverständlich hier auszuschalten.

Das Grundwassergefälle beträgt vom Gebirgsrande her bis zum Strome ungefähr 8 bis 10 m. Die tiefen Gewässer stehen also unter hydrostatischem Druck, es müssen darum in der Sohle des Stromes — wo nicht etwa eine Tonschicht durchschnitten ist, — wahrscheinlich beständig beträchtliche Wassermengen eintreten. An ein den Niederschlagsmengen entsprechendes, wellenartiges Vorwärtsbewegen des Grundwassers — wie mir gegenüber einmal ein Fachgenosse vermutend aussprach, — darf man keinesfalls denken, weil der vom Odenwaldrande bis zum Strom zurückzulegende Weg 20 km und mehr beträgt und vermutlich in den tieferen Wasserstockwerken in sehr langer, wahrscheinlich jahrelanger Zeit erst durchlaufen wird, in der sich, unter den wechselnden, von der Korngröße der Sande und Kiese abhängigen Widerständen, ein Ausgleich vollziehen muß. Die scheinbaren Wellen sind Druckschwankungen aus dem Einzugsgebiet her, die sich aber nur an bestimmten Stellen unter bestimmten Bedingungen äußern können.

Wie ich oben schon erwähnte, unterscheiden sich die links- und rechtsrheinischen Grundwässer durchaus. Auf der rechtsrheinischen Seite herrscht der Herkunft des Wassers entsprechend aus den tertiären Kalken solches von etwa 30° DH. Auf der anderen Seite findet sich dagegen,

je nachdem man Proben aus rheinischen, Neckar- oder Mainkiesen entnimmt, solches von 8 bis 35° Härte. Unter dem Strome müssen westlich und östlich abfließendes Wasser zusammentreffen und in die tiefeingeschnittene Rinne emporsteigen.

Ich habe oben bemerkt, daß die in der Rheinebene fallenden Niederschläge im wesentlichen für die Grundwassererzeugung nicht in Betracht kommen. Sie sehen hier eine Karte der alten Neckarbetten, die seinerzeit von MANGOLD sorgfältig aufgenommen worden sind und wobei auch die Rhein und Main begleitende Überschlickung berücksichtigt ist³⁾. Nimmt man noch die geologischen Spezialkarten zur Hand, soweit sie vorliegen, so findet man die Schlickdecken wohl noch ausgedehnter und bemerkt, daß sie oft bis zu mehreren Metern anschwellen und namentlich im Neckargebiet von äußerst zäher Beschaffenheit sind. Sie sind so gut wie wasserundurchlässig und dasselbe gilt von den äußerst feinkörnigen tonigen Triebssanden, die unter der Oberfläche in verschiedenen Teufen weit verbreitet lagern. Gerade derartige Triebssande sind es, die in einem großen Teile des Rieds Wasserstockwerke von sehr verschiedener chemischer Zusammensetzung scheiden. Ich lernte diese Verhältnisse zuerst an einem tiefen Bohrloch kennen, das die IHMSche Lederfabrik unter meiner Leitung bei DORNBERG abteufen ließ und wobei chemische Untersuchungen etwa alle 10 m vorgenommen wurden.

Da stellte sich heraus, daß zuoberst sehr hartes Wasser, vielleicht vom kalkreichen Flugsand beeinflusst, herrscht. Schon in geringer Teufe kam man auf Neckarkies, in dem ebenfalls 25 bis 30° vorgefunden wurden, darunter aber durch bis zu 10 m mächtige Triebssande getrennt, folgen wieder rheinische Kiese, in denen sich Wasser mit 8 bis 9° DH bewegt. Diese Beobachtung konnte ich weiter verfolgen, nur mit dem Unterschied, daß im Norden auf Kelsterbach zu oben, den dort herrschenden Mainkiesen entsprechend weiches Wasser zu finden ist. Draußen in der Ebene stößt man aber in der Gegend zwischen Rüsselsheim und Groß-Gerau und bis zum Modagrundwasserkegel am Darmstädter Wasserwerk hin in der Tiefe von etwa 40—50 m und mehr ab, wo keine Neckarkiese mehr lagern, auf das charakteristische mittelharte, fast weiche Wasser, das unmöglich durch Niederschläge in der Ebene entstehen

³⁾ Vgl. Abhandlungen der Geolog. Landesanst. Darmstadt.

kann, sondern vom Odenwald stammt und aus der Tiefe aufsteigt.

Wir wissen, daß das allgemeine Grundwassergefälle vom Gebirgsrande nach dem Strome, also auf der rechten Rheinseite von O nach W mit einer meist geringen Ablenkung nach N gerichtet ist. Auffallend sind zwei besonders kräftige Wasserkegel, von denen der eine am Austritt des Weschnitztales entsteht und die Wasserwerke von Mannheim und der Zellstoffabrik Waldhof speist, ein anderer am Austritt des Moldautales, den das Darmstädter Werk ausnutzt. Ein weiterer kräftiger Strom im N bei Langen, Sprendlingen, Neu-Isenburg ernährt die dem Main zufließenden Grundwasserströme, die sich durch Weichheit und besonderen Reichtum an Kohlensäure auszeichnen. Dazu kommen eine Menge kleinerer Ursprungsstellen, die sich an mehreren Orten bestimmt nachweisen lassen. Verfolgt man nun die Täler in den Odenwald hinein, besonders Modau und Weschnitz, so sieht man, daß die Flüsse keine Alluvion und somit auch keinen Grundwasserstrom haben. Das Wasser treibt erst am Odenwaldrande auf, und zwar gerade an solchen Stellen, wo das Gebirge besonders stark zerrüttet ist. Weschnitzkegel und Modaukegel sind so bestimmt nachweisbar, daß Zweifel über den Ursprungsort nicht möglich sind. Bei Laudenbach kam eine Tiefbohrung hart an den Abbruch des Odenwaldes. Sie erschloß artesisches Wasser, das mit starkem Überdruck oben ausfloß.

Ähnlich verhalten sich die Ströme auf der linken Rheinseite. Ich studierte sie bei den Vorarbeiten für die Wasserwerke Worms und Mainz, die Gruppenwasserwerke Guntersblum und Osthofen.

Besonders interessant lagen die Verhältnisse bei Worms und Rheindürkheim. Dort sind deutlich zwei Wasserstockwerke erkennbar. Ein oberes mit 30 mg Chlor im Liter und ein tieferes mit 70—80 mg. Des letzteren Herkunft konnte nur mineralischen Ursprungs sein, und mußte auf die Rheintalspalte zurückgeführt werden. Die Erklärung kam vor zwei Jahren durch Bohrlöcher bei Monsheim und Pfeddersheim. Es fand sich bei Monsheim in 540 m Teufe artesisches Wasser und floß mit 4000 cbm im Tag, 40° Temp. und etwa 20 m Überdruck aus dem Bohrloch aus. Es enthielt 4° DH und 170 mg Chlor im Liter. Die Pfrimm fließt bei Monsheim über wasserundurchlässige Tertiärmergel, ebenso bei Pfeddersheim etwas östlich von Monsheim. Zuerst lagern Alluvium und Pliocän, dann Corbicula- und

Cerithienschichten und zuletzt wurde bei Pfeddersheim Cyrenenmergel erbohrt, in dem das Loch stecken blieb bei etwa 300 m. Das Wasser aus den oberen Kalken war hier sehr hart und enthielt viel Schwefelwasserstoff. Bei Monsheim war in der Teufe noch oberster Rupelton erbohrt worden und unter ihm kam man auf Kies, aus dem das warme Wasser auftrieb. Das Einzugsgebiet dafür ist rückwärts also westlich wohl bis zum Donnersberg hin zu vermuten. In den Kiesen drückt sich der warme Grundwasserstrom unter dem Tertiär nach O und muß dann an der Rheintalspalte aufsteigen, wo er sich mit dem Grundwasser mischt und abkühlt.

Aus der Fülle des Materials habe ich nur eine Anzahl besonders interessanter und charakteristischer Punkte herausgegriffen, ich hoffe bald mit einer ausführlichen Veröffentlichung hervortreten zu können. Heute kam es mir darauf an, die Wege darzulegen, auf denen ich bei meinen Untersuchungen über die Grundwasserströme unseres hessischen Rieds vorgegangen bin. Ich wollte ferner andeuten, daß hydrologische Beobachtungen allein die verwickelten Fragen nicht zu lösen imstande sind. Es handelt sich in hohem Maße um geologische Fragen, darum müssen Ingenieur und Geologe innig zusammenarbeiten.

An der Diskussion beteiligen sich die Herren POMPECKJ, DEECKE, SCHUH, MINTROP, FREUDENBERG, HUMMEL und der Vortragende.

Herr HARRASSOWITZ und Herr WILCKENS machen geschäftliche Mitteilungen.

Herr KRENKEL berichtet über „Erdbebenforschung in Ostafrika“.

An der Diskussion nehmen die Herren FREUDENBERG und MINTROP teil.

Herr W. PENCK spricht über „Magma- und Krustenbewegungen“*).

An der Aussprache beteiligen sich die Herren GERTH, CLOOS und der Vortragende.

Als Vorsitzender für die nächste Sitzung wird einstimmig Herr DEECKE gewählt.

v. w. o.

KLEMM. PAUL RAMDOHR. HANS KLÄHN. STIELER.

*) Ein Referat des Verfassers über seinen Vortrag erschien in der Zeitschrift „Glückauf“. Essen. Jahrgang 1921.

Protokoll der geschäftlichen Sitzung am 12. August 1921.

Vorsitzender: Herr POMPECKJ.

Der Vorsitzende der Gesellschaft eröffnet um 9 Uhr die geschäftliche Sitzung. Das Protokoll vom vergangenen Tag wird verlesen und genehmigt.

Der Gesellschaft wünschen beizutreten:

Herr Dozent ASSAR HADDING in Lund, vorgeschlagen von den Herren HUTH, ERDMANNSDÖRFFER und SCHNEIDERHÖHN.

Herr Studienassessor Dr. MUSPER in Tübingen, vorgeschlagen von den Herren KESSLER, SÖRGEL und HENNIG.

Herr Hauptmann a. D., cand. geol. SCHULZ in Halle, vorgeschlagen von den Herren LANG, WILLRUTH und v. FREYBERG.

Herr Oberbergamtsmarkscheider GEHRKE in Clausthal, vorgeschlagen von den Herren BÄRTLING, POHL-SCHMID und FREMDLING.

Herr H. MÜLLER in Berlin-Friedenau, vorgeschlagen von den Herren DIENST, SCHROEDER und BORN.

Herr Dr. HOHENSTEIN in Berlin, vorgeschlagen von den Herren LANG, WEYGELT und v. FREYBERG.

Herr Prof. Dr. BROUWER in Delft,

Herr Dr. MÜLLERRIED in Berlin, vorgeschlagen von den Herren BUSZ, OESTREICH und WICHMANN.

Frl. Dr. EDINGER in Frankfurt a. M.,

Herr Dr. MICHELS in Frankfurt a. M.,

Herr Dr. REINHEIMER in Gießen, vorgeschlagen von den Herren BORN, HUMMEL und WEPFER.

Herr Redakteur MENDEL in Berlin-Wilmersdorf, vorgeschlagen von den Herren HAUPT, POMPECKJ und STREMME.

Die Vorgeschlagenen werden aufgenommen.

Der Vorsitzende teilt den Tod der Mitglieder Prof. Dr. KOLESCH in Jena und Bergwerksdirektor FRIEDRICH STÜRMAN in Dortmund mit.

Zu Ehren der Hingeschiedenen erhebt sich die Versammlung.

Der Vorsitzende berichtet, daß Vorstand und Beirat beschlossen haben, gemäß § 4 der neuen Satzung der Gesellschaft vorzuschlagen, folgende Mitglieder zu Ehrenmitgliedern zu ernennen:

Die Herren

FRANZ BEYSLAG in Berlin, der als Organisator der geologischen Landesdurchforschung unsere Wissenschaft dem Leben dienstbar machte.

WILHELM BRANCA in München, der die Vulkanologie auf neue Wege führte.

HUGO BÜCKING in Berlin, der sein Leben der geologischen Erforschung der Reichslande widmete.

HEINRICH VON ECK in Stuttgart, den Forscher in der der deutschen Trias, den Begründer der Schwarzwaldgeologie.

ALBERT HEIM in Zürich, den Erforscher der Schweizer Alpen.

ALFRED JENTZSCH in Gießen, den Förderer der geologischen Erkenntnis Ostdeutschlands.

EMANUEL KAYSER in München, den Lehrer der Geologie.

Der Vorsitzende begründet den Vorschlag, der von der Versammlung angenommen wird.

Der Vorsitzende erstattet den Jahresbericht, und legt dabei eine Karte vor, die die Verteilung der Mitglieder über Deutschland zeigt. Vorsitzender verliest den Bericht des Schatzmeisters und legt den diesjährigen Haushaltsplan vor.

Der Vorsitzende beantragt, die österreichischen Mitglieder möchten sich untereinander einigen über einen Betrag in Papiermark, der als Jahresbeitrag für 1922 von jedem Mitglied zu zahlen ist. Zur Begründung führt er aus, daß durch die Valutaschwankungen 1921 die aus Deutschösterreich eingelaufenen Zahlungen je nach dem Einzahlungstermin ganz verschiedene Beträge ausmachen. Die anwesenden Mitglieder aus Deutschösterreich erklären sich mit dem Vorschlag einverstanden und werden ihn vertreten.

Dem Schatzmeister Herrn PICARD wird der Dank der Versammlung für die Kassenführung der letzten Jahre ausgesprochen.

Zu Rechnungsprüfern werden die Herren P. G. KRAUSE und THOST gewählt.

Herr DIENST erstattet den Bericht als Archivar, der Vorsitzende dankt ihm im Namen der Gesellschaft für die

Neuaufstellung der Bibliothek, und spricht der Preuß. Landesanstalt Dank aus für Beherbergung dieser.

Vorsitzender ersucht die Versammlung um Meinungsäußerung, ob ein Katalog der Bibliothek herausgegeben werden soll. An der Aussprache beteiligen sich die Herren SALOMON, KEILHACK, DIENST, SAUER, MINTROP, STEUER, PETRASCHECK, CLOOS, KLÖCKNER, A. SCHMIDT, WILCKENS und der Vorsitzende.

Die Versammlung spricht sich dahin aus, daß die Herausgabe eines Katalogs erwünscht sei, und ermächtigt den Vorstand, die nötigen Schritte einzuleiten, um durch Subskription die Mittel zum Druck aufzubringen.

Der Bericht des Schriftleiters Herrn BÄRTLING, der infolge dienstlicher Behinderung nicht kommen konnte, liegt infolge einer Verzögerung der Post nicht vor.

Herr DIENST berichtet statt dessen über den Stand der Drucklegung der Zeitschrift auf Grund der ihm persönlich von Herrn BÄRTLING gemachten Mitteilungen.

Der Vorsitzende bittet die Herren des Beirats um möglichst tätige Mitarbeit in der Gesellschaft. Sodann teilt er mit, daß Vorstand und Beirat beschlossen haben, den Betrag von 1000 M. aus der HERM. CREDNER-Stiftung Herrn OERTEL zu verleihen zu Studien im Bereich des Baltischen Lias.

Als Preisrichter für die Verleihung der STROMER v. REICHENBACH-Stiftung werden die Herren ANDREE, BERGEAT und STREMMER ernannt.

Der Vorsitzende teilt mit, daß von der Gesellschaft der Deutschen Naturforscher und Ärzte der Vorschlag gemacht wurde, jedes zweite Jahr gemeinschaftlich zu tagen. Vorstand und Beirat haben sich gegen diesen Vorschlag ausgesprochen. Die Versammlung schließt sich dem Standpunkt von Vorstand und Beirat an.

Der Magistrat der Stadt Görlitz hat die Gesellschaft eingeladen, ihre Hauptversammlung 1922 in Görlitz abzuhalten, gleichzeitig liegt eine Einladung an Herrn Cloos nach Breslau vor. Aus technischen Gründen entscheidet sich die Versammlung für Breslau, ersucht jedoch Herrn Cloos, der zum Geschäftsführer für die Hauptversammlung 1922 gewählt wird, zu versuchen eine Kombination Görlitz-Breslau zustandezubringen.

Für 1923 liegt eine Einladung für Regensburg-München, für 1924 nach Danzig, für 1925 nach Münster vor.

Herr SALOMON erklärt, daß nur technische Gründe verhindert haben, daß die diesjährige Hauptversammlung in Heidelberg stattfand.

Herr HARRASSOWITZ schlägt vor, die Hauptversammlungen zu großzügiger Werbearbeit auszunützen.

Ein Antrag der Herren MADSEN, BÜCKING, WICHMANN, LEUCHS, WILCKENS, POMPECKJ, RAUFF, DIENST, JANENSCH:

Es wird beantragt: „Die Deutsche Geologische Gesellschaft wolle ihre Mitglieder bitten, die stratigraphischen Formationsnamen der Stufenbezeichnungen in deutscher Form zu gebrauchen, und ihren Schriftleiter zu ermächtigen, in der Zeitschrift der Gesellschaft diese deutschen Formen einheitlich durchzuführen“

wird von der Versammlung angenommen.

Herr STEINMANN berichtet über Maßnahmen des kommenden „Internationalen“ Geologen-Kongresses.

Vorsitzender bittet Herrn STEINMANN weiterhin die Interessen der deutschen Geologen zu vertreten.

Herr SAUER spricht über die Stellung der neugegründeten europäischen Staaten zu den deutschen Geol. Landesanstalten.

Der Vorsitzende schließt um 11 Uhr die geschäftliche Sitzung.

v. w. o.

POMPECKJ. STIELER. KLÄHN. RAMDOHR.

Protokoll der wissenschaftlichen Sitzung am 12. August 1921.

Vorsitzender: Herr DEECKE.

Herr DEECKE eröffnet anschließend die wissenschaftliche Sitzung.

Herr KLEMM macht eine geschäftliche Mitteilung.

Herr THOST erstattet den Bericht der Kassenprüfer. Dem Schatzmeister wird Entlastung erteilt.

Als Vorsitzender für den morgigen Tag wird Herr STEUER einstimmig gewählt.

Herr HAUPT spricht über

Die eocänen Süßwasserablagerungen (Messeler Braunkohlenformation) in der Umgegend von Darmstadt und ihr palaeontologischer Inhalt.

Das Vorkommen der Messeler Braunkohlenformation ist auf ein kleines Gebiet von etwa 12 qkm Oberfläche beschränkt, ohne jedoch ein geschlossenes Ganzes zu bilden. Das Hauptvorkommen liegt bei dem Ort Messel an der Bahnlinie Darmstadt—Aschaffenburg, kleinere bei den Orten Offental, Urberach, Forsthaus Einsiedel, Dieburg und Gundernhausen. In Tagebauen werden zwei Vorkommen abgebaut, erstens das größte bei Bahnhof Messel mit 0,7 qkm Oberfläche und bis zu 150 m Mächtigkeit durch die Gewerkschaft „Grube Messel“, zweitens ein kleineres bei Forsthaus Einsiedel, die „Grube Prinz von Hessen“, durch die Stadt Darmstadt. Während ersteres nur der Ölgewinnung mit ihren Nebenprodukten dient, sucht letzteres nur Brennstoff — die Rohbraunkohle zu Heizzwecken. — zu gewinnen.

Ihre Erhaltung verdanken diese Vorkommen kleinen Grabeneinbrüchen im Gebiet des Rotliegenden (Tholeyer Schichten) und des kristallinen Grundgebirges (Granit, Diorit, Amphibolit).

Die Entstehung der Messeler Braunkohlenbildung fällt in das Mitteleocän. Hier haben sich zuerst in Mulden der Landoberfläche Seen gebildet, in denen Faulschlamm (Sapropel) zum Absatz kam. Diese Mulden scheinen schon an Verwerfungen gebunden zu sein; denn die Mächtigkeit des Sapropels bis zu 150 m auf „Grube Messel“ vermag sich der Vortragende nur dadurch zu erklären, daß gleichzeitig mit seiner Bildung ein allmähliches Absinken des Seebodens an diesen Verwerfungen stattgefunden hat. Letztere wären somit eocän. Im weiteren Verlauf sind die einzelnen Sapropelsümpfe, die nur durch flaches Sumpfgelände, auf dem eine üppige Vegetation Platz gegriffen, voneinander getrennt waren, vom Rande her zugewachsen, was zur Bildung der Braunkohle Veranlassung gab. Dieser Zustand trat naturgemäß auf den kleineren Seenbecken eher ein als auf den größeren, weshalb wir die Kohle auf „Grube

Prinz von Hessen“ viel mächtiger antreffen als auf der „Grube Messel“, wo die später einsetzende Erosion dieselbe fast ganz zerstört hat. Nach obigen Ausführungen ist die Braunkohle als autochthon zu bezeichnen. Die starke Faltung der Schichten dürfte auf Schrumpfung der gesamten Masse und dadurch bedingte Sackung zurückzuführen sein, infolgedessen sich am Rande das Rotliegende an mehreren Stellen über die Kohle geschoben hat.

Die Fauna ist reich und mannigfaltig. Von „Wirbellosen Tieren“ sind jedoch seither nur Insekten bekannt geworden. Insbesondere fehlen jegliche Reste von Schnecken und Muscheln, ein Umstand, der wohl auf die auflösende Wirkung der Kohlen- bzw. Humussäure auf ihre aus kohlenurem Kalk bzw. Arragonit bestehenden Schalen zurückzuführen ist. Anders liegt das Verhältnis bei den „Wirbeltieren“, deren Knochen zum größeren Teil aus phosphorsurem Kalk bestehen. Bis jetzt haben folgende Klassen Vertreter geliefert: Fische (besonders Ganoidfische), Reptilien (Eidechsen, Schlangen, Krokodile, Schildkröten), Vögel und Säugetiere (Insektenfresser und Fledermäuse, Nagetiere, Huftiere und Halbaffen). Wissenschaftlich bearbeitet sind die Insekten¹⁾, Fledermäuse²⁾, Schildkröten³⁾, Halbaffen⁴⁾ und ein Vogel⁴⁾, in Bearbeitung befinden sich durch den Vortragenden die Huftiere und Nager, denen die Krokodile folgen sollen. Die Ergebnisse hieraus sind folgende:

1. Insekten: Kakerlaken (Blattiden) und Käfer sind vorherrschend, seltener Hemipteren. Fliegen, Netzflügler und Schmetterlinge fehlen. Auffallenderweise sind alles Landinsekten. Die entomologische Fauna ist subtropisch und sehr fragmentär, weshalb sie keine weitere Schlüsse zuläßt.

2. Schildkröten, von denen drei Gattungen nachgewiesen sind. Die Gattung *Testudo* befindet sich noch in Bearbeitung. Die vom europäischen Festland seither unbekannt Gattung *Anosteira* ist sehr altertümlich und hat ihre nächsten Verwandten im nordamerikanischen Eocän. Die

1) Durch Herrn MEUNIER-Bonn. Abh. d. hess. geol. Landesanstalt zu Darmstadt, 1921, Bd. VII, Heft 3.

2) Durch Herrn REVILLIOD-Basel, Abh. d. hess. geol. Landesanstalt zu Darmstadt, 1917, Bd. VII, Heft 2.

3) Durch Herrn HARRASSOWITZ-Gießen. Im Erscheinen, ebenda.

4) Durch Herrn WITTICH-Darmstadt. Abh. d. hess. geol. Landesanstalt zu Darmstadt, 1898, Bd. III, Heft 3.

zwei *Trionyx*-Arten gehören zu der älteren, auf das Eocän beschränkten Gruppe der nichtprotrionguiden Trionychiden.

3. Fledermäuse sind durch zwei neue Gattungen und Arten vertreten, *Palaeochiropteryx* und *Archaeonycteris*, von denen letztere altertümliche Merkmale aufweist.

4. Der Halbaffe (*Cryptopithecus*) und

5. ein Sumpfvogel (*Rhynchaëites*) sagen nichts besonderes aus.

6. Von Huftieren sind zwei Gattungen in zwei neuen Arten vorhanden. Die eine, *Propalaeotherium hassiacum* spec. nov., ist nahe verwandt mit *Prop. Rollinati* STEHL., während die andere, *Lophiotherium messelense* spec. nov., den nächsten Verwandten in *Lophiotherium pygmaeum* STEHL. hat. Beide sind Leitfossile für das Obere Mittel-eocän, worauf der Vortragende im Jahre 1910 die Altersbestimmung der Messeler Braunkohlenschichten vorgenommen hat⁵⁾.

6. Von Nagetieren ist eine neue Gattung und neue Art zu verzeichnen. Sie gehört zu der Unterordnung der *Simplicidentia* und der Abteilung der Sciuromorphen. Der Vortragende hat ihr den Namen *Palaeomarmota sciuroides* gen. nov. sp. nov.⁶⁾ gegeben. Sie ist nahe verwandt mit *Plesiarctomys Schlosseri* RÜT., der aber kein *Plesiarctomys* ist, sondern zu unserer neuen Gattung gehört. Bisher waren nur einzelne Zähne bekannt. Von Messel liegen zwei vollständige Skelette vor. Die Gattung ist bezeichnend für das Mitteleocän.

Die Flora ist von dem verstorbenen Herrn ENGELHARDT, Dresden, bearbeitet worden⁷⁾. Sie besteht nach seinen Untersuchungen vorwiegend aus Formen, die den Pflanzengemeinschaften Ostindiens angehören, erst in zweiter Linie

⁵⁾ HAUPT, O.: *Propalaeotherium* cf. *Rollinati* STEHL. aus der Braunkohle von Messel bei Darmstadt. Notizbl. d. V. f. Erdk. u. d. Geol. Landesanst. Darmstadt. IV. F., H. 32. 1911.

⁶⁾ Nach den Untersuchungen von Herrn STEHLIN-Basel hat *Plesiarctomys Schlosseri* RÜT. mit der Gattung *Plesiarctomys* nichts zu tun, wie der Vortragende sich selbst überzeugt hat. Da ferner nach STEHLIN *Ailuravus Picteti* RÜT. identisch ist mit *Plesiarct. Schlosseri* RÜT. und die Messeler Art hiermit nahe verwandt ist, so müßte nach dem Prioritätsgesetze der Name *Ailuravus* gewählt werden. Da der Name *Ailuravus* aber völlig irreführend ist, da er einen Ahnen der Waschbären bedeutet, so hat sich der Vortragende entschlossen, in diesem Falle das Prioritätsgesetz zu durchbrechen und einen neuen Namen eingeführt.

⁷⁾ Erscheint im Jahre 1922 in den Abhandlungen der Hess. Geolog. Landesanstalt zu Darmstadt.

sind es Pflanzen, die die heutige Flora Australiens sowie Süd- und Mittelamerikas zusammensetzen, während Vertreter der gemäßigten Zone nahezu fehlen. *Moraceen*, *Lauraceen*, *Apocynaceen*, *Sapotaceen*, *Myrtaceen*, *Celastraceen*, *Sapindaceen* und *Leguminosen* herrschen vor und geben der Messeler Flora einen tropisch-subtropischen Charakter. Über die Altersstellung äußert sich ENGELHARDT wie folgt: „Gegen das ältere Eocän spricht das Zurücktreten australischer Formen und das nicht zu unterschätzende Vorhandensein solcher des warmen Amerikas, ganz besonders aber die Ähnlichkeit mit der Flora des Unteroligocäns bei Häring in Tirol. Wir glauben daher nicht irre zu gehen, wenn wir die Messeler Tertiärflora dem oberen Eocän zuweisen und sie als eine Übergangsflora vom Eocän zum Oligocän betrachten.“

Zusammenfassende Ergebnisse:

I. Für die Stratigraphie.

Die Messeler Braunkohlenformation ist eine Süßwasserbildung vom Alter des oberen Mitteleocäns (Lutétien). Hierfür leitend ist das Vorkommen von *Propalaeotherium hassiacum* sp. nov., *Lophiotherium messelense* sp. nov., *Palaeomarmota sciuroides* gen. nov. sp. nov. und *Anosteira* sp. nov. Gleichalterige Ablagerungen, vielleicht etwas jünger, sind in Süddeutschland die Süßwasserkalke von Buxweiler mit den unterlagefönden Braunkohlenführenden Tonen, sowie einige Bohnerzbildungen von Elsaß-Lothringen, der Schweiz (Egerkingen), Württembergs und Bayerns (Fronstetten und Salmendingen), in Norddeutschland die Braunkohlen im Geiseltal bei Mücheln (Kr. Merseburg) und von Helmstedt (Braunschweig).

II. Für die Palaeogeographie.

Die Landverbindung, die im Palaeocän und noch im Unterocän mit Nordamerika bestand, ist im Mitteleocän aufgehoben; denn alle Funde von Säugetieren aus letzterem sind nach unseren jetzigen Erfahrungen der Gattung und Art nach von amerikanischen verschieden. Daß bei den Schildkröten die Beziehungen noch inniger sind und auch die Flora Anklänge an amerikanische Formen aufweist, läßt sich ungezwungen dadurch erklären, daß sowohl die Flora als auch die niederen Wirbeltiere der Umbildung und Differenzierung vielweniger unterworfen sind als die Säugetiere.

Zum Vortrag spricht Herr HARRASSOWITZ.

Herr **HERMANN HARRASSOWITZ** - Gießen spricht über

Die Entstehung der oberhessischen Bauxite und ihre geologische Bedeutung¹⁾.

(Mit 8 Textfiguren.)

Die oberhessischen Bauxite sind in der Pliocänzeit durch Verwitterung aus Basalten entstanden. Die Alkalien, der allergrößte Teil der Kieselsäure, auch etwas Eisen sind hinausgeführt, so daß eine Anreicherung von Tonerde eintrat, die die nutzbaren Lagerstätten schuf. Der Bauxit kommt in Oberhessen nur in Stücken von Nuß- bis gelegentlich sogar Kubikmetergröße vor. Diese Stücke, die zumeist ein unregelmäßiges eckiges Äußere zeigen, liegen mehr oder weniger häufig in verschiedenen roten und bunten Erden. Die meisten Lagerstätten befinden sich in Roterde. Manchmal finden wir auch Rollagerstätten.

Das Äußere der Stücke ist in zahllosen Fällen unregelmäßig und direkt zerfressen. Sie unterscheiden sich in der Formung der Oberfläche nicht von Kalken, die im Boden angeätzt worden sind. Manche Stücke besitzen eine glänzende Rinde, die aus einem Tonerdehydratgel besteht. Im Innern können wir stellenweise eine regelrechte „Vertonung“ beobachten, die sich manchmal auch über das Ganze erstreckt. Die Tonerdehydratsubstanz ist wolkenartig oder achatartig verteilt und findet sich vielfach auch in Hohlräumen ausgeschieden. Über faustgroße Stücke von dem Sklerogel sind dabei bekannt. Die Tonerde liegt also nicht, wie man früher meinte, nur an Stelle der Feldspäte, aus denen sie entstand.

So stellen wir zunächst fest:

1. Die Tonerde der oberhessischen Bauxite stellt nur z. T. einen Verwitterungsrückstand i. e. S. dar, sie ist auch gewandert.

¹⁾ Eine erste, vorwiegend beschreibende Darstellung findet sich in der Zeitschrift „Metall und Erz“, 1921, S. 567—576. Eine ausführliche Bearbeitung wird in einiger Zeit, nach Abschluß aller Untersuchungen, erscheinen.

Wenn Tonerde überhaupt in Lösung bei der Basaltverwitterung wandert, dann ist es selbstverständlich auch möglich, daß sie von ihrem ursprünglichen Ort weiter wegelaufen kann und erst an entfernteren Stellen, etwa im Meere, zum Ausfällen kommt. Wir haben in manchen Gegenden Bauxitlagerstätten in Kalken, bei denen die Erklärung als reines Verwitterungsprodukt Schwierigkeiten gemacht hat. Wenn wir jetzt von den oberhessischen Bauxiten ausgehend wissen, daß die Tonerde auch eine weitgehende Möglichkeit der Wanderung bei bestimmten klimatischen Verhältnissen besitzt, dann ist damit die Entstehung so mancher Kalkbauxite ohne weiteres erklärt. Unser zweiter Schluß lautet also:

2. Die beiden Vogelsberg-Bauxiten festgestellte Wanderung der Tonerde gibt uns eine Erklärungsmöglichkeit für die Entstehung mancher Kalkbauxite. Im Meer kann sich die vom Festland hergeführte Tonerde ausgefällt haben.

Versuchen wir uns einen Überblick über die Lagerungsverhältnisse der Bauxite zu verschaffen, so erhalten wir ein Bild größter Unregelmäßigkeit. Kaum ein Aufschluß gleicht dem anderen. Wir sehen zwar manchmal mächtige Stöße von Roterde mit eingelagerten Bauxitknollen, doch zeigt eine genauere Beobachtung vielfach wie Schichtung einsetzt, oder die Gerölle sich häufen, wie sich verschieden gefärbte bunte Zonen einschieben oder auch bauxitarmer Partien erscheinen. (Vgl. Fig. 1 u. 2 und die Profile in der oben genannten Arbeit in „Metall und Erz“.) Es kann danach keinem Zweifel unterliegen, daß die Bauxite nicht mehr primäre Lagerung besitzen. Zwar macht manche Grube beim ersten Betreten den Eindruck, als ob die Schichten ungestört wären²⁾, eine genauere Betrachtung und die Zusammenstellung aller³⁾ bekannten Bilder ergibt aber, daß kein primärer Charakter vorhanden sein kann. Jedenfalls hat schon die Wanderung

²⁾ So z. B. die auf der Versammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft im August 1921 bei Göbelnrod und Reichardshain gezeigten Aufschlüsse.

³⁾ In einem einzigen Fall, im Liegenden des auf S. 575 in „Metall und Erz“, 1921, beschriebenen Profils von Harbach, gelang es mir, während des Druckes tatsächlich anstehenden Bauxit zu finden. Die unregelmäßig schalig angeordneten Stücke waren von Roterde zum Teil noch primär umgeben.

der Tonerde nicht auf der jetzigen Lagerstätte stattgefunden, sonst hätte eine Beziehung der Gelabsätze zum

Nebengestein sich irgendwie herausstellen müssen. Alle Versuche in dieser Hinsicht Material aufzufinden, sind aber ergebnislos verlaufen. Wir kommen damit zu folgendem Schluß:

3. Die Bauxite des Vogelberges liegen in sekundärer Lagerung. Sie stellen nur Abtragungsprodukte einer primären Verwitterungsrinde vor. Der Transport von dem Ursprungsort mag z. T. nur ein ganz geringer gewesen sein; wie uns die wirren Lagerungsverhältnisse zeigen, ist er wohl durch Bodenfluß veranlaßt. Andere sind weiter verlagert und zeigen infolgedessen schließlich das Auftreten von Geröll.

Bei den genannten Geröllern dürfen wir freilich nicht verlangen, daß die Bauxite die gewöhnliche Form der Flußgerölle aufweisen. Das Material ist außerordentlich zähe und selbst bei ganz einwandfreien Vorkommen, wie solchen in Diluvialschottern, treten nur unregelmäßige Rundungen auf.

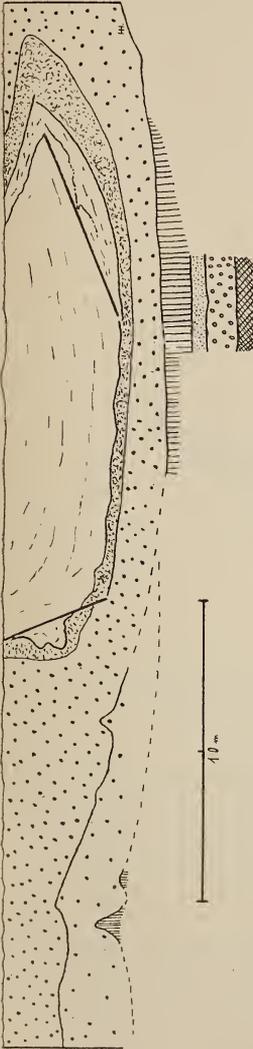


Fig. 1. Längsprofil der Bauxitgrube Etinghausen. Liegendes mit vier verschiedenen bunterdigen Horizonten und wenig Bauxit. Darüber Roterde mit wenig Bauxit (links, weit punktiert) und höher viel Bauxit (eng punktiert). Umgelagerte Roterde, wenig mächtig (fein gestrichelt). Löß muldenförmig eingelagert und seitlich überrutscht (weit gestrichelt).

Die Bauxite kommen in charakteristischer Weise immer in flachen Mulden vor und sind angelehnt an basaltische Höhen, die in der Nähe oder einiger Ent-

fernung auftreten. In diese Mulden sind sie wesentlich durch Gekriech (Bodenfluß) heruntergelangt. Die Höhen, die in der Nachbarschaft auftraten, sind danach nur als gering anzusehen. Wenn der Bodenfluß sich aber so bemerkbar macht, dann konnte die Verwitterungsdecke durch Vegetation nicht besonders geschützt sein. Versuchen wir Umschau zu halten, wo in der Jetztzeit ähnliche Verhältnisse zu beobachten sind, so kommen wir auf offene Tropenlandschaften, von denen Gekriech und umgelagerte Laterite oft genug beschrieben worden sind. Daß die Bauxitablage-

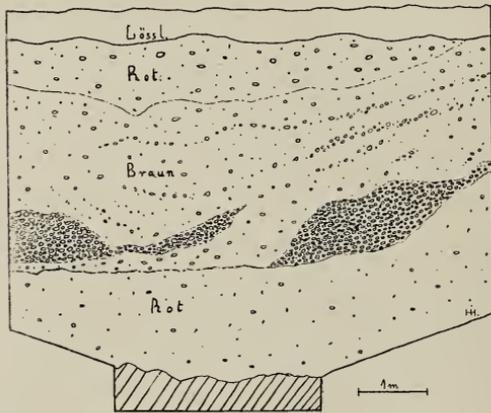


Fig. 2. Unregelmäßige Zusammenschwemmung von Bauxit in verschiedenen bunten Erden. Garbenteich.

rungen aber durchaus tropischen Lateriten in Auftreten und Chemismus entsprechen, ist längst bekannt und konnte auf den Exkursionen der Deutschen Geologischen Gesellschaft im August 1921 vor allen Dingen von Herrn C. SCHMIDT-Basel und Herrn BROUWER-Delft noch besonders festgestellt werden. So ergibt sich also:

4. Der Bauxit ist auf flachen Höhen einer offenen Tropenlandschaft entstanden und wohl hauptsächlich unter der Einwirkung von Bodenfluß in Geländemulden hineingelangt.

Es handelt sich nun für uns darum die primäre Lagerstätte klarzulegen. Auf dieser muß vorgekommen sein:

Zunächst die häufige Roterde (über die eine ausführliche chemische Untersuchung noch im Gange ist). Bei ihr ist jedenfalls freie Tonerde durchaus vorhanden, da das Molekularverhältnis Tonerde:Kieselsäure ungefähr 1:1,4 ist. Weiter müssen wir den bauxitisierten Basalt anstehend finden. Aber noch etwas anderes muß in der Landschaft angestanden haben. Ich betonte oben, daß die Bauxite außer in Roterde vielfach auch in gelbe, graue und bunte Erden eingelagert sind, die sich häufig in die rote hinein erstrecken, oder auch diese ganz ablösen. Analytisch ergibt sich von diesen verschiedenen farbigen Erden, daß hier freie Tonerde kaum oder nur sehr gering vorhanden sein kann. Das Molekularverhältnis von Tonerde und Kieselsäure überschreitet den Wert 1:2 meist um ein Geringes. Auf der ursprünglichen Landoberfläche muß also neben der Bauxitisierung noch eine andere Verwitterung aufgetreten sein.

Diese etwas anders geartete Verwitterungsrinde ist tatsächlich noch vorhanden. Im Liegenden der Bauxitlagerstätten und im Zusammenhang mit dem Basalteisenstein des Vogelsberges findet sich eine graue und bunte Zersetzung des Basaltes, die regelmäßig das Tonerde-Kieselsäure-Verhältnis 1:2 etwas überschreitet.

Die bauxitische Verwitterung kann also keine gleichmäßige Decke dargestellt haben. Trotzdem aber ist ein Zusammenhang der Bauxitbildung mit dieser „Kaolinisierung“ des Basaltes wohl als sicher anzunehmen (ich spreche von „Kaolinisierung“ wegen des Kieselsäure-Tonerdeverhältnisses, das diesem Material entspricht. Die hohe Salzsäurelöslichkeit zeigt, daß es sich nicht um Kaolin im üblichen Sinne handelt. Genauere Arbeiten über die geologischen Beziehungen sind ebenfalls noch im Gange). Denn schon früher war bekannt, daß der Bauxit nie in anstehenden zusammenhängenden Massen, sondern nur in Stücken auftrat, und daß nie ein frischer basaltischer Kern vorhanden war. Daraus möchte ich schließen, daß der Bauxit nicht unmittelbar aus frischem Basalt entstanden ist, und daß dann weiter als Ursprungsgestein der im Liegenden der sekundären Lagerstätte oder in der Nachbarschaft auftretende grau zersetzte Basalt in Frage kommt. Wir können das Ergebnis kurz zusammenfassen:

5. Der Bauxit des Vogelsberges ist nicht unmittelbar aus frischem Basalt entstanden, sondern vorher erfolgte eine Zersetzung der Basalte, die unter Abfuhr der Alkalien und etwas Kieselsäure ein Kieselsäure-Tonerde-Verhältnis schuf, das einer „Kaolinisierung“ entspricht. Die Arbeiten von LACROIX über rezente Laterite und die amerikanischen Veröffentlichungen über den in Arkansas aus Syenit in ganz gleicher Weise entstandenen Bauxit sind parallele Erscheinungen.

Damit soll nicht etwa gemeint sein, daß die „Kaolinisierung“ und die Bauxitierung scharf getrennte Vorgänge darstellen, sie mögen kurz hintereinander gefolgt sein, sind aber Stadien desselben Verwitterungsvorganges und die Abfuhr der Kieselsäure erfolgte offenbar nicht in stetem Gleichmaß, sondern in molekularen Quanten. Untersuchungen von FLÖRKE über verschiedene Bolusmineralien aus Vogelsbergbasalten zeigten, daß bei diesen Gelen nicht beliebige und schwankende Zusammensetzungen auftreten, sondern bestimmte gesetzmäßige Bindungen, die auf gleiche Vorgänge hindeuten. Bei der Abfuhr der Kieselsäure und Tonerde wurden offenbar nicht Einzelmoleküle, sondern Molekülgruppen in bestimmten Verhältnissen herausgeholt.

Im Vogelsberg findet sich noch eine ganz andersartige Verwitterung der Basalte, nämlich die Basalteisensteinbildung. Nach Klüften zu wurde hier in dem zersetzten Basalt Brauneisen konzentriert und wanderte später noch weiter. Der zumeist grau zersetzte Basalt entspricht bezeichnenderweise durchaus der oben angegebenen „Kaolinisierung“, so daß dieselbe Basaltverwitterung sowohl der Bauxitierung als auch der Basalteisensteinbildung zugrunde liegt. Ein großer Unterschied ist aber vorhanden: bei der Bauxitierung sind die ursprünglichen Erzanteile der Basalte — Magnet- oder Titaneisenerz — fast vollständig erhalten geblieben. Manche Bauxite täuschen nur dadurch Basaltstruktur vor, daß das Erz in seiner ursprünglichen Lage erhalten geblieben ist. Ganz anders aber ist es bei der Basalteisensteinbildung. Hier sind die Erze zerstört und nach einer Wanderung, wie erwähnt, an Klüften abgesetzt. So ist bei beiden Verwitterungsprozessen zwar die Grundlage

dieselbe, danach aber handelt es sich um ganz verschiedene Erscheinungen.

Das wesentlichste bei der Basalteisensteinbildung ist die Abfuhr des Eisens, und wenn wir uns fragen, wodurch sie ermöglicht wurde, so denken wir zunächst an Humuseinwirkung. In einer offenen Tropenlandschaft, wie wir sie für den Bauxit oben erschlossen, sind Humuswirkungen durchaus möglich. Zwar nicht auf den flachen Höhen, die durch die weitgehende Silikataufspaltung gekennzeichnet sind, sondern in Tälern. In den Tälern können sich Galleriewälder und Sümpfe anlegen, in deren Untergrund Humuseinwirkung möglich ist. Tatsächlich läßt sich nun wahrscheinlich machen, daß die Basalteisensteine in Tälern entstanden sind. Schon seit geraumer Zeit fiel die langgestreckte Form der Basalteisensteinlagerstätten auf. Auf dem Blatt Hungen der geologischen Spezialkarte von Hessen ist diese schmale Form in dem Lagerzug der Grube Abendstern, südöstlich Hungen, deutlich gekennzeichnet. Er geht aber noch weit über das auf der Karte dargestellte Gebiet hinaus und erstreckt sich auf eine Länge über 8,5 km, bei einer Breite von rund 0,5 km. Ähnlich ist es bei vielen anderen Lagerstätten. Bei dem genannten Zug liegt sogar in der südwestlichen Verlängerung deutlich ein alter Tal- ausgang vor uns, der von SCHOTTLER in den Erläuterungen zu Blatt Hungen besprochen wurde. Im Grunde von Tälern entstanden diese Basalteisensteinlagerstätten. Es ist sehr bezeichnend, wie Bauxit im Hangenden vom Basalteisenstein wohl vorkommt, aber immer nur stark umgelagert. Keine der Lagerstätten, die den Eindruck nur geringen Bodenflusses macht, findet sich auf Basalteisensteinen.

Die angenommene Entstehung der Basalteisensteine in Tälern ist zunächst nur unter dem Gesichtspunkt der Fortführung des Eisens besprochen worden. Die Ausfällung bedarf noch einer besonderen Erklärung. Dies ergibt sich ohne weiteres dadurch, daß wir in einer derartigen Tropenlandschaft ein Wechselklima besitzen, Regenzeiten und Trockenzeiten wechseln ab, so daß Sumpfstellen periodisch vollständig trocken gelegt werden können. In den Trockenzeiten muß dann eine Ausfällung des Eisens eingetreten sein. Der Grundwasserstand wird sich in diesen Zeiten erniedrigt haben und eine starke Eisenabscheidung wird sich an der Oberfläche des Spiegels bemerkbar gemacht

haben. Wenn wir beobachten, wie die Eisenerze nur zum Teil an die Klüfte des Basaltes sich knüpfen und weit gespannte horizontale Bänder bilden, so ist ein Zusammenhang mit Grundwasser sehr naheliegend. Wir fassen das Ergebnis zusammen:

6. Die Täler der pliocänen Vogelsberglandschaft sind ausgezeichnet durch eine tiefgründige Humuszersetzung in Regenzeiten und Brauneisensteinbildung in Trockenzeiten unter Galleriewald oder Sumpf.

Den Bauxitbergleuten war schon längst bekannt, daß die Lagerstätten im allgemeinen nur in bestimmten Höhen, nicht unter 200—180 m vorkommen. Betrachten wir nun die Landschaft des westlichen Vogelsberges, in dem die Bauxitlagerstätten hauptsächlich vorkommen, so ergibt sich, daß hier außerordentlich gleichmäßige Höhen vorhanden sind, über die heraus sich erst der Hohe Vogelsberg erhebt. Schon früher habe ich darauf hingewiesen, daß es sich um eine nachbasaltische und vordiluviale, also pliocäne Einebnung handelt, die sich beiläufig auch über den Ostrand der Rheinischen Masse und an dem Knüllgebirge vorbei verfolgen läßt. Die gleichmäßige Höhenlage der Bauxite gibt uns die geologische Deutung der Einebnung vollständig klar:

7. Die Bauxitlagerstätten des Vogelsberges liegen hauptsächlich in einer pliocänen Einebnung des westlichen Vogelsberges und sind die dazugehörige, wenn auch schwach umgelagerte Verwitterungsrinde.

Im vorhergehenden haben wir uns mit der Lagerung und Entstehung der Bauxitlagerstätten im Anschluß an die ursprüngliche Entstehung beschäftigt. Es ergibt sich aber, daß die Lagerstätten in der folgenden Zeit weiteren Beeinflussungen ausgesetzt gewesen sind. Noch in der Pliocänzeit wurden sie stark verschwemmt und in tiefere Täler hineingeführt. So findet sich bei Giessen eine nicht weniger als 25 m mächtige Bauxitablagerung, deren Oberkante ungefähr in der Hauptterrasse, deren Unterkante aber noch etwas unter das Alluvium herunterreicht, so daß sich hier vordiluviale mächtige Talauffüllungen ergeben. Wir erhalten damit eine Parallele zu

dem östlichen Vogelsberg, wo große Talaufschüttungen in diesem Zeitalter schon lange bekannt sind.

Im Diluvium ist der Verlagerungsprozeß aber weiter gegangen und die Bauxitlagerstätten wurden aufs neue umgearbeitet. Man beobachtet im Hangenden der Lagerstätten manchmal vollständig ausgewaschene Partien mit Anreicherung von Bauxit und findet ihn vor allen Dingen, wie oben erwähnt, in Diluvialschottern:

8. In der Pliocän- und Diluvialzeit fanden fluviatile Verschwemmungen der Bauxite statt.

Im Diluvium haben die Bauxite aber noch ganz anders geartete Umlagerungen mitgemacht. Die Diluvialzeit ist durch Bodenflußerscheinungen ausgezeichnet.

Bei den Blockfeldern des Vogelsbergs (sie sind jetzt wesentlich nur noch im Osten vorhanden und im Westen durch die vorschreitende Kultur zerstört) konnte ich vor einiger Zeit wahrscheinlich machen, daß sie durch Bodenfluß unter Mitwirkung von Bodeneis entstanden sind. Für die Bauxitlagerstätten zeigt sich etwas ganz ähnliches. Sie tragen vielfach eine Lössüberdeckung, und dieser Löss (der natürlich im gleichen Zustand auch Basalten unmittelbar aufliegt, also nicht mit den Bauxitlagerstätten verknüpft ist) ist vollständig entkalkt und zeigt Vergrauungen, die nach den Hohen Vogelsbergen zu Ausbleichungen führen können. Schon vor mehreren Jahren konnte ich dies feststellen. Inzwischen hat W. SCHOTTLER, dem ich meine damaligen Beobachtungen schon mitgeteilt hatte, von Blatt Hungen ähnliches bekannt machen können.

Dieser Löß, wie ich mich kurzerhand ausdrücken werde, findet sich einerseits im Hangenden der Lagerstätten, vielfach sehen wir aber, wie er sich auf das intensivste mit den Bauxitlagerstätten vermengt. Er dringt unregelmäßig ein, und manchmal liegen Lößpartien vollständig isoliert in Roterde. Form und Umriß zeigen deutlich, daß es sich hier um Gekriech gehandelt hat. Fig. 3 zeigt in Roterde Lößpartien, die durch Gekriech gänzlich eingewickelt werden. Fig. 4 zeigt Roterde, die ihrerseits in Löß hineingekrochen ist, ein Bild von Bodenfluß, wie man es nicht oft abgeschlossen findet. Es handelt sich hier um die Vermengung von mehreren Gesteinen, wie sie mir vor allen Dingen in Flandern außerordentlich häufig entgegentrat. Bei Handbohrungen ergab sich wiederholt eine große Schwierigkeit

in der praktischen Deutung, da Diluvium unter Tertiär zu liegen schien. Erst als regelmäßige Aufgrabungen gemacht wurden, konnte ich feststellen, daß hier Bodenfluß als regel-

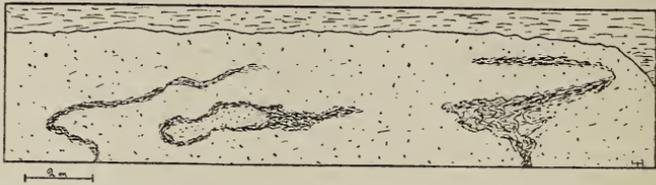


Fig. 3. Lößlehm (gestrichelt) durch Bodenfluß in bauxitführende Roterde (punktiert) eingewickelt. Überlagerung durch Jüngeren Löß. Göbelnrod.

mäßige Erscheinung zu beobachten ist, und daß Diluvium von tertiären Sanden vollständig eingewickelt sein kann, so daß es überhaupt nicht zutage tritt (vgl. Fig. 5).

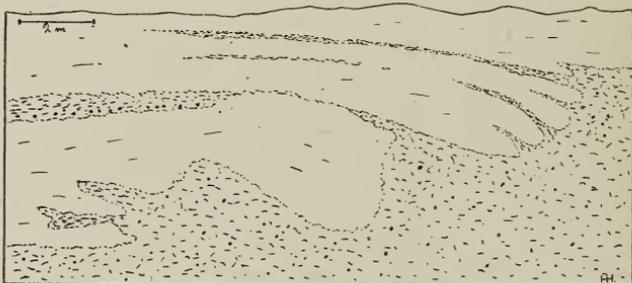


Fig. 4. Roterde (punktiert) durch Bodenfluß mit Lößlehm vermengt. Reinhardshain.

9. Diluvialer Bodenfluß bildete die Lagerstätten weitgehend um.

Gelegentlich konnte schon hierbei erkannt werden, daß es sich offenbar um mehrfache Lößablagerungen handelt (vgl. Fig. 7 und 8). An einer anderen Erscheinung wurde dies noch deutlicher. Vielfach setzt der Löß gangförmig in die Tiefe, eine Erscheinung, die auch auf den Basalt-eisensteinlagerstätten bekannt ist. Manchmal handelt es sich um Gänge, die auf viele Meter zu verfolgen sind und dem Eisensteinbergbau durch vorzeitige Ablösung große Schwierigkeiten machen können. Nach unten gehen diese bis auf 7—8 m Tiefe zu verfolgenden Gänge ganz spitz aus, indem

sie sich vielfach vollständig auffällig zerfasern und kleine Nebengänge bilden (vgl. Fig. 6). Fig. 7 zeigt links mehrere solcher Gänge, die die sekundär geschichtete Bauxitlagerstätte senkrecht durchstoßen. Daß es keine primäre Schichtung ist, erkennt man daran, daß auf der rechten Seite

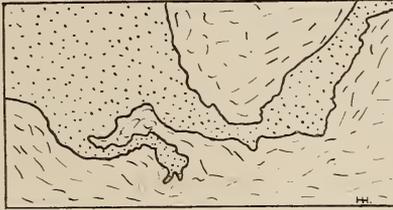


Fig. 5. Diluvialer flandrischer Sand (punktiert) mit verlehmtm Eocän — Panisel-Schichten — (gestrichelt) durch Bodenfluß verknietet 1,5 m mächtig. Südlich Brügge.

des Bildes die Schichtung in Lößlehm übergeht, bzw. ganz durch diesen angedeutet ist. Zwei verschiedenaltrige Lößablagerungen sind also auch hier vorhanden.

Die Ausbildung der Lößgänge, insbesondere die Zerfaserung, konnte nicht anders erklärt werden, als daß es

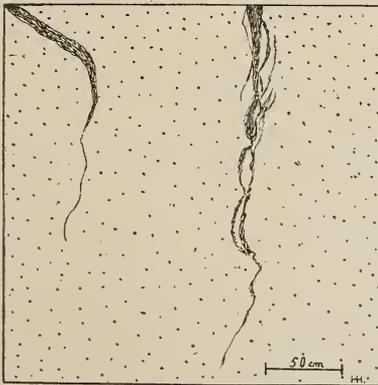


Fig. 6. Unteres Ende von Lößgängen in bauxit-führender Roterde. Göbelnrod.

sich um ein gewaltsames Auseinanderdrängen des Nebengesteins handelt. Daß dies wirklich der Fall war, ergibt sich aus einem Aufschluß der Grube Göbelnrod (vgl. Fig. 8) Hier beobachtete man, daß in der Roterde (Nr. 1) Löß

(Nr. 2) durch Gekriech eingeschlossen war, der sich später in unreinen Massen (Nr. 3) darüber lagerte, bis dann eine weitere Lößablagerung (Nr. 4) erfolgte, die gangförmig in die Tiefe setzte. Sehr auffällig war es nun, wie diese Gangspalte die zweite Schicht deutlich nach der einen Seite hin gedrängt hatte. Die Deutung dieser auffälligen Erscheinung machte zunächst sehr große Schwierigkeiten, Daß sie nicht tektonischer Natur sein konnte, war klar, da irgendwelche Bewegungserscheinungen nicht nachweisbar sind. In früherer Zeit hat man allerdings tatsächlich einmal die langgestreckte Form der Basalteisensteinlagerstätten tektonisch erklären wollen und die geschilderten Lößgänge als Beweismittel für Verwerfungen herangezogen. Man könnte weiter an Trockenrisse denken, doch scheint die Form und die große Tiefe (?) dagegen zu sprechen. Am wahrscheinlichsten ist es mir, daß es sich hier um ursprünglich eisgefüllte Frostspalten handelt, wie sie von LEFFINGWELL



Fig. 7. Lößlehm (schwarz), bauxitführender Roterde als Älterer Löß eingeschichtet (bei 10—13 m) und als Jüngerer in Gängen (bei 1—3 m) hindurchsetzend. Göbelnrod.

(U. St. Geol. Surv. Prof.-Papers 109, 1919, Abbildungen S. 204 bis 211) aus Alaska beschrieben worden sind. Beim Abschmelzen des Eises sind die Gangspalten durch Bodenfluß von oben her schnell zugesetzt worden. Eine ähnliche Erscheinung ist aus der deutschen Literatur offenbar noch nicht bekannt geworden. So erhalten wir als weiteres Ergebnis:

10. Diluviale Frostspalten, lößlehmgefüllt, durchsetzen die Lagerstätten.

Auch in der folgenden Zeit sind die Bauxitlagerstätten von weiteren Einflüssen noch immer nicht frei gewesen. Sie verwittern oberflächlich. Dies macht sich geltend in einer starken Entfärbung und in einer Ausspülung sandiger Teile. Der geringe Quarzsandgehalt der roten und bunten Erden findet sich konzentriert, so daß ein sandiges Gebilde entsteht. Diese Erscheinung muß sich noch im Ausgang der Diluvialzeit abgespielt haben, denn die diluvialen Bimssteinsande konnten mehrfach über dieser Verwitterungs-

rinde beobachtet werden. Man möchte noch immer an den Einfluß der Kälte denken, da die starke mechanische Abfuhr feinmechanischer Bestandteile nur unter Einfluß elektolytarmen Wassers, also bei kälterem Klima, denkbar ist. In einem Fall — bei Wermertshausen — konnte auch eine starke Bleichung beobachtet werden, die unregelmäßig von der Oberfläche heruntergriff. Ein feinsandiges Material war entstanden, das durchaus als Molkenboden zu bezeichnen ist. Auch hier war das diluviale Alter klar durch die ungestörte Überlagerung mit Bimssteinsand. Wie weit dieser Molkenboden durch eingespülten Löß

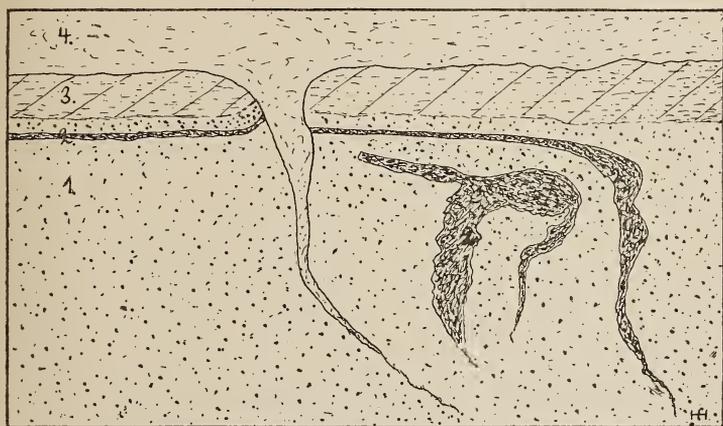


Fig. 8. Älterer (Nr. 2) und Jüngerer (Nr. 4) Löß in und über bauxitführender Roterde. Göbelnrod.

schon verunreinigt war, wird eine ausführliche Untersuchung der Molkenböden des Vogelsberges zeigen. Die Lössе des Hohen Vogelsberges sind, wie ich schon erwähnte, öfters in rein weiße Sande umgewandelt, die zunächst den Gedanken an Pliocän nahelegen. Eine Verfolgung von Profilen ergab aber einwandfrei den Zusammenhang mit Lößlehm. Molkenböden dieser Art treten gern auf feindispersen Gesteinen auf, so bilden sie sich auf bestimmten Buntsandsteinschichten, wie an der unteren Weser, Gegend von Fulda, Schwarzwald, auf Oberem Buntsandstein des Odenwaldes (hier tatsächlich für Pliocän gehalten, wenn auch von dem kartierenden Geologen die richtige Erklärung durchgeföhlt wurde), und schließlich auf Löß, wie ihn BLANCKENHORN aus

dem Knüllgebirge beschrieb. Auf grobdispersen Untergrund entsteht Ortstein.

Die bisherigen Ergebnisse meiner Bauxituntersuchungen, die erst nach einer Weiterführung vor allem von chemischen Untersuchungen eine ausführliche Darstellung erfahren werden, zeigen also eine Fülle von geologischen Problemen, die in letzter Linie sämtlich auf den Zusammenhang von Klima und Verwitterung zurückzuführen sind.

In der Diskussion spricht Herr SALOMON und der Vortragende.

Herr GERTH spricht über

Gebirgsbildung und Vulkanismus in der argentinischen Kordillere.

Die Kordillieren Südamerikas sind kein einheitliches Gebirge; Elemente verschiedener Struktur und verschiedener Geschichte sind in ihnen durch die jungen, gebirgsbildenden Vorgänge zusammengeschweißt. In den Breiten Mittelargentiniens umfaßt die eigentliche Hauptkordillere den jung aufgefalteten mesozoischen Sedimentationsraum. Ihr sind im Osten die Vorkordilleren vorgelagert, die nach Norden in die Ostkordillere übergehen. Sie sind die Reste palaeozoischer Gebirge, die durch die jungen Bewegungen dem andinen System angegliedert wurden. Ebenso ist die chilenische Küstenkordillere im Westen ein fremdes, vorwiegend aus alten Gesteinen bestehendes Element, dessen Geschichte im einzelnen noch nicht restlos geklärt ist.

In den argentinischen Kordilleren leitet eine gewaltige effusive vulkanische Tätigkeit zu Beginn des Mesozoikums die Herausbildung des marinen Sedimentationsraumes ein. In dieser effusiven Tätigkeit können wir die Äußerungen von Magmabewegungen der Tiefe sehen, die zur Krustenverlagerung führen. Während im Osten das in den Senkungsraum eingedrungene Meer über die effusiven Bildungen und die in ihnen steckenden Granitnachschiebe transgrediert, dauert im Westen, im Gebiet weiterer Absenkung, die vulkanische Tätigkeit in Gestalt submariner Bildungen ununterbrochen an. So zeigen alle Schichten des Sedimentationsraumes einen dreifachen Fazieswechsel. Auf küstennahe Ablagerungen im Osten folgen solche des tieferen Wassers und im Westen schließlich vulkanische Bildungen. Die Litoralfauna des Lias und Dogger schließt sich eng an die

mitteleuropäische an, während in den cephalopodenreichen Ablagerungen des tieferen Wassers vielfach die indisch-pazifischen Formen vorherrschen; eine der Südhalbkugel eigene Fauna stellt sich erst im Neocom in der Litoralfazies ein. Am Ende des Mesozoikums beginnt die Auffaltung des seitherigen Sedimentationsraumes. Sie erfolgt in zwei Bewegungsperioden. In der ersten wird ein verhältnismäßig einfacher Faltenwurf erzeugt. Magmaintrusion und Gangbildung gehen mit der Faltung Hand in Hand. In einer zweiten Bewegungsperiode wird der Zusammenschub in einzelnen stärker gefalteten Zonen akzentuiert. An streichenden Störungen wird das Grundgebirge herausgehoben und im Osten in Gestalt von Antiklinalen weiter Spannung angegliedert. Diese zweite Bewegung, die gewissermaßen schon den Übergang darstellt zu den jüngeren epirogenetischen Vorgängen, die den Gebirgsblock als ganzes herausheben, wird von einer ausgedehnten effusiven vulkanischen Tätigkeit gefolgt. Sie zerfällt in zwei Gruppen: eine ältere, die ihren Höhepunkt im jüngeren Tertiär erreicht, und eine jüngere, die mit dem Diluvium beginnt und heute noch nicht vollkommen erloschen ist. Wir sehen also auch in den Kordilleren Intrusionen in engem Zusammenhang mit orogenetischen Vorgängen stehen, Effusionen aber hauptsächlich als Folgeerscheinungen epirogenetischer Bewegungen auftreten. Beide können wir aber nur als sekundäre Äußerungen der Magmenbewegungen in der Tiefe auffassen, die als Ursache für die Krustenbewegungen in Frage kommen. Diesen sekundären Erscheinungen kommt bei den Bewegungen in der Kruste selbst aber nur eine passive und keine aktive Rolle zu.

Herr STEUER macht eine geschäftliche Mitteilung.

Der Vorsitzende schließt um 1 Uhr die Sitzung nach der Anregung an die Versammlung, sich gegen die Veröffentlichung Unberufener über geologische Dinge zu wenden und der Mahnung, die Fachgenossen möchten ihrerseits den Hunger nach geologischer Literatur durch eigene Schriften befriedigen.

V. W. O.

W. DEECKE. STIELER. KLÄHN. RAMDOHR.

Protokoll der Sitzung am 13. August 1921.

Vorsitzender: Herr STEUER.

Der Vorsitzende, Herr STEUER, eröffnet die Sitzung. Die Protokolle der geschäftlichen und wissenschaftlichen Sitzung des vorhergehenden Tages werden verlesen und genehmigt.

Der Vorsitzende bittet um möglichste Beschränkung der Vortragszeit.

Herr RANGE spricht über

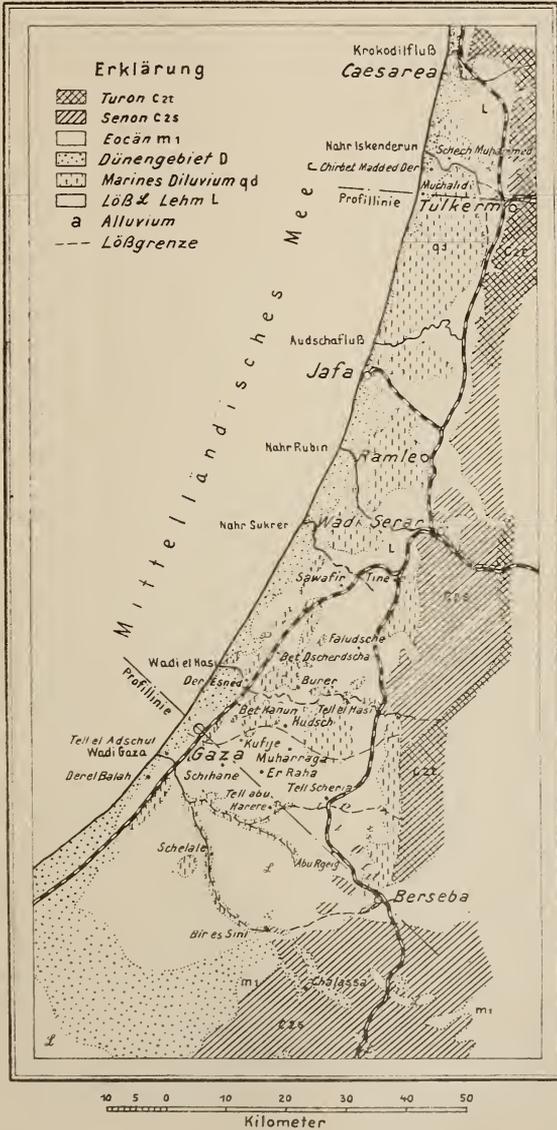
Die Geologie der Küstenebene Palästinas.

(Mit 2 Textprofilen und 1 Übersichtsskizze.)

In den Jahren 1917/18 hielt ich mich an der deutsch-türkischen Front in Palästina auf und konnte dabei besonders die Küstenebene auf ausgedehnten Bereisungen eingehend kennen lernen.

Die große südliche Küstenebene Palästinas erstreckt sich von Karmel bis an das Sanddünengebiet der nördlichen Isthmuswüste. Der hebräische Name ist Pileschet, d. h. die große Niederung. Im südlichen Teil wird sie Philistää, im nördlichen Ebene Saron genannt. Die Grenze zwischen den beiden ist wie bei den meisten alten Landschaften nicht scharf. Ich ziehe sie mit dem Audschafluß. Einmal ist er das bedeutendste Gewässer der ganzen Ebene, dann ist auch der Charakter des Landes nördlich davon ein anderer. In Philistää ragen aus der Lehmebene vielfach Rücken marinen Diluviums hervor. Das Gelände gewinnt dadurch einen hügeligen Charakter und ist ebenso wenig Ebene im strengen Sinn des Wortes wie die glaziale Landschaft Norddeutschlands. Die Höhen erreichen schon in 10—15 km Entfernung von der Küste 100—130 m und wechseln rasch. Die Ebene Saron ist weniger reich gegliedert. Ein sandiger Höhenzug marinen Diluviums von 10—15 km Breite begleitet die Küste, an die sich eine 5—10 km breite Lehmebene anschließt. 100 m Höhe werden nirgendwo erreicht. Steil erstreben dieser Ebene im Osten die Kalkberge Samarias. Ein weiterer Unterschied gegen die südliche Landschaft besteht im häufigen Auftreten von Sümpfen, teils bedingt durch die größeren Jahresmengen der Niederschläge, teils durch das Auftreten undurchlässiger Schichten nahe

Geologische Übersichtsskizze
der Küstenebene von Palästina



Die Bahnlirien sind nach der Situation von 1918 eingezeichnet.

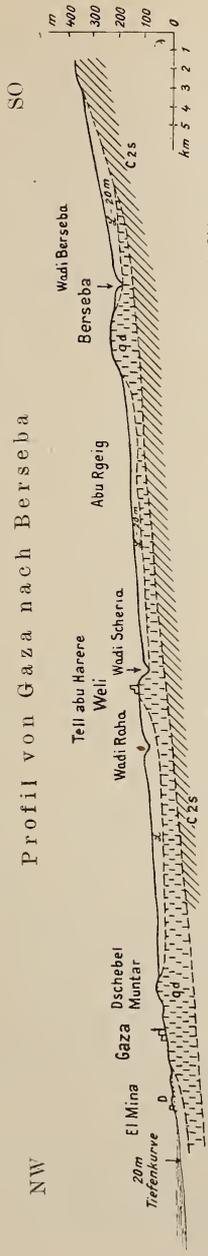
der Oberfläche. Der Grundwasserspiegel liegt daher oft der Oberfläche nahe und gelangt in den Senken zum Schnitt mit ihr. Die Nordgrenze der Ebene Saron bildet der Krokodilfluß. Hier tritt der Karmel in einen 200 m hohen Abbruch fast an das Meer und läßt nur noch ein wenige Kilometer breites Vorland frei, das mit dem Ras el Kerum bei Haifa endet.

Der Untergrund der ganzen Küstenebene wird von senoner Kreide gebildet, die älteren turonen Kalke stehen nur im östlichen Bergland an und bilden niemals das unmittelbare Liegende der Deckschichten. Das Senon ist ausschließlich als weiße Schreibkreide entwickelt, die, nur wenig festes Gefüge besitzend, ein leicht zerreibliches pulveriges Gestein bildet, aber doch so konsistent ist, daß die Verwitterung ihr nicht allzuviel anzuhaben vermag. In großer Zahl sind den horizontal gelagerten Schreibkreideschichten konkordant Feuersteinbänke eingelagert. Oft bestehen dieselben nur aus einer Schicht loser Knollen, die genau horizontbeständig weithin verfolgbar sind, oft aber auch sind es bis zu 1 m mächtige Bänke. In den Wadis um Berseba sind diese Kreidehorizonte vorzüglich aufgeschlossen und zeigen in 30—40 m hohem Steilabbruch bis zu 20fache Wechsellagerung rein weißer Schreibkreide mit Feuersteinbänken. Fossilien sind in diesen Schichten im allgemeinen selten und wurden bei den immerhin flüchtigen Untersuchungen nur vereinzelt aufgefunden. Die gesammelten Belegstücke sind wieder verloren gegangen. Wir sind daher auf die Aufzeichnungen BLANCKENHORNS und anderer Autoren angewiesen.

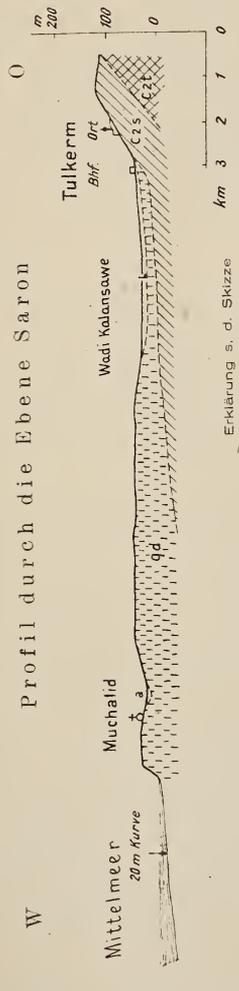
Die BLANCKENHORNSche Übersichtskarte¹⁾ gibt in dem Gebiet östlich Gaza bei Schihane und Er Raha Eocän an. Ich habe dasselbe nicht anstehend beobachten können. Erst am äußersten Südrand der Ebene bei Chalassa tritt wieder eocäner Nummulitenkalk auf, der dann noch weiter im Südosten große Verbreitung erlangt.

Über der Kreide liegt, durch Bohrungen überall nachgewiesen, marines Diluvium. Welcher Altersstufe dasselbe angehört, ist noch nicht festgestellt. Auf seiner geologischen Karte läßt BLANCKENHORN die Frage offen, ob diese Schichten dem Diluvium oder Oberpliocän angehören. Jedenfalls gehören die Horizonte zu verschiedenen Stufen des Diluviums. Die küstennahen, wenig verfestigten Kalkbreccien

¹⁾ Zeitschrift des Deutschen Palästinavereins, 1913.



Erklärung s. d. Skizze.



Erklärung s. d. Skizze.

bei Jaffa sind fraglos jünger als die bis 300 m über das Meer ansteigenden Kalksandsteine bei Berseba²⁾. Im allgemeinen sind diese Horizonte fossilarm. Ich habe nur an wenigen Stellen geröllreiche Schichten gefunden, die als Strandbildungen aufzufassen sind und Reste von *Pecten*, *Cardium* und *Turritella* bergen, so am Knie des Wadi el Hasi bei Tell el Hasi. Auch diese Aufsammlungen sind wieder verloren gegangen, so daß eine genaue Horizontbestimmung nicht möglich ist. Häufigstes Fossil ist *Cardium*. BLANCKENHORN führt bei Chalassa junge Kalke an mit *Lithothamnium* und sah am Wadi Scheria bei Tell abu Harere kalkige Sandsteine mit *Pectunculus* sp., *Donax* sp., *Cardium* sp., *Cerithium* sp.

HULL³⁾ beobachtete an der gleichen Örtlichkeit gelben Sandstein mit *Pecten*, *Ostraea*, *Dentalium*, *Turritella*, Echiniden, „wie sie heute noch im Mittelmeer leben“. Diese gehobenen Seeböden wurden überall am Weg bei Jaffa beobachtet; am häufigsten waren *Pectunculus violaceus*, *Purpura hemistoma*, *Murex brandaris*, *Columbella rustica*. Warum er die Schichten dann aber auf seiner geologischen Karte in das Eocän stellt, ist mir ebenso unverständlich wie BLANCKENHORN.

An der Küste sind die marinen Horizonte mehrfach in 10—20 m hohem Steilabbruch einzusehen. Es zeigt sich hier, daß der größte Teil der Schichten aus einem mürben Kalksandstein besteht, welcher häufig Kreuzschichtung aufweist und fraglos als küstennahes Gebilde zu deuten ist. Härtere Kalkschichten sind bisweilen eingelagert.

Im Binnenlande sind nur an einigen Punkten tiefe Einschnitte in diesen Horizonten vorhanden, so an dem schon genannten Wadi el Hasi. Hier stehen gelbe scharfe Sande, welche vorwiegend Kalkgerölle enthalten und harte Kalksandsteinbänke in über 20 m Mächtigkeit an. Nördlich Berseba sind gleichfalls manche Wadis steil in die hier nicht so mächtigen marinen Schichten eingeschnitten. In dieser Gegend liegt zumeist über der Kreide ein wenige Meter mächtiger Geröllhorizont, den ich als Transgressionsgebilde auffasse. In der Ebene Saron ist der Bau dieser Schichten

²⁾ Die gleiche Ansicht vertritt BLANCKENHORN in dieser Zeitschrift, 1910, S. 433. In Ägypten wird das marine Quartär der Mittelmeerküste in drei Abteilungen gegliedert. BLANCKENHORN. Ägypten, Handbuch d. regionalen Geologie, 1921, S. 150.

³⁾ HULL. Mount Seir, Sinai and Western-Palestine. London 1886.

besonders am Steilabbruch des Ufers bei Muchalid gut zu beobachten. Mürber Kalksandstein, oft Kreuzschichtung aufweisend, ist bis zu 30 m Mächtigkeit entblößt. Lokal finden sich auch härtere Kalkschichten und Konglomerate mit kalkigem Bindemittel, die bisweilen Conchylien, besonders *Cardium* sp., führen. Eine reichere Fauna wurde im Gebiet nicht beobachtet, zu eingehenden Sammlungsstudien fehlte es auch an Zeit. Wo harte Kalkbänke auftreten, sind Steinbrüche angelegt. Die größten alten Steinbrüche, welche wohl das Material der profanen Bauten von Cäsarea geliefert haben, finden wir südlich des Nahr Iskenderun bei Chirbet Madd ed Der und nördlich desselben bei Schech Muhammed.

Über die Mächtigkeit der marinen Schichten gibt die nachstehende Tabelle Aufschluß.

Mächtigkeit des marinen Diluviums.

Wadis, nördlich Berseba	etwa 50 m
Bohrung Wadi Fuelis	73,8 m
„ Muharraga	59 m
„ Kufje	50 m
„ Bet Hanun	33,5 m
„ Der Esnet	18 m
„ Bet Dscherdscha	53 m
„ Burer	60 m
„ Hudsch	54 m
„ Faludsche	44 m

Als maximale Mächtigkeit wird man etwa 100 m annehmen können; denn das in den Bohrungen erschrotete Grundwasser wird meist auf der weniger durchlässigen Kreide stehen, die in der Bohrung Fuelis bei 73,8 m unter Tage angefahren wurde. BLANCKENHORN hat für diese Kalksandsteine den recht bezeichnenden Namen Trümmerkalk gewählt. Vielfach treten im Gebiet Durchragungen der marinen Schichten durch die Lehmdecke auf. Wenn härtere Schichten vorhanden sind, werden sie als Bausteine geringwertiger Art in dem sonst ganz steinarmen Land gesucht. Solche Brüche befinden sich besonders bei Jaffa und Gaza. Auch die Häuser der übrigen Orte sind fast ausschließlich aus Trümmerkalk erbaut. Tritt das marine Diluvium auf größere Strecken zutage, so ist es meist bis zu 1 m Tiefe zu einem gelbroten Sand verwittert, dessen grelle Farbe sehr auffallend wirkt. Der oberste Horizont ist bis zu 20

oder 30 cm Tiefe oft hellgrau, also desoxydiert, demnach ein Bleicherdehorizont. Eisenneubildungen finden sich nirgendwo. Wenn die marinen Schichten sehr kalkreich sind, treten Oberflächenkalke auf, dem mexikanischen Kaliche vergleichbar. Sie entstehen durch die adsorbierende Kraft der Verdunstung nach heftigen, kurzen Regengüssen. Solche Oberflächenkalkbildungen werden in Palästina ebenso wie die Oberflächenkalke des Berglandes als Narikalk bezeichnet. Diese Gebiete sind natürlich unfruchtbar. Wo die Kalkdecke nicht allzu mächtig ist, dürfte sich durch Aufreißen mit einem starken Pflug fruchtbares Land schaffen lassen, analog der Durchreißung der Ortsteindecke in Norddeutschland. Man pflanzt auf diesem Boden gern Weinreben, Mandeln und Orangen. Die fruchtbaren Gartenländereien zwischen Jaffa und Ramle stehen vorzugsweise auf verwittertem marinen Diluvium.

Etwa zwei Drittel der Oberfläche des Gebietes sind von Löß und Lehm bedeckt. Den Staubstürmen der Wüste entstammend, ist besonders in der Bucht von Berseba Löß in bedeutender Mächtigkeit abgelagert. An den Wadirändern stehen Wände des hellgelben Gesteins mit senkrechtem Abbruch bis zu 10 m Höhe an. Bohrungen haben Mächtigkeiten bis nahezu 20 m festgestellt. Am Abfall der Lößfläche nördlich Tell Scheria beträgt die Dicke der Lößdecke 30 m. Die äolische Entstehung des Lösses in der Senke von Berseba halte ich für sicher. Lokal ist er späterer fluvialer Umlagerung anheimgefallen.

Nach Norden geht der echte Löß allmählich in einen bräunlichen bis braunschwarz werdenden Lehm über. In diesen Gegenden ist von den zahlreichen Durchragungen marinen Diluviums Material herabgespült, dazu wohl auch echter Löß eingeweht, außerdem von den Bergen Kreidematerial eingeschwemmt. Aus diesen drei Komponenten entstand dann ein tiefgründiger brauner Lehm, ohne Geröllbeimengung, im trockenen Zustand sehr hart werdend und zu senkrechter Zerklüftung neigend. Im feuchten Zustand wird er ein außerordentlich zäher Schlamm, der ein Passieren zur Regenzeit unmöglich macht. Bis an die Achsen sinkt der Wagen ein, auch der einzelne Reiter vermag nicht durchzukommen. Setzen dann Ende April die Regen aus, so trocknet der Lößlehm von oben her langsam ab. Der dabei entstehende Wasserverlust äußert sich in Schwundrissen, die Ende des Sommers den Boden in polygonale Felder zerlegt haben, zwischen denen 10—20 cm breite, bis 2 m tiefe Risse

klaffen, die das Reiten über diese Gebiete sehr un bequem machen. Der Löß zeigt diese Eigenschaft natürlich nicht.

Je weiter man nach N kommt, desto dunkler wird die Farbe des Lehms, wobei die Böden in den Senken am Nahr Sukrer, Nahr Rubin und am Audschafluß oft braunschwarze Färbung annehmen, welche der des Tschernosemboden des südlichen Rußlands in mancher Beziehung ähnelt. Sowohl der Löß als auch der Lehm sind sehr fruchtbar und vor allem leicht zu bearbeitende Böden. Daher setzte in dieser „Brotformation“ bereits frühzeitig Ackerbau ein, der noch heute in gleich primitiver Weise wie vor 4000 Jahren betrieben wird. Mit einem hölzernen einscharigen Pflug wird der Boden 10 bis 15 cm aufgerissen und gibt mühelos seine reichen Erträge dem Fellachen ab.

Da infolge des ariden Klimas starke Adsorption der Bodensalze durch Verdunstung stattfindet, so kommen immer neue Nährsalze aus der Tiefe in die Ackerkrume und jährliche Düngung ist weniger notwendig als im humiden Klima unserer Breiten. Allzu tiefes Pflügen würde diesen günstigen Prozeß wahrscheinlich ungünstig beeinflussen, so daß der altertümlich anmutende Araberpflug für diese Gegenden entschieden seine Vorzüge hat.

Die Mächtigkeit, welche die Löß- und Lehmdecke erreicht, gibt nachstehende Tabelle wieder. Im allgemeinen ist sie etwa ein Fünftel so mächtig als das liegende marine Diluvium.

Mächtigkeiten des Lösses und Lehms.

Örtlichkeit	Gestein	Mächtigkeit in m
Schelale	Löß	10—15
Wadi Gaza bei Tell Adschul	„	3
Bir es Sini	„	10—15
Gedid südwestlich Berseba	„	10
Berseba Bahnhof	„	5
Bohrung Kufje	„	19
„ Fuelis	„	5
„ Muharraga	„	16
„ Wadi Serar	Lehm	6
„ Tine	„	7
„ Sawafir	„	2
„ Faludsche	„	6
„ Burer	„	7
„ Der Esned	„	18

Die Lößbildung begann wohl sofort nach der Hebung, welche die marinen Schichten landfest werden ließ, gleichzeitig mit der Bildung der Dünen. Am Wadi Gaza wurde östlich des Tell Adschul folgendes Profil beobachtet:

3 m Löß

1,5 m Flußkies mit ägyptischer Kulturschicht des zweiten Jahrtausend vor Christi Geburt.

Die Altersbestimmung der Kulturschicht stammt vom Baurat D. SCHUHMACHER, einem der besten Kenner Palästinas. Danach sind die hangenden Lößschichten erst in den letzten 3—4 Jahrtausenden abgelagert. Daß der Löß heute noch umgelagert wird, kann man bei Staubstürmen alljährlich beobachten. Mit dem nördlich sich anschließenden Lößlehm und Lehm ist er gleichaltrig; denn in der Linie Gaza, Hudsch, Wadi Umallaka kann man die Verzahnung beider Deckgebilde wiederholt beobachten.

Flußalluvien sind selten und besitzen nur geringe Ausdehnung. Das Land ist in ziemlich starker Hebung begriffen, daher setzt überall energische Erosion ein. Die Wadis sind mit steilen Rändern oft mehrere Meter tief in die umgebenden Lehm- und Sandflächen eingeschnitten. Alluvialboden gibt es eigentlich nur in den schmalen Betten der Wadis. Meist ist es ein sandiger Boden, nahe den Bergen oft mit Kreidegeröll vermengt. Größere Alluvien kommen nur in der Ebene östlich Jaffa vor, wo das Gefälle der Trockenflüsse geringer ist und durch die länger andauernde Regenzeit weitere Flächen überschwemmt werden. Diese Alluvialflächen sind ein sehr zäher Lehm, durch Humusbeimengung tief schwarz gefärbt. Besonders Durrah wird hier gern gepflanzt.

Vereinzelte finden sich nahe der Küste Pfannen. Das durch einen Riegel von Dünensand am freien Abfluß nach dem Meere gehinderte Wasser bildet in der Regenzeit flache Teiche, die im Sommer verdunsten. Oftmals kommt es zu Salzausscheidungen in diesen Pfannen. Salzgewinnung findet im Gebiete nur in der Pfanne von Der el Balah statt.

Bis Jaffa hin wird die Küste von einem fast lückenlosen 2—10 km breiten Wanderdüngürtel begleitet. Als schmale Zunge schließt er sich an das gewaltige Dünengebiet an, das die nördliche Isthmuswüste erfüllt. Die Entstehung der Dünen aus dem Brandungsbereich des Meeres ist durch die parallele Lage zur Küste ganz besonders klar, der Sand wandert über den Lehmboden des Innern hinweg. Be-

sonders schön ist das Wandern der Dünen an den Stadtmauern von Askalon zu beobachten, deren südlicher 4 m dicker und 8 m hoher Mauerwall schon fast verschüttet ist. Askalon wurde 1270 endgültig zerstört. Fraglos hat sich die Sandmasse erst nach dieser Zeit den Stadtmauern genähert und sie jetzt fast überschritten.

Mir ist es wahrscheinlich, daß die Dünen zu verschiedenen Zeiten entstanden sind. Ein älteres, schon verlehntes Dünensystem wird von einem noch in Bildung befindlichen überlagert. Das ältere System muß in einer früheren Trockenperiode entstanden sein, die klimatisch der Jetztzeit entspricht, während dazwischen in einer feuchteren Periode die ältere Düne verwitterte. Wahrscheinlich wird sich bei eingehendem Studium eine Beziehung dieser Dünensysteme zu den Überresten antiker Kultur finden lassen.

Wo der Dünensand etwas fester liegt und weniger der Verwehung ausgesetzt ist, ist er durchaus nicht unfruchtbar. Feigen und Wein, besonders aber auch Gemüse gedeihen auf dem Sandboden gut. Als Charakterbaum zeigt sich auf den Sandhügeln die Sykomore. Die Höhen der Dünen sind recht beträchtlich, bis zu 50 m kommen mehrfach vor. Die höchsten Punkte sind folgende:

Schekh Nakije südlich des Wadi el Hasi 54 m

Schekh Schabani südlich des Wadi Gaza 51 m

In den höchsten Dünen steckt aber wahrscheinlich ein Kern marinen Diluviums, dem sie aufgesetzt sind. Im N sind die Dünengebiete an der Küste verhältnismäßig wenig ausgedehnt und die einzelnen Dünen im Höchsthalle etwa 10 m hoch, meist sind sie mit Mittelmeer-Macchia bestanden. Nur vereinzelt zeigen sich hier kahle Flugsanddünen.

An der Erörterung beteiligen sich die Herren DEECKE, BLANCKENHORN und der Vortragende.

Herr CLOOS spricht über „Primäre Druckrichtungen in den variskischen Granitmassiven.“

In der Diskussion sprechen die Herren SAUER, GÜRICH, POMPECKJ, DEECKE, JAECKEL, PETRASCHKE und der Vortragende.

Herr KLEMM macht eine geschäftliche Mitteilung.

Der Gesellschaft wünschen beizutreten:

Stickstoffsyndikat Berlin, vorgeschlagen von den Herren POMPECKJ, HOHENSTEIN und KEILLACK;

Herr Dr. L. ERB, Freiburg i. B., vorgeschlagen von den Herren DEECKE, WILSER und ABELS;

Frl. MARGARETE SCHREFFER, vorgeschlagen von den Herren KLÄHN, KESSLER und PETRASCHKE;

Frl. E. TODTMANN in Hamburg, vorgeschlagen von den Herren PRATZI, WILSER und WEPFER.

Die Genannten werden in die Gesellschaft aufgenommen.

Herr SCHOTTLER spricht über „Die Geologie und den Aufbau des Vogelsberges.“

Zur Diskussion spricht Herr SAUER.

Herr POMPECKJ macht eine geschäftliche Mitteilung.

Herr LANG spricht über

Herkunft und Bildung der Erze des mitteldeutschen Kupferschiefers.

Die Verbreitung des erzreichen und daher abbauwürdigen Kupferschiefers in Mitteldeutschland ist von jeher nicht nur eine Frage von großer wirtschaftlicher Bedeutung, sondern auch ein anziehendes Problem für den forschenden Geologen gewesen. Die Spuren eines zum Teil uralten Bergbaues auf Kupfererz in Mitteldeutschland findet man längs dem schmalen Band des Kupferschiefers, das sich am Rande des Harzes und des Thüringer Waldes entlang zieht und weiterhin an den Grenzen der Mansfelder Mulde und den daran anschließenden Gebieten, im Flechtinger Höhenzug, bei Bottendorf, zwischen Gera und Saalfeld und auch westlich des Thüringer Waldes, u. a. im Richelsdorfer Gebirge, zutage tritt. Heute ist der alte Bergbau auf Kupferschiefer überall eingegangen, mit alleiniger Ausnahme des Mansfeld-Eisleber Gebiets, in dem durch die Mansfeldsche Kupferschiefer bauende Gewerkschaft ein im vergangenen Jahrhundert zu höchster Blüte und gewaltiger Ausdehnung gelangter Bergbau auf das im Kupferschiefer enthaltene silberhaltige Kupfererz betrieben wird, der viele Zehntausende von Menschen ernährt.

Der Erzgehalt des mitteldeutschen Kupferschiefers wechselt von Ort zu Ort, zeigt lokale und regionale Verschiedenheiten, aber auch innerhalb der einen Meter Mächtigkeit kaum irgendwo erreichenden Schichten ist die Verteilung des Erzes nicht gleichmäßig. Es besteht also ein Wechsel des Erzgehaltes in vertikaler und

horizontalen Erstreckung. Diese Verschiedenheiten lassen sich aber nur erklären, wenn man die zeitliche und räumliche Herkunft der Erze im einzelnen erörtert.

Daher sind in folgenden zwei Fragen: die zeitliche Herkunft und der zeitliche Absatz und die räumliche Herkunft und der räumliche Absatz der Erze des mitteldeutschen Kupferschiefers zu erörtern, wobei möglichst genaue, quantitative Feststellungen über die im Flöz vorhandenen und verteilten Erzmengen von besonderer Wichtigkeit sind.

I. Zeitliche Herkunft und zeitlicher Absatz der Erze.

Die wichtigste Zeitfrage, die in erster Linie zu entscheiden ist, bildet die Frage, ob die Erze syngenetisch oder epigenetisch entstanden sind, ob sie gleichzeitig mit dem Sediment, in dem sie heute gefunden werden, eingebettet wurden, oder ob sie erst nachträglich eingewandert sind, nachdem das Sediment schon längst gebildet war. Es kommen aber noch Unterfragen hinzu nach etwaigen nachträglichen Änderungen, Umwandlungen der Erze, nachträglicher Neuzuwanderung und Konzentration, nachträglicher Abwanderung der Erze und schließlich der Verwitterung des Gesteins.

Für Syngeneese spricht die ganze räumliche Verteilung des erzhaltigen Kupferschiefers. Er ist über ganz Mitteldeutschland und weit darüber hinaus nach W und N als erzführendes Sediment verbreitet. Wenn der Erzgehalt nicht völlig gleichmäßig über die Fläche verteilt ist, so kann das, um ein Beispiel POMPECKJS anzuführen, ebenso wenig gegen Syngeneese sprechen, wie die ungleichmäßige Verteilung der lothringischen Eisenerze, über deren syngenetische Bildung niemand im Zweifel ist. VON COTTA nannte den Kupferschiefer den „Typus eines sedimentären Erzlagers“.

Bei genauer Betrachtung der Erzvorkommen liegen die Dinge ziemlich verwickelt. Häufig findet man da, wo Spalten und Verwerfungen, die vom Bergmann so genannten Rücken, das Gebirge durchziehen, eine Anhäufung des Erzes und Verteilung desselben über ein größeres Schichtenpaket. Während im normalen Schieferflöz die Mächtigkeit der abbauwürdigen Schichten durchschnittlich etwa 7—13 cm beträgt, und, von unten nach oben, die Schichten der Feinen Lette, der Groben Lette und der Kammschale umfaßt, ergreift sie an den Rücken auch den Schieferkopf, und evtl.

weiter die Schwarzen Berge, den Dachklotz und schließlich die Fäule, die unter dem eigentlichen Zechstein, dem Zechsteinkalk, liegt. Die abbauwürdigen Schichten können dann 50—60 cm und mehr Höhe erreichen. Im Durchschnitt beträgt die Mächtigkeit der Minern, d. h. der zur Verhüttung gelangenden Erze, 22 cm.

Auf Grund der Anreicherung der Erze entlang den Rücken sind POSEPNY und BEYNSCHLAG zu der Überzeugung gelangt, daß die Erze sich nicht gleichzeitig mit dem bituminösen Mergelschiefer des Kupferschiefers gebildet haben, sondern daß kupferhaltige Erzlösungen in einer späteren Zeit auf den Klüften aufgestiegen seien und den Kupferschiefer imprägniert haben, wobei das Bitumen ausfällend gewirkt habe. Sie vertreten also die Epigenese der Erze. Heute allerdings ist BEYNSCHLAG zu einer veränderten Auffassung gelangt. Nunmehr nimmt er an, daß wohl auch Schwefelkies und selbst etwas Kupfer schon primär im Kupferschiefer abgesetzt worden sei, und daß nur die größere Menge des Kupfergehaltes erst nachträglich zugewandert sei. Sein heutiger Standpunkt ist also derjenige der Syngeneese und akzessorischer Erzeinwanderung. Die Erzlösungen stammen nach BEYNSCHLAG vorzugsweise aus den permischen Eruptiven. Der früher bestehende prinzipielle Gegensatz zwischen Syngeneese und Epigenese ist dadurch durchbrochen.

Es wird jedoch im folgenden dargelegt werden, daß für die Erze des Kupferschiefers allein Syngeneese in Betracht kommt, daß also schon bei der Bildung des Kupferschiefers die ganze Erzmasse in ihm sich abgelagert hat. Eine spätere Zufuhr weiterer Erzlösungen auf Spalten aus unbekannter Tiefe ist nirgends zu beobachten, vielmehr ist das oben geschilderte Mehr an Erz entlang den Rücken durch sekundäre Erzwanderung innerhalb des Kupferschiefers bzw. aus dem unveränderten Kupferschiefer heraus und in deren Rückenbezirke hinein gebildet.

Als Gründe gegen die Epigenese des Kupferschiefers führe ich nur folgende an:

1. Es ist nicht erklärbar, weshalb nur durch den bituminösen Mergelschiefer die Ausfällung der Erze erfolgen soll. Warum sind, wenn die Erze von unten aufgedrungen sind, diese nicht in erster Linie in den bituminösen und kohligen Schichten des Karbons und des Rot-

liegenden ausgefällt worden, obwohl letztere in Mitteldeutschland weit verbreitet sind? Nirgends aber ist derartiges beobachtet.

2. Kein einziger Erzgang läßt sich aus dem Grundgebirge in den Kupferschiefer verfolgen. Erst letztthin hat RUBACH in der Zeitschrift für praktische Geologie den Nachweis erbracht, daß der einzige früher als in den Kupferschiefer hineinreichend angenommene Gang bei Grund im Harz nicht existiert.

3. Auch ist nicht zu verstehen, weshalb aufsteigende Wässer, welche Erze transportieren, sie nur in bituminösem Gestein absetzen sollten. Im süddeutschen Buntsandstein findet man auf Gängen trotz Rotfärbung des Gesteins Kupfererz ausgeschieden, also ohne daß bituminöse Substanz eingewirkt hat.

4. Nimmt man die permischen Quarzporphyre als Erzbringer an, so könnte man das Aufdringen der Erzlösungen als postvulkanischen Vorgang deuten. Dies ist aber nicht möglich, weil die Verwerfungen und Klüfte, die die erzführenden Rücken bilden, frühestens in der späten Jurazeit, wahrscheinlich erst zur Kreide- und Tertiärzeit sich entwickelt haben, also in einer geologischen Periode, in der die postvulkanischen Erscheinungen der Quarzporphyre längst erloschen waren.

5. Im Jahrbuch des „Halleschen Verbandes“ hat von WOLFF jüngst dargelegt, daß in den permischen Quarzporphyren überhaupt kein Kupfer- oder Silbergehalt nachweisbar ist, weshalb auch der Erzgehalt des Kupferschiefers nicht aus diesen Gesteinen stammen kann. Nur in basischeren Gesteinen, z. B. Diabasen und Melaphyren und deren Tuffen, ist ein Kupfergehalt zu erkennen. Offenbar ist das Kupfer in ihnen im wesentlichen an die Augite und Hornblendens gebunden.

Man hat früher einige Nickel-Kobalt-Rücken abgebaut und daher angenommen, daß wenigstens diese Bildungen akzessorischer Natur seien. Da aber jetzt festgestellt ist, daß in der „Speise“, d. h. dem im Kupferschiefer fein verteilten Erz, ein geringer Nickel- und Kobaltgehalt, bei Mansfeld und Eisleben durchschnittlich je etwa 0,018%, allgemein verbreitet ist, so kann man auch die direkte Beziehung dieser Erze zu den im ungestörten Kupferschiefer gefundenen nicht mehr ablehnen.

Da die Kupfererzföhrung weder im Flöz noch in den Rücken eine epigenetische sein kann, so muß man für die

örtlichen Veränderungen des Erzgehaltes und insbesondere für die Anhäufung des Erzes an den Rücken nachträgliche Verschiebungen desselben annehmen und zwar im Zusammenhang mit den tektonischen Vorgängen in Mitteldeutschland, die die Bildung der Spalten in frühestens jungjurassischer Zeit verursacht haben. Die Erzverschiebungen selbst dürften sich über einen längeren geologischen Zeitraum erstreckt haben, in dem der Kupferschiefer in großer Tiefe lag.

Damals überdeckten nämlich, nach STILLES Berechnungen, in Mitteldeutschland jüngere Schichten in einer Mächtigkeit bis zu 5000 m den Kupferschiefer. Dementsprechend herrschten in dieser Tiefe beträchtlich hohe Temperaturen.

Durch RINNE ist in einer erst im vergangenen Jahre erschienenen Abhandlung eindringlich darauf hingewiesen worden, daß in der Zeit der Überdeckung der über dem Kupferschiefer liegenden Zechsteinsalze durch tausende Meter mächtige Schichten die Zechsteinsalze unter den hohen Temperaturen, die die Schichten in der Tiefe annahmen, zum Teil verändert worden sind, indem sie u. a. aus ihren Molekülen Wasser abspalteten. Es fanden Entwässerungserscheinungen im Salzgebirge statt.

Die sich entwickelnden heißen Laugenwässer mußten irgendwohin wandern. Zum Teil mögen sie nach oben, zum Teil aber werden sie auch nach unten, in den Kupferschiefer eingedrungen sein. Während vorher die Sedimente des Zechsteins trocken waren bzw. nur die sog. Bergfeuchtigkeit aufwiesen, wurden sie nunmehr hauptsächlich von den Klüften und Spalten aus von heißen Salzlaugen durchtränkt, und daher konnten nunmehr starke Veränderungen im Erzgehalt innerhalb des Kupferschiefers Platz greifen: es konnte das Erz gelöst werden, gegen die von Salzwasser erfüllten Klüfte zu wandern und hier sich wiederausscheiden. Daher findet man heute eine teilweise Verminderung des Erzgehaltes an der einen Stelle und vielfach Anreicherung entlang den Klüften.

Es entstanden Erzgänge im Sinne der besonders von SANDBERGER vertretenen Lateralsekretion, des seitlichen Heraussickerns und Heraussinterns. Da aber in unserem Falle der Vorgang sich innerhalb einer schon vorhandenen Lagerstätte abgespielt hat, während der Ausdruck eigentlich nur für Neubildung von Erzgängen gilt, so bezeichne ich

die hier stattgehabten Vorgänge als sekundäre Lateralsekretion.

Bei dieser Veränderung wird gleichzeitig das transportierte und neu wiederausgeschiedene Erz zum Teil in an Kupfer reichere Erze, die sog. Reichsulfide: in Buntkupfererz, Kupferglanz und schließlich in metallisches Kupfer umgewandelt unter Mitwirkung der im Kupferschiefer enthaltenen organischen Substanz. Es findet hier eine Veränderung der Erze statt, wie man sie von der Zementationszone kennt. Diese zieht sich jedoch nur entlang dem Grundwasserspiegel und tritt nicht in großen Tiefen auf, wo das Gestein von vielleicht mehrere Kilometer mächtigen Schichten überdeckt ist. Es ist daher die bisher vertretene Auffassung unhaltbar, daß hier in der Tiefe eine Zementationszone vorliege, vielmehr handelt es sich um eine Konvergenzerscheinung.

Da für diese Umwandlungen die Lage unter den Zechsteinsalzen und daher der völlige Abschluß von oben maßgebend ist, so habe ich die Tiefenzone, in der die eben besprochenen Veränderungen vor sich gegangen sind, als hypohalinische Zone ausgeschieden.

Wo Salz- und Anhydritschichten den Kupferschiefer überdecken, ist eine Beziehung zu den von der Oberfläche stammenden, in den Boden als Tiefenwasser eingedrungenen Wässern ausgeschlossen, da diese Gesteine wasserdicht abschließen bzw. zu ihrer Erhaltung ihrerseits schon abgeschlossen sein müssen. Wo aber das Salz-Gipsgebirge weg gelöst ist, da haben Grund- und Tiefenwässer von oben her eingewirkt. Die Grenze, bis zu der diese Wässer wirken, wird ungefähr durch den Salzspiegel bezeichnet, der oft mehrere hundert Meter tief unter der Bödenoberfläche liegt. Hier beginnt die von mir so genannte epihalische Zone, die nach oben bis zum Grundwasserspiegel reicht. So gut hier von oben kommende Wässer Salz und Gips weggeführt haben, so gut haben sie auch den Kupferschiefer durchtränkt und eine neue Veränderung des Erzgehaltes bewirkt. Ebenso wie Salz und Gips entführt wurde, so muß es auch mit den Kupfererzen der Fall gewesen sein, wenn auch entsprechend der sehr geringen Löslichkeit in außerordentlich vermindertem und verlangsamtem Maße.

Nunmehr aber werden die durch den Kupferschiefer gehenden „Rücken“ bzw. die in ihnen zirkulierenden Wässer meist keine Erzbringer, sondern eher „Räuber“ geworden

sein. Je nach der Beschaffenheit des Gesteins, das die Erzlösung führenden Gewässer durchströmten, und je nach der Mischung mit anders zusammengesetzten Tiefenwässern kann auch gelegentlich Wiederausfällung des Erzes in irgendeiner der bekannten drei Sulfidformen oder auch in reduziertem Zustand, je nach der Anwesenheit oder dem Fehlen von organischer Substanz, erfolgt sein. Daher beobachtet man bei zunehmender Annäherung an die Oberfläche einen steigenden Wechsel zwischen taubem und haltigem Gestein, zum Teil völlige Auslaugung, an anderer Stelle auffällige lokale Erzanhäufung. Alles in allem genommen aber tritt innerhalb der epihalinischen Zone eine langsame, aber fortwährend wirkende Erzentziehung und damit eine Verarmung des Kupferschiefers an Erz ein. Sie erfolgt um so rascher, je steiler die Schichten geneigt sind, da hier die Wässer leichter von unten nach oben und umgekehrt zu zirkulieren vermögen als in wenig geneigten Schichten, in denen daher das Erz in seiner Gesamtheit sich relativ besser erhält. Daß die Auslaugung erfolgt, läßt sich auch direkt, durch die Kupferhaltigkeit der Grubenwässer, nachweisen.

Vom Grundwasserspiegel an nach aufwärts beginnt die Wirksamkeit des atmosphärischen Sauerstoffs. Erst von hier ab können also Oxydationen erfolgen. Die ganze Zone oberhalb des Grundwassers pflegt man gemeinhin als Verwitterungszone zu bezeichnen. Man teilt aber genauer von unten nach oben in die Zementationszone entlang dem Grundwasserspiegel, die Oxydationszone, die Detritationszone und die mydotische Zone ein. In der Oxydationszone erfolgen zwar die chemischen Umsetzungen unter dem Einfluß des atmosphärischen Sauerstoffs, aber es fehlen noch die mechanisch lockérnden Wirkungen der Detritationszone, die von den Temperaturdifferenzen, dem sprengenden Eis und den Pflanzenwurzeln hervorgerufen werden. In der mydotischen Zone endlich nimmt organische Substanz, der Humus, am Aufbau des Bodens teil.

Auffälligerweise ist eine Zementationszone, eine Anreicherung wertvoller Erze oder auch gediegener Metalle, im Bereich des Kupferschiefers nirgends ausgebildet. Möglicherweise hängt diese Eigentümlichkeit mit der wohl stets mehr oder weniger erheblichen Salzhaltigkeit der Zechsteinwässer zusammen.

In der Oxydationszone und der Detritationszone erfolgt die Bildung der bekannten Kupferkarbonate:

Malachit und Kupferlasur und des Kupfersilikats Kupfergrün. Aber schließlich sind, zumal in der mydotischen Zone, alle Erze ausgelaugt bis auf letzte mögliche Spuren, die sich in dem Vorkommen von sog. Kupferpflanzen äußern.

II. Räumliche Herkunft und räumlicher Absatz der Erze.

Um die räumliche Verbreitung der Erze klarlegen zu können, ist es erforderlich, die Entstehungsgeschichte des Kupferschiefers aufzurollen.

Da die Erzlösungen nicht durch Spalten nachträglich in das feste Gestein eingewandert sein können, da sie aber auch nicht zur Kupferschieferzeit ins Kupferschiefermeer von unten aufgedrungen sein können, so müssen sie vom einstigen Lande her eingeschwemmt sein.

Land war zur Kupferschieferzeit eine Zone, die südöstlich einer ehemaligen Küstenlinie sich hinzog, die ungefähr über Koburg, Gera und Borna läuft. Gegen NW zu erstreckte sich das Kupferschiefermeer. Der heutige Harz und der Thüringer Wald existierten nicht. Höchstens vereinzelte Inseln mögen innerhalb des Meeres verstreut gewesen sein, ohne jedoch die chemische Sedimentation im Kupferschiefermeere wesentlich zu stören.

Die Erzmengen des Kupferschiefers können also nur von SO her gekommen sein, von den Gebieten, die heute das Fichtelgebirge, den Bayerisch-böhmischen Wald, das Vogtland und das Erzgebirge, weite Flächen von Böhmen und Mähren und weitere nach S und O anschließende Länder umfassen.

Da die mechanische Sedimentation zur Kupferschieferzeit sehr gering war und sich, abgesehen von den strandnächsten Gebieten, nur auf allerfeinsten Ton und auf Bitumen beschränkte, so kann damals kein irgendwie erheblicher mechanischer Transport von dem damaligen Festlande her stattgefunden haben. Um so stärker dagegen muß die chemische Auslaugung erfolgt sein.

Zu dem Zeitpunkt, da das Kupferschiefermeer als langgestreckter Meerbusen viele hundert Kilometer weit von O her das vorherige Festland überflutete, müssen in den das Kupferschiefermeer umgebenden Festländern ungewöhnliche Mengen von wertvollen Erzen angehäuft gewesen sein. Denn die im Kupferschiefer eingebetteten Erzmengen müssen in ver-

hältnismäßig kurzer geologischer Zeit vom Festland ins Meer verfrachtet worden sein.

Daß die Kupfersedimentation ein außerordentlicher Fall gewesen ist, lehren uns andere bituminöse Mergelschiefer, die dem Kupferschiefer fast völlig gleichen, aber keinerlei wesentlichen Kupfergehalt führen. So hat der süddeutsche Posidonienschiefer des Oberen Lias sehr große Ähnlichkeit mit dem Kupferschiefer, sowohl in petrographischer als auch in paläontologischer Hinsicht. Auch im Posidonienschiefer findet man Sulfide angehäuft, aber nur Eisenkies, keine Kupfererze.

Die Ursachen für die einzigartige Kupfererzzuführung liegen erstens in dem Alter des damaligen Festlandes und zweitens in der Beschaffenheit dieses Festlandes.

Seit dem Ende der Kulmzeit und mit Einsetzen der intrakarbonischen Faltung war Deutschland und weiteste Gebiete nach Süden und Osten vom Meere frei. Weithin erstreckte sich festes, vielfach gebirgiges Land. Zur Oberkarbonzeit und während der Rotliegendzeit herrschte daher überwiegend kontinentales Klima, dessen einstiges Vorhandensein die rotgefärbten Ablagerungen aus diesen Zeiten beweisen. Nur für anscheinend verhältnismäßig kurze Zeiten und wohl in den genannten Gebieten örtlich beschränkt finden wir mattfarbige Schichten mit Kohlenablagerungen zwischengeschaltet als Zeichen mindestens örtlicher größerer Wasserzufuhr.

Zum überwiegenden Teil war das Klima über zwei lange geologische Zeiten mit mehrfachen tektonischen Bewegungsphasen entsprechend dem kontinentalen Charakter des Landes arid, d. h., die Verdunstung war größer als die Befeuchtung. Das Binnenland war dadurch vom Meere abgesperrt. Wohl konnten durch die auch in ariden Gebiet gelegentlich niedergehenden Sturzregen von oft wolkenbruchähnlichem Charakter die durch die Verwitterung gelockerten Sand- und Tonmassen oder auch gröberes Material, wie auch die leichtlöslichen Salze in Senken und Wannengebiete geführt werden. Hier aber setzte sich alles wieder ab. Nichts gelangte bis zum Meere, da keine Flüsse existierten, um die Substanzen zu transportieren.

Von den wertvollen Erzen ist bekannt, daß sie in aridem Gebiet innerhalb des Gesteins in die Tiefe wandern bis zum tiefliegenden Grundwasserspiegel und dort sich in der Zementationszone wieder absetzen und

anreichern. Die Metallmengen sind somit schon längst, bevor sie an der Oberfläche mechanisch oder chemisch hätten wegtransportiert werden können, in die Tiefe verschwunden. Wenn also auch ein großer Teil der leichtlöslichen und die mechanisch transportierbaren Teile oberflächlich weggeführt wurden, so blieben im Gegensatz dazu die wertvollen Erze an Ort und Stelle erhalten.

Mit der schon seit Beginn der varistischen Auffaltungen in der Oberkarbonzeit einsetzenden und während der ganzen Rotliegendzeit erfolgenden Einebnung der durch die tektonischen Verschiebungen entstandenen Gebirgszüge fielen allmählich gewaltige Gesteinskomplexe der Zerstörung zum Opfer, Gebirgshöhen, die bis zu mehrere tausend Meter erreichten. Dadurch wurde auch alles in diesen Gebirgsmassen liegende Material an Erzen frei, das immer mehr in der tief unterhalb der Oberfläche liegenden Zementationszone sich anhäufte.

Mit dem allmählichen Übergang vom ariden zum humiden Klima während des Eindringens des Kupferschiefermeeres wurden die Grundwässer in den Bereich des Weltmeeres einbezogen. Die spärlichen Sickerwässer, die vorher das Erz nur in die Tiefe geführt hatten, aber an Ort und Stelle verblieben oder allmählich wieder verdunsteten und somit keinen Abfluß zum Weltmeer hatten, wurden nunmehr mit zunehmender Humidität des Gebiets immer reichlicher und konnten daher als Grundwasser bis zu den Quellaustritten fließen und von hier aus als Bäche und Flüsse bis zum Kupferschiefermeer gelangen, in das sie ihre Fluten ergossen. Infolge des Klimaumschlags konnten nunmehr die Erzlösungen, die früher in der Zementationszone wieder ausgeschieden worden wären, und die in der Zementationszone schon längst ausgefallten Erze wieder gelöst und ebenfalls ins Meer geleitet werden. Während in der vorhergehenden Periode mit aridem Klima der Erztransport im wesentlichen in vertikaler Richtung sich bewegt hatte, wurde nunmehr die Transportrichtung eine im wesentlichen horizontale. So ist das in ungeheuren Zeiträumen aufgespeicherte Erz in verhältnismäßig kurzer Zeit vom Lande ins Meer verfrachtet worden.

Erzanhäufungen durch Zementation können nur dort erfolgen, wo an sich schon Erze in den Gesteinen oder Metallbestandteile in den einzelnen Mineralien der Gesteine vorhanden sind. Man weiß, daß manche Mineralien und Ge-

steine wertvolle Metalle in allergeringsten, chemisch und oft auch mikroskopisch nicht nachweisbaren Mengen enthalten. Erst durch physikalische oder chemische Anreicherung lassen sie sich dann auf analytischem Wege feststellen. Besonders SANDBERGER hat auf diese Tatsache hingewiesen. Aber auch bei sehr starker, vielhundertfacher Konzentration von Erzen, wie sie für die Abtragszeiten seit dem Oberkarbon anzunehmen ist, kann aus bloßen Spuren von Erz keine gewaltige Zementationsanreicherung werden. Es muß sich von vornherein um alte Erzlagerstätten bzw. um mindestens an den betr. Erzen verhältnismäßig reiche Gesteine gehandelt haben, die auf dem alten Festland die Zementationserze geliefert haben, die ihrerseits weiterhin zur Lieferung des Erzgehalts des Kupferschiefers dienten, wenn man die gewaltigen Mengen der ins Kupferschiefermeer verfrachteten Erze berücksichtigt. Diese betragen allein bei Mansfeld-Eisleben über 16 000 t Kupfer und 80 t Silber auf den Quadratkilometer alter Meeresfläche. Ähnliche Erzmengen aber haben sich auf einer Fläche von vielen tausend Quadratkilometern abgelagert.

Überschaut man das alte Festland, so wird man einerseits auf Gebiete aufmerksam, die, wie im Fichtelgebirge und Vogtland oder in Böhmen, zwischen den alten Sedimenten basische Eruptivgesteine oder Tuffe enthalten und daher als Kupfererzbringer anzusprechen sind.

Besonders wichtig aber waren die alten, aus Tiefengesteinen oder kristallinen Schiefen aufgebauten Gebirge mit ihren Erzvorkommen, und unter ihnen vor allem das schon durch seinen Namen darauf hindeutende Erzgebirge, das in seinen Erzgängen die verschiedensten Erze in reichen Mengen enthält. Entsprechend der tiefgreifenden Abtragung in der vorangegangenen Zeit war dort eine gewaltige Erzanhäufung möglich und dementsprechend eine riesige Erzwegfuhr während der Kupferschieferzeit.

Nicht nur allgemein läßt sich dies feststellen, sondern ganz bestimmte Metalle, die heute im Kupferschiefer gefunden werden, weisen auf das Erzgebirge als Ursprungsort hin. Schon das Silber, das einen wichtigen Bestandteil der Erze des Kupferschiefers ausmacht, wird größtenteils ihm entstammen. Interessanter ist der auffällig hohe Gehalt des Kupferschiefers an Molybdän, der zu etwa 0,15% geschätzt werden kann, also vielleicht

ein Zwanzigstel des Kupfergehalts ausmacht. Während das Molybdän in weiten Gebieten Deutschlands fehlt oder völlig zurücktritt, ist es im Erzgebirge ein verhältnismäßig recht häufig auftretendes Element, es kann somit nur aus ihm stammen. Ebenso einwandfrei weist das im Kupferschiefer gefundene Uran auf das Erzgebirge als Ursprungsort hin, ist doch dieses seltene und wertvolle Metall für Mitteleuropa nur von hier bekannt. Auch alle anderen im Kupferschiefer enthaltenen Metalle finden sich im Erzgebirge wieder.

Nur zwei Metalle fehlen aber im Kupferschiefer, die im Erzgebirge verhältnismäßig häufig gefunden werden: Zinn und Wolfram. Diese Metalle aber konnten überhaupt nicht ins Kupferschiefermeer verfrachtet werden, da die Mineralien, in denen diese Elemente auftreten, Zinnstein und Wolframit, völlig unlöslich sind und daher chemisch nicht transportiert werden konnten. Eine mechanische Verfrachtung dieser Mineralien kam aber wegen mangelnder Transportkraft der Wässer zur Kupferschieferzeit nicht in Frage.

Aus diesen unumstößlichen Tatsachen heraus ergibt sich zwangsläufig, daß die Erze von Südosten her, und zwar größtenteils aus dem heutigen Erzgebirge und den anschließenden Länderflächen, gekommen sein müssen, von demselben Land also, das man für die Trias- und Jurazeit als das Vindelizische Land bezeichnet hat, und das also noch in die Zeit des Paläozoikums hineinreicht.

Das Kupferschiefermeer war ein langer, verhältnismäßig schmaler, westöstlich gerichteter Meeresarm, der bis England reichte und erst im mittleren Rußland ins freie Weltmeer endete. Es brachte bei seinem Eindringen eine echt marine Fauna mit, wie die Fossilreste in den Sedimenten des Kupferschiefers bestätigen.

Der mitteldeutsche Teil des Kupferschiefermeeres war zu weit vom Weltmeer entfernt, um dessen Pulsieren zu verspüren. So fehlten die Meeresströmungen, wie man sie aus dem freien Weltmeer kennt, und auch die Gezeiten werden nur in wesentlich abgeschwächter Form aufgetreten sein. Dadurch aber fehlte die Vermischung des Kupferschiefermeerwassers mit demjenigen des Weltmeeres, wodurch es immer mehr die Eigenschaften eines Binnenmeeres annahm, das beherrschend beeinflusst wurde einerseits von den Zuflüssen von dem Festland, andererseits von den Lebewesen, die im Meere sich tummelten,

und endlich vom Klima, das die Temperatur des Wassers, die Feuchtigkeitszufuhr und die Verdunstung bestimmte.

Im Kupferschiefermeer lebten höhere Tiere, insbesondere Fische, die der Bergmann schon in zahllosen Exemplaren zutage gefördert hat. Aber auch Plankton muß, und zwar in ungeheuren Massen, das Meer bevölkert haben, obgleich wir von diesen leichtzersetzlichen Lebewesen keine Fossilreste finden. Einmal muß auf Plankton geschlossen werden, da es, wie POMPECKJ betonte, für die Ernährung der Fische notwendig war. Besonders aber sind gewaltige Anhäufungen von Planktonüberresten zu nennen als die Ursache für den hohen Bitumengehalt des Kupferschiefers, der bis 20% desselben ausmacht.

In dem Bitumen, das das Plankton lieferte, war Eiweißsubstanz in nicht unbeträchtlicher Menge enthalten, die bei ihrer Zersetzung Schwefelwasserstoff bzw. Schwefelammonium bildete. Auch wurden durch die reichlich vorhandene organische Substanz die Sulfate des Meerwassers reduziert und wiederum Schwefelwasserstoff bzw. Alkali- und Erdalkalisulfide gebildet. Daher ist anzunehmen, daß in der Tiefe des Kupferschiefermeeres ein an Schwefelwasserstoff gesättigtes Tiefenwasser vorhanden war. POMPECKJ hat mit Recht die damals herrschenden Verhältnisse mit denen des Schwarzen Meeres verglichen, wo in einer toten Tiefe an Schwefelwasserstoff gesättigtes Wasser sich findet.

Durch Wasserbewegung wird jedoch in den oberen Teilen des Meeres der Schwefelwasserstoffgehalt vermindert gewesen sein, ebenso entlang den Strandgebieten, wo durch die Möglichkeit der Vermischung mit Landwasser und durch die Wellenbewegung am Strande das Meerwasser eine abweichende Zusammensetzung erhielt.

Beim Austreten der Erzlösung enthaltenden Wässer ins Meer mußten sie; sobald sie mit dem im Meere gelösten Schwefelwasserstoff in Berührung kamen, bei genügender Konzentration des Schwefelwasserstoffs einerseits, der Erzlösungen andererseits, als schwer lösliche Metallsulfide ausgefällt werden.

Die Konzentration des Meerwassers an Schwefelwasserstoff war am Strand geringer als weiter seewärts. Daher kann sich entlang der Küstenlinie des Kupferschiefermeeres das Erz nicht in solchen Mengen ausgeschieden haben wie in einiger Entfernung von derselben.

In einiger Entfernung von der küstennahen Zone war aber zweifellos das Meerwasser an Schwefelwasserstoff in einiger Tiefe unter der Meeresoberfläche gesättigt. In diesen entfernteren Teilen des Meeres war die schließliche Ausfällung der Metallsulfide nicht mehr von der Menge des Schwefelwasserstoffs abhängig, da dieser ja im Maximum vorhanden war, sondern ausschließlich von der Zufuhr metallischer Bestandteile ins Meer.

Da die Löslichkeit des Silbersulfids eine viel geringere ist als diejenige des Kupfersulfids, da also das Silber viel rascher und vollständiger ausgefällt wird als das Kupfer, so mußte aus den vom Lande ins Meer geführten Erzlösungen das Silber größtenteils schon in der Nähe der Küste, unter Ausschluß des oben genannten erzärmeren Streifens, niedergeschlagen werden, während das leichter lösliche Kupfer, insbesondere in den oberen, weniger schwefelwasserstoffhaltigen Partien des Meeres sich weithin darin verbreiten konnte, bevor es der Ausfällung anheimfiel. Daher konnte das Kupfer über weitere Flächen verbreitet in verhältnismäßig wenig verschiedenen Mengen ausgeschieden werden, soweit eben die direkte Einwirkung der Landwässer reichte, während das Silber sich in gegen das Innere des Meeres abnehmenden Mengen ausschied. Daher mußte der Silbergehalt des Erzes mit größerer Entfernung vom alten Lande ziemlich rasch abnehmen. Man kann sich für die chemische Ausfällung ein weithin sich erstreckendes Delta vorstellen, in dem die Landwässer den Erzgehalt absetzten, und zwar das am wenigsten Lösliche zuerst, während sie das relativ Leichtestlösliche schließlich überall gleichmäßig verbreiteten.

Die Auslaugung von Erzen auf einem vorher unter aridem Klima, nunmehr unter humidem Klima sich befindenden Festland erfolgte zweifellos zuerst am heftigsten, solange reiche Erzmengen der Zerstörung unterlagen. Die Quellen der Erzzufuhr mußten aber immer mehr versiegen, je länger der Auslaugungsprozeß dauerte. Es müssen daher mit dem Beginn der Kupferschieferzeit zuerst die reichsten Erzlösungen dem Meere zugeführt worden sein — wenn sie auch jedenfalls so gering waren, daß die Fauna des Meeres unter ihnen nicht zu leiden hatte —. Später aber hat die ins Meer transportierte Erzmenge immer mehr ab-

genommen, bis sie schließlich auf den gewöhnlichen Stand der Erzauslaugung zurückging. Sobald aber dieser erreicht ist, läßt sich eine Zufuhr von edlen Erzen in den Meeressedimenten im allgemeinen nicht mehr nachweisen, wie dies bei den meisten Sedimenten der Fall ist.

Entsprechend der allmählichen Abnahme der Erzzufuhren in das Kupferschiefermeer ist zu erwarten, daß in den untersten Lagen des sich absetzenden Sediments der höchste Kupfer- und Silbergehalt vorhanden ist, und daß er in den darüberliegenden Schichten immer mehr abnimmt. Und zwar wird der Silbergehalt nach oben relativ rascher abnehmen als der Kupfergehalt.

Für alle übrigen im Kupferschiefer vorkommenden Metalle, auf die ich hier nicht weiter eingehe, gelten entsprechende Verhältnisse. (Vgl. hierzu meine Arbeit: Der mitteldeutsche Kupferschiefer als Sediment und Lagerstätte. Jahrb. d. Halleschen Verbandes für die Erforschung der mitteldeutschen Bodenschätze und ihrer Verwertung, 3. Bd., 1921, S. 1—108 und 128—135.)

Diese auf theoretischem Wege gefundenen Gesetzmäßigkeiten sind durch die in den verschiedenen Gebieten mit altem Kupferschieferbergbau gefundenen Verhältnisse voll bestätigt worden. Allerdings darf man keine Einzelanalysen von Bohrkernen zur Vergleichen heranziehen. Das Mißgeschick, das so viele Bohrkern oder die diesen Bohrkernen entnommenen Proben traf, sowie die Ungunst dieser Probenahme überhaupt läßt sie auf Grund genauer Vergleiche als ungeeignet erscheinen. Oft haben Analysen ein ungünstiges Resultat ergeben, während dann der Abbau günstige Verhältnisse zeitigte und umgekehrt.

Ich konnte daher bei Vergleichung der Erzgehalte nur auf Resultate des Ausbringens an Kupfer und Silber eingehen, die durch langjährigen Bergbaubetrieb festgestellt worden waren, weil nur sie die nötige Sicherheit boten, daß sie richtig sind. Um vergleichbare Zahlen zu erhalten, war es auch erforderlich, die Durchschnittsmächtigkeit des abgebauten Flözes anzugeben.

An Hand der Produktion von Mansfeld-Eisleben, von wo genaueste Jahresziffern über langjährige Zeiträume mitgeteilt sind, konnte vor allem gezeigt werden, daß die Erzmengen, sobald man größere Abbaufächen zusammen-

faßt und damit Rückenpartien und rückenfreie Flözteile mischt, bei aller Verschiedenheit im einzelnen, im großen ganzen örtlich außerordentlich konstant sind, und daß das Ausbringen vor allem vom Klauben bzw. von der Verhüttung auch geringhaltiger Minern abhängt. Der Kupfergehalt hat in den Jahren von 1860 bis 1915 zwischen 2,1 und 3,2% geschwankt und betrug im Mittel für die Zeit von 1860 bis 1885 2,4%, von 1886 bis 1908 2,9%, von 1909 bis 1914 2,5%, während im ersten Kriegsjahr 1915 der Prozentgehalt auf 2,1% zurückging. Die Konstanz im Ausbringen ist zugleich ein ausgezeichneter Beweis für die syngenetische Absetzung der Erze des Kupferschiefers.

Das Verhältnis zwischen dem Ausbringen von Kupfer und Silber war noch wesentlich konstanter — ebenfalls ein Zeichen der rein sedimentären Ausscheidung der Erze des Kupferschiefers. Im Durchschnitt kann man mit einem Verhältnis von 1 Teil Silber auf 200 Teile Kupfer rechnen, d. h. der Silbergehalt beträgt 5‰ des Kupfers. Allgemein hat sich das Verhältnis allmählich zugunsten des Silbergehalts verschoben, offenbar mit zunehmender Tiefe des Abbaus. Während in den Jahren 1860 bis 1876 das Verhältnis fast dauernd unter 1:200 blieb, war es von diesem Jahre an, mit Ausnahme der Jahre 1894 und 1895, dauernd und zum Teil recht erheblich über diesem Prozentsatz. Die relativ geringste Silberproduktion war im Jahre 1873 mit 4,2‰, die relativ höchste im Jahre 1885 mit 5,9‰ der Kupferproduktion.

Über die vertikale Verteilung des Kupfer- und Silbergehalts in Flöz geben folgende Zahlen Aufschluß, wobei zwischen Erz aus rückenfreiem und solchem aus reichlich gestörtem Gebiet unterschieden ist. So enthielt in rückenfreiem Gebiet der 4. Tiefbausohle des Herrmannschachtes bei Helfta 1 Tonne Minern der

Feinen Lette 64 kg Kupfer und 0,62 kg Silber,
Verhältnis somit etwa 100:1,

Groben Lette 47 kg Kupfer und 0,23 kg Silber,
Verhältnis somit etwa 200:1,

während sich die entsprechenden Zahlen für von Rücken durchsetztes Gebiet folgendermaßen stellen: bei der

Feinen Lette 40 kg Kupfer und 0,43 kg Silber,
Verhältnis somit etwa 100:1,

Groben Lette 78 kg Kupfer und 0,50 kg Silber,
Verhältnis somit etwa 150:1,

Kammschale 36 kg Kupfer und 0,17 kg Silber,
Verhältnis somit etwa 200:1.

Aus diesen Zahlen ergibt sich unzweifelhaft, daß der Silbergehalt nach oben rascher abnimmt als der Kupfergehalt und das auch dann, wenn die Verteilung der Erze nicht mehr die ursprüngliche ist, wie dies bei den Zahlen aus rückenreichen Partien hervorgeht. Obwohl hier die Grobe Lette infolge Erzeinwanderung einen höheren absoluten Kupfer- und Silbergehalt aufweist als die Feine Lette, so ist doch das Verhältnis zwischen Kupfer und Silber bei der Feinen Lette ein für das Silber günstigeres. In jedem Fall also nimmt der Silbergehalt nach oben rascher ab als der Kupfergehalt.

Will man den Erzgehalt verschiedener Gebiete Mitteldeutschlands untereinander vergleichen, so beschränkt sich die Anzahl der vergleichbaren Punkte auf eine Anzahl von Stellen, von denen von dem alten Bergbau zuverlässige Zahlen uns überliefert sind, was nur verhältnismäßig selten der Fall ist.

Bei Salzungen im W des Thüringer Waldes hat nur die Lette 1,5% Kupfer bei 1—1,5 cm Mächtigkeit.

Bei Lutter am westlichen Harz ist die Mächtigkeit des abbauwürdigen Flözes 7,5—8 cm, der Erzgehalt $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ % Kupfer.

Von diesen Orten, wie auch vom ganzen Südharz ist bekannt, daß das Erz so wenig Silber enthielt, daß das Kupfer nicht saigerwürdig war. Noch bei Sangerhausen war der Silbergehalt so gering, daß schließlich aus diesem Grunde der Bergbau dort 1885 eingestellt wurde.

Bei Mansfeld und Eisleben dagegen kann man als durchschnittliche Mächtigkeit des Flözes 22 cm angeben bei einem mittleren Kupfergehalt von 2,7% und 0,014% Silber.

Noch günstiger lagen die Verhältnisse bei Bottendorf, wie aus den wertvollen Untersuchungen des nachmaligen Bergwerksdirigenten ERDMENGER, sowie aus solchen des Ober-Berg- und Hüttendirektors a. D. Bergrat SCHRADER und aus eigenem Aktenstudium hervorgeht. Das alte Bergamt Bottendorf hat nach langjährigen Mittelwerten 2,875% Kupfer und 0,014% Silber als Ausbringewerte festgestellt. Sehr wichtig ist die Angabe, daß die geringste Mächti-

keit des abgebauten Flözes 26—31 cm betrug, daß aber bis 57 cm mächtige Flöze abgebaut wurden, so in dauernd letzterer Mächtigkeit während etwa 30jähriger bergbau-licher Tätigkeit im Kesselflöz. Als Durchschnitt darf man für Bottendorf 36 cm Mächtigkeit annehmen, also wesentlich mehr als für Mansfeld-Eisleben. Da nun die höheren Lagen des Flözes weniger erzhaltig sind als die unteren, so kann man mit Bestimmtheit angeben, daß beim Abbau von nur durchschnittlich 22 cm Flöz, wie bei Eisleben, der Erzgehalt denjenigen dieser Gebiete ganz erheblich übersteigen würde.

Für Ilmenau hat der unermülich für den dortigen Kupferschieferbergbau eintretende alte Bergmeister VOIGT, eine Autorität seiner Zeit, die genauen Zahlen mitgeteilt. Dort betrug der Silbergehalt 0,873% des Kupfergehalts und die Mächtigkeit des abgebauten Flözes sogar 70—75 cm.

Endlich sei noch Kamsdorf bei Saalfeld erwähnt, das offenbar schon in der strandnahen Zone gelegen ist, aber doch bei 2% Kupfergehalt des einst abgebauten Schiefers 0,02% Silber enthielt, wie SPENGLER festgestellt hat.

Vergleicht man die Mächtigkeitszahlen des abbauwürdigen Flözes, so nehmen diese, entsprechend unseren theoretischen Ergebnissen, mit Zunahme an die alte Küste immer mehr zu, mit alleiniger Ausnahme des schon ins Küstengebiet zu zählenden Kamsdorf.

Vergleicht man den Kupfergehalt, so ist er im westlichen Thüringer Wald und am westlichen Harz gering, steigt aber bald auf über 2,5% an. Die Abbauwürdigkeit hängt, sobald diese Zahl erreicht ist, von der Mächtigkeit des Flözes ab.

Erst der Silbergehalt vermag jedoch den vollen Wert der Lagerstätte aufzuzeigen, beträgt doch in Eisleben der Wert des ausgebrachten Silbers ein volles Drittel des aus der Kupfer- und Silberverhüttung gezogenen Gewinns. Deshalb ist auf die Menge des im Kupferschiefer enthaltenen Silbers ganz besonders zu achten. Die erstgenannten Orte sind zu weit von der Küste entfernt, als daß der Silbergehalt genügend wäre. Erst bei Mansfeld und Eisleben ist er so hoch, daß er die Trennung lohnt. Er beträgt hier etwa 0,5% des Kupfergehalts. Aber auch schon hier besteht ein Unterschied zwischen den verschiedenen Gebieten des Abbaus. So ist der höchste Silbergehalt bei Helfta, im Herrmannschacht, gefunden, also im südöstlichsten

Teil der Mansfelder Mulde, was, wie wir jetzt sagen können, nicht auf einem Zufall, sondern auf der kontinuierlichen Zunahme des Silbergehalts gegen die alte Küste zu beruht. Bei Bottendorf haben wir, wenn wir die höheren Schichten außer Rechnung lassen, eine weitere Steigerung des Silbergehalts. Bei Ilmenau war der Silbergehalt 0,873% des Kupfergehalts. Bei Kamsdorf, in nächster Nähe der Küste, war das Verhältnis gar auf 1% des Kupferausbringens gestiegen.

Die aus dem Abbau sich ergebenden Ertragnisse zeigen bei Berücksichtigung der Mächtigkeit, also auf den Quadratmeter berechnet, nach den Metallpreisen des Sommers 1921 (1500 M. für 100 kg Kupfer, 1000 M. für 1 kg Silber) folgende Ziffern: Der Bruttoertrag eines Quadratmeters abgebauten Kupferschiefers ist für Salzungen 12 M., für Lutter 81 M., für Mansfeld-Eisleben 320 M., für Bottendorf über 484 M., für Ilmenau über 897 M.

Diese Zahlen beweisen zur Genüge, wie sehr der Wert der Lagerstätte des Kupferschiefers in der Richtung gegen das alte Festland zusteigt. Sie beweisen vor allem, daß der wertvolle Kupferschiefer keineswegs an die Mansfelder Mulde gebunden ist, sondern außerordentlich viel weitere Verbreitung besitzt. In einer Zone, die sich um das Erzgebirge als Zentrum gruppiert, ist südöstlich einer durch das Mansfelder Gebiet parallel zur alten Küste gezogen gedachten Linie in einer Länge von mindestens 100 km und einer Breite von über 70 km, also in einer Fläche von über 7000 qkm, der Wert des in der Tiefe liegenden Kupferschiefers ebenso hoch und höher als bei Mansfeld und Eisleben.

Die hier angegebenen Gesetzmäßigkeiten werden durch zwei Umstände verschleiert: einmal durch den Wechsel zwischen reicheren und ärmeren Partien in den dem Ausgehenden zunächst liegenden Flözteilen, Verschiedenheiten, die auch in den in früheren Zeiten abgebauten dem alten Festland näher gelegenen Bottendorf, Ilmenau und Kamsdorf sich zeigten; zweitens durch die Rücken, die entsprechend ihrer häufig größeren Flözmächtigkeit einen besonders ertragreichen Abbau gestatten und daher von jeher das besondere Interesse des Bergmanns erregt haben.

Die Flözteile nahe dem Ausgehenden werden nicht nur wegen der Unregelmäßigkeit in der Erzführung,

sondern auch wegen der sehr unangenehmen Wasserführung der Schichten nach Möglichkeit zu meiden sein.

Das Auftreten von Rücken ist, gleichwie in der Mansfelder Mulde, so auch in dem tektonisch beeinflussten Thüringer Becken, wo das Kupferschieferflöz in der Tiefe durchläuft, zu erwarten. Wie bisher, so werden auch in Zukunft die Rückenpartien mit ihren örtlichen Erzanreicherungen den Bergmann in erster Linie anziehen.

Trotz aller Verschiedenheiten des Erzgehaltes im einzelnen lassen sich aber bei sorgfältigem Vergleich der den alten Bergbauakten entnommenen Zahlen und bei Verknüpfung mit den Ergebnissen moderner chemisch- und physikalisch-geologischer Forschung die oben angeführten Gesetzmäßigkeiten rein herauschälen. Möge, besonders auch im Interesse der praktischen Folgerungen für unsern Kupferschieferbergbau, diesen Gesetzmäßigkeiten besonderes Augenmerk zugewendet werden.

An der Diskussion beteiligen sich die Herren POMPECKJ und SCHLOSSMACHER.

Herr E. KRAUS spricht über

Die Klimakurve in der Postglazialzeit Süddeutschlands.

(Mit 1 Textfigur.)

Die Verwitterungsrinde des süddeutschen Niederterrassenschotter zeigt in Südbayern und am Mittelrhein folgendes sehr verbreitete Profil:

Graubrauner, schwach humushaltiger, lehmiger Sand 1 dm,
oben etwas humusreich, mehr grau, unten mehr braun;
rotbrauner, ziemlich steiniger, sandiger Lehm 1,5—3 dm;
brauner, sandreicher Lehm 0,5 dm (fehlt häufig);
grauer, teilweise bräunlicher, kalkreicher Schotter.

Dies ist nicht ein normales Profil eines podsoligen Bodens (Braunerde, RAMANN) mit höherem Auslaugungs- und tieferem Anreicherungs-horizont; denn es ist nicht einzusehen, unter welchen besonderen Bedingungen des heutigen Klimas sich die Rotfärbung des zweitobersten Horizonts, welche dem Boden die Bezeichnung „Blutlehm“ eingetragen hat, entwickeln könnte.

Andererseits haben meine eingehenden chemischen und physikalischen Untersuchungen¹⁾ ergeben, daß der Blutlehmhorizont auf das engste verwandt ist mit demjenigen des Hochterrassenbodens (vgl. E. BLANCK 1914) und nach den Kennzeichen, die heute überhaupt verfügbar sind, auch nicht zu trennen ist von typischer mediterraner Roterde. Wenigstens die feinsten Teilchen, verständlicherweise, denn letztere ist ja auch ein mehr oder weniger vollkommenes Schlammprodukt.

Die Primär-Mächtigkeit des Niederterrassen-Blutlehms konnte unter einer Sand-Schlick-Decke zu $\frac{1}{2}$ von der der Hochterrasse ermittelt werden; die Intensität des Roterdecharakters ist bei beiden Böden nahezu gleich.

Nun finden wir in beiden genannten Gebieten am *Inn und Rhein sieben Terrassenflächen in den Niederterrassenschotter eingesenkt und die Böden dieser Stufen stimmen miteinander weitgehend überein: sie haben die gleiche klimatische Geschichte hinter sich. Abgesehen von der fortschreitenden Verjüngung der Rinden nach unten zu bemerken wir auf den vier obersten Terrassenflächen noch Blutlehmreste, am wenigsten davon auf der vierten von oben.

Es wäre aus der Beschaffenheit des Verwitterungsbodens zu folgern, daß bis in die Verwitterungszeit dieser viertobersten Stufe hinein in Süddeutschland ein roterdebildendes Klima nach der letzten Eiszeit geherrscht hat. Nun kann man wahrscheinlich machen, daß die Zeiten wiederholter Tiefenerosion in den Flußgebieten nicht Zeiten solchen Klimas gewesen sein können.

Die Betrachtung der Wirkungen des vorangegangenen periodischen Wechsels von Eiszeit und Zwischeneiszeit im Alpenbereich ergibt, daß nur die Schmelzwasser einer großen, nahegerückten Vereisung fähig waren, den vorher angehäuften Schotter tief zu durchschneiden. Eine Belebung der Tiefenerosion klimatischer Art werden wir für die wiederholte Zerschneidung auch der postglazialen Terrassen, die sich organisch, wenn auch als Epigonen den glazialen anschließen, anzunehmen haben. Und wenn wir versuchen unsern postglazialen Wechsel dem PENCK-BRÜCKNERSchen Klimasystem einzuordnen, dann erscheint es höchst nahe-

¹⁾ Ihre Bekanntgabe erfolgt durch eine Arbeit in den Geognostischen Jahreshäften, München. Diese enthält auch weitere geologische Begründungen und Folgerungen.

liegend, daß die Schmelzwässer der stadialen Vorstöße jene periodische Zerschneidung der postglazialen Terrassen ausgeführt haben.

Da wir aber für die stadialen Zeiten mit ihren wenigstens anfänglich noch bis in beträchtliche Tiefe herabrückenden Eismassen im süddeutschen Alpenvorland kein mediterranes Klima annehmen dürfen, so muß jenes in den älteren interstadialen Zeiten geherrscht haben. Die abnehmende Intensität der Blutelementwicklung von der obersten bis herab zur viertobersten Stufe erkläre ich²⁾ damit, daß die Roterdebildung in den älteren Interstadien länger dauerte. Die Stadien haben mit kälterem bzw. feuchterem Klima die warmen Interstadien abgelöst.

Solche Überlegungen führten mich zur Ausgestaltung der postglazialen Klimakurve (s. Fig. 1).

Sie gilt für das mittlere Oberbayern, woher die von mir untersuchten Böden stammen, und wohl allgemein für

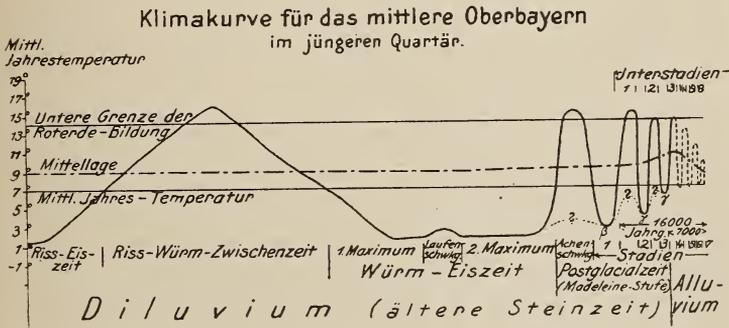


Fig. 1.

Süddeutschland. Eine Übertragung aus dem alpinen Bereich mit seiner relativ kleinen Eisverbreitung etwa auf den Randbereich des nordischen Inlandeises liegt mir fern.

Die Abszissen der Kurve ergaben mir die etwas willkürlichen Zeitmaße für die älteren Schwankungen, sowie die neueren, besser begründeten Ergebnisse über die Dauer der jüngeren Zeiten. Nach den beobachteten Bodenmächtigkeiten wurden sie etwas kritisch behandelt. Für die Länge der Postglazialzeit nahm ich daher auch nicht ein Drittel, sondern die Hälfte der letzten Zwischeneiszeit an.

²⁾ Ausschlaggebende Einflüsse von Unterschieden in der Grundwasserhöhe u. a. sind nicht denkbar.

Die Ordinaten sollten eigentlich Temperaturen und Niederschläge vereinigen, wie das bei der Führung der PENCKSchen Kurve nach der Lage der Schneegrenze der Fall ist. Über die Niederschläge ist aber nicht viel zu sagen; jedenfalls waren sie in glazialen und in mediterranen Zeiten nicht sehr bedeutend voneinander verschieden. So blieben sie aus dem Spiel und es kamen allein die Temperaturen durch die Ordinaten zur Darstellung. Diese wurden dadurch veranschlagt, daß aus der Lage der in Betracht kommenden Schneegrenzhöhen von PENCK-BRÜCKNER unter Annahme der gleichen Niederschlagsmengen die Mitteltemperaturen — ausgehend von dem heutigen Mittel und der heutigen Schneehöhe — ermittelt wurden. Dabei war eine Korrektur mit Rücksicht darauf nötig, daß große Eismassen die Temperatur der Umgebung nicht im Verhältnis ihrer Größe gegenüber kleineren erniedrigen, sondern stärker herabdrücken.

Außerdem wurde dem Umstand Rechnung getragen, daß sich die mittlere Jahrestemperatur in den Interstadien mindestens über diejenige Temperaturgrenze hat erheben müssen, welche noch Roterdebildung zuläßt, d. i. nach R. LANG rd. 14°. Wie lange jeweils diese Höhe überschritten wurde, sagt uns annähernd der Vergleich der Blutlehmmächtigkeiten mit der Stärke des Hochterrassen-Blutlehms. Die erste Roterdezeit, welche über die oberste, eigentliche Niederterrasse ging, war wohl rund halb so lang als die der letzten Zwischeneiszeit. Diese letztere wird demnach kurz im Verhältnis zur ganzen Dauer dieser Zwischenperiode.

Nach allem, was bisher bekannt wurde, dürfen wir hinsichtlich der zeitlichen Einordnung wohl annehmen, daß die Laufenschwankung mit ihrem verhältnismäßig geringen Eisrückgang während des Würmmaximums nicht als Roterde-Bildungszeit bei uns in Betracht kommt.

Es fällt daher die erste warme Zeit, welche die oberste Niederterrassenfläche mit Roterde überzog, in die Achen schwankung, die zweite in das Bühl-Gschnitz-Zwischenstadium, die dritte in das Gschnitz-Daun-Zwischenstadium, und schließlich die geringste der vier nachweisbaren Meditterranzeiten in das Postdaun-Zwischenstadium. Seit dieser Zeit hat sich unsere Klimakurve in Oberbayern nicht mehr über das 14°-Mittel erhoben; es wurden aber auch keine bedeutenderen Senkungen mehr erreicht. Immerhin sagt uns die Analogie zu dem Vorangegangenen, daß es sich um eine ähnliche Ursache wie früher, wenn auch in immer mehr abge-

schwächer Form, handelte, welche auch später noch den (bescheideneren) Wechsel von Tiefenerosion und Seitenerosion in unseren beiden Flußgebieten hervorrief. Gerade diese Terrassenentwicklungen machen uns die auf der Kurve gestrichelten letzten Wellenzüge wahrscheinlich. Ob die Böden auf den jüngsten Terrassen hinreichen zur Stützung dieser Anschauung, kann ich nicht sagen. Es mag wohl sein, daß sich hier im wesentlichen nur noch Perioden größerer und geringerer Niederschläge abgelöst haben.

Halbiert man jeweils die Ausschläge der Kurve nach oben und unten und verbindet die Halbierungspunkte, so entsteht die Schwankungsmittellinie. Diese hält sich bemerkenswerterweise beharrlich über dem heutigen Jahresmittel und hebt sich sogar kurz vor der Gegenwart. Seit dem Tertiär muß sie sich lang und bedeutend gesenkt haben.

Grenzen wir vergangene Zeiträume, wie im Diluvium, nach den Temperaturschwankungen ab, so müssen wir, genau genommen, nicht die Schnittpunkte der Kurve mit der heutigen Mitteltemperatur als Grenzen nehmen, sondern die mit jener Mittellinie.

Erzählen uns die Moränen- und Schotterlagen über den Ausschlag der Klimakurve nach unten, nach dem kalten Teil, so vermögen die Böden, wie wir sehen, über Stärke und Dauer der Ausschläge nach oben zu berichten. Außerdem werden im ganzen nach den drei Stadien der Postwürmzeit noch drei kürzere, weitere wahrscheinlich, welche, getrennt durch Zwischenstadien vorwiegender Seitenerosion, allmählich aus den starken und langanhaltenden Klimaschwankungen der Eiszeit überleiten bis in die Gegenwart.

Herr K. LEHMANN spricht über

Die Trogtheorie, eine neue Erklärung der Gebirgsbildung.

Der Vortragende hat auf Grund langjähriger Beobachtungen in Bergbausenkungsgebieten die Bodenbewegungsvorgänge bei der Absenkung genau erforscht. Der Bewegungsvorgang äußert sich in Pressungen in der Muldenmitte und Zerrungen auf den Rändern. Diese in Lichtbildern vorgeführten Druck- und Zerrerscheinungen bei der Pingenbildung gleichen vollkommen den tektonischen Bildern beim Falten- und Schollengebirge.

Der Berichterstatter kommt daher im Vergleich der Vorgänge bei der Pingenbildung zu der Schlußfolgerung, daß die Entstehung von Hohlräumen bzw. die Druckentlastung im Untergrund der Erdrinde zur Bildung von Trögen (Geosynklinalen) führt. Dabei tritt in den Randgebieten eine Aufwölbung ein. In dem Trog werden die Gebirgsschichten abgelagert. Bei dem Senkungsvorgang treten entsprechend der Pingenbildung innerhalb des Troges Druckkräfte auf, die zur Faltung der Gesteinsschichten und zur Entstehung der Druckstörungen, den Überschiebungen, Aufschiebungen und Verschiebungen führen. Auf den Trogrändern entstehen Zerrkräfte, die zur Bildung von Zerrspalten Veranlassung geben. In der Trogmulde wird das Faltengebirge geboren, auf den Trogrändern das Schollengebirge.

Zur Bestätigung seiner Lehrmeinung hat der Vortragende das rheinisch-westfälische Steinkohlenegebirge bezüglich seines tektonischen Aufbaus eingehend durchforscht und völlige Übereinstimmung gefunden. Danach bildet das rheinisch-westfälische Steinkohlenegebirge in der Querrichtung ein Faltengebirge, das im „Karbontrog“ gebildet wurde, in der Streichrichtung ein Schollengebirge, dessen Wiege im „Saxonischen Trog“ lag. Das heutige Gesamtbild bezeichnet Vortragender als „Rumpfschollengebirge“.

Die nach markscheiderischen Gesichtspunkten zusammengestellten Lichtbilder bestätigen die Auffassung des Vortragenden¹⁾.

Herr W. KRANZ²⁾ aus Stuttgart hat die LEHMANNSCHE Trogtheorie auf Süddeutschland angewandt und dabei gute Ergebnisse erzielt.

Zum Vorsitzenden für den morgigen Tag wird Herr CARL SCHMIDT, Basel, einstimmig gewählt.

Der Vorsitzende schließt die Sitzung.

V. W. O.

STEUER. RAMDOHR. STIELER. KLÄHN.

¹⁾ Einen umfassenden Überblick gibt die Abhandlung des Verfassers im Glückauf, Heft 48, 1919 und 1, 2, 3 und 15, 1920.

²⁾ Siehe den Aufsatz von W. KRANZ in den „Briefl. Mitteilungen“ dieses Monatsberichts.

Protokoll der Sitzung am 14. August 1921.

Vorsitzender: Herr CARL SCHMIDT, Basel.

Der Vorsitzende, Herr CARL SCHMIDT, Basel, eröffnet die Sitzung.

Das Protokoll des vergangenen Tages wird verlesen und genehmigt.

Herr POMPECKJ teilt mit, daß der Vorstand und Beirat beschlossen haben, folgende Richtlinien für die Vorträge auf den Hauptversammlungen in die Geschäftsordnung aufzunehmen:

1. Für die Reihenfolge der Vorträge auf den Hauptversammlungen soll der Zeitpunkt ihrer Anmeldung maßgebend sein.
2. Der Geschäftsführer soll jedoch ermächtigt sein, verwandte Themata zusammenzulegen und auch die Diskussion über diese zusammen führen zu lassen.
3. Die Vortragsdauer ist entsprechend der Zahl der angemeldeten Vorträge zu beschränken. Sie soll im Durchschnitt 25 Minuten nicht übersteigen.

Die Hauptversammlung gibt hierzu ihre Zustimmung.

Herr MINTROP und Herr POMPECKJ machen geschäftliche Mitteilungen, desgleichen Herr STEUER.

Herr WEGNER spricht über „Grundwasserentziehung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet“.

Zur Diskussion spricht Herr STEUER.

Herr WEPFER spricht über „Die Bedeutung terrestrischer Vorgänge innerhalb mariner Schichtfolgen“.

An der Diskussion beteiligen sich die Herren POMPECKJ, KRAUSS, GÜRICH, BLANCKENHORN, DEECKE, WEIGELT und der Vortragende.

Herr KLEMM macht eine geschäftliche Mitteilung.

Herr KLÄHN spricht über „Die Ursachen des Todes (nicht Aussterbens) tertiärer und pleistocäner Säuger in der mittleren Rheinebene“.

An der Diskussion beteiligen sich die Herren GÜRICH, WEPFER, MICHELS und der Vortragende.

Herr SAUER spricht über „Die Trassfrage in wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Bedeutung“.

Der Vorsitzende schließt die Sitzung und damit die diesjährige Hauptversammlung mit herzlichem Dank für die Herren Geschäftsführer.

Das Protokoll wird verlesen und genehmigt.

v. w. o.

KLÄHN. RAMDOHR. CARL SCHMIDT. STIELER.

Briefliche Mitteilungen.

10. Die Bedeutung der Trogtheorie für Süddeutschland¹⁾.

Von Herrn W. KRANZ.

Stuttgart, im August 1921.

Die neue Theorie nehme ich als Arbeitshypothese zur Deutung der Tektonik des ganzen süddeutschen Schollenlandes in Anspruch²⁾. Tröge, also relativ absinkende Gebiete sind m. E. der Rheintalgraben zwischen seinen randlichen Horsten und Halbhorsten, und das Land zwischen Schwarzwald, Böhmerwald und Alpen.

Herr LEHMANN hat bereits die neuzeitlichen relativen Senkungen und seitlichen Verschiebungen in Bayern mit seiner Trogtheorie gedeutet. Ich schließe mich dem an und lehne es ebenso wie LEHMANN ab, diese Erscheinungen als ein Hinabpressen der Mulde des Alpenvorlands durch

¹⁾ Verfasser war durch Erkrankung verhindert, den über dieses Thema angekündigten Vortrag auf der Hauptversammlung zu halten.

²⁾ Eine ausführliche Arbeit von W. KRANZ über „Neuzeitliche relative Senkungen sowie seitliche Verschiebungen in Bayern und ihre Bedeutung für die Tektonik Süddeutschlands“ ist seit Dezember 1920 im Druck und wird in PETERMANN'S Geographischen Mitteilungen erscheinen. Vgl. auch Sitzungsbericht vom 13.2.22, Ver. f. vaterl. Naturk. Württ.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [73](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Monatsberichte der Deutschen Geologischen Gesellschaft
161-230](#)