Diverse Berichte

Sitzungsberichte

herausgegeben vom

Naturhistorischen Verein der preufsischen Rheinlande und Westfalens.

A. Sitzungsberichte der naturwissenschaftlichen Abteilung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn.

B. Sitzungsberichte der Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Münster i. W.

C. Berichte über die Versammlungen des Niederrheinischen geologischen Vereins.

D. Berichte über die Versammlungen des Botanischen und Zoologischen Vereins für Rheinland und Westfalen sind vereinigt mit den Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins. Jg. 81.

E. Literaturberichte erscheinen später.

F. Autorenregister zu den Verhandlungen und den Sitzungsberichten.

1924.

Mit 1 Karte und 13 Textfiguren.

A. Seite 1—38. B. S. 1—3. C. Seite 1—106. F. Seite 1—3.

Bonn 1925.

Für die in diesen Berichten veröffentlichten Mitteilungen sind nach Form und Inhalt die betreffenden Vortragenden allein verantwortlich.

Inhalt.

Geologie, Mineralogie, Paläontologie und Anthropologie.

	Seite
Andree. Neuere Funde des Eiszeitmenschen in Europa. (Nur Titel)	B 1
Brockmeier, H. Schnecken und Muscheln im Dienste des Geologen	C 70
Franke, A. Zur Tektonik des flözleeren Karbons	C 67
Ders. Ruhrgerölle auf Blatt Dortmund	C 69
Jaworski, E. Über paläozoische Vereisung und Tektonik in Südamerika. (Nur Titel)	A 1
Kahrs, E. Beitrag zur Kenntnis des Deckgebirges bei Mülheim a. Ruhr	C 10
Kuckelkorn, L. Die Südwest-Enden der Blankenheimer und Dollendorfer Mulde in der Hohen Eifel (mit Tafel I)	C 76
Löscher, W. Trans- und Regressionen in der oberen Kreide der Essener Umgebung	C 18
Ders. Zur Frage der westfälischen Galeritenbildungen	C 26
Pohlig, H. Über Löß. (Nur Titel)	A 1
Steinmann, H. G. Die diluvialen Ruhrterrassen und ihre Beziehungen zur Vereisung (mit 3 Figuren)	C 29
Tilmann, N. Über Kobers Synthese des Baues der Erdrinde. (Nur Titel)	A 1
Wanner, Joh. Geologie des Krakataus. (Nur Titel)	A 8
Wilckens, O. Die Geologie der Umgebung von Bonn	A 1
Ders. Niederrheinische Flugsandbildungen	A 21
Wildschrey, Ed. Das Niederrheinische Diluvium (mit 10 Figuren)	C 45

Botanik.

Dahm, P. Pflanze und Reaktion ihres Substrates	A 22
Koernicke, M. Botanik des Krakataus. (Nur Titel)	A 8
Simon, S. W. Über Mutationen bei Pflanzen. (Nur Titel)	A 8

Zoologie.

Assmuth. Über Forschungen an Nestern der Termiten. (Nur Titel)	B 2
Bauer, V. Neues über die Schwimmblase der Fische. (Nur Titel)	A 1

	Seite
Hesse, R. Zoologie des Krakataus. (Nur Titel)	A 8
Kurz, E. Anatomie des Kopfes des Jangtse-störes. (Nur Titel)	B 1
Schubert. Das Ruhen des Pferdes im Stehen. (Nur Titel)	B 1
Schmidt, J. W. Über das Zahnbein des Faultiers. (Nur Titel)	A 1
Ders. Über einen der Muskelkontraktion ähnlichen Vorgang. (Nur Titel)	A 8
Ders. Entwickelungsmechanische Analyse abnormer Chiridota-Rädchen. (Nur Titel)	A 21

Physiologie, Gesundheitspflege, Medizin.

Hinsen, W. Die Kreatininausscheidung bei katatoner Muskelspannung. (Nur Titel)	B 1
Müller, R. Zahnärztliche Fürsorge im schulpflichtigen Alter. (Nur Titel)	B 2
Podesta. Augenärztliche, an Hochschul- und Schuluntersuchungen in Münster i. W. gewonnene Erfahrungen über Sehschärfe und Farbensinn. (Nur Titel)	B 2
Többen. Die Erziehbarkeit Erwachsener. (Nur Titel) . .	B 3

Chemie, Physik, Technologie.

Rheinboldt, H. Bestandteile und Funktion der Galle . .	A 13
Schäperklaus. Mikro-Respirationsapparat. (Nur Titel) .	B 1
Steinmann, G. Über den Chemismus in der Wüste . . .	A 8

Vereins-Angelegenheiten.

A. Naturwissenschaftl. Abteilung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn.	
Geschäftliches	A 1
B. Medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Münster i. W.	
Geschäftliches	B 3
C. Niederrheinischer geologischer Verein.	
Geschäftliches	C 1
Bericht über die Sitzungen	C 1
Bericht über die Exkursionen	C 6
Autorenregister	F 1

Sitzungsberichte

der

naturwissenschaftlichen Abteilung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn.

1924.

Sitzung vom 16. Januar 1924.

Vorsitzender: Herr Steinmann. 1. Geschäftliches: Es wird beschlossen wieder Sitzungsberichte drucken zu lassen. 2. Herr Tilmann: „Über Kobers Synthese des Baues der Erdrinde. 3. Herr Pohlig als Gast: „Über Löß".

Sitzung vom 13. Februar 1924.

Vorsitzender: Herr Steinmann. 1. Herr Bauer: „Neues über die Schwimmblase der Fische". 2. Herr Schmidt: „Über das Zahnbein des Faultiers". 3. Herr Jaworski: „Über palaeozoische Vereisung und Tektonik in Südamerika".

Sitzung vom 7. Mai 1924.

Vorsitzender: Herr Steinmann. 1. Herr Wilckens: „Die Geologie der Umgegend von Bonn". 2. Herr Grebe: „Über Messungen mit Röntgenstrahlen".

Herr Otto Wilckens:

Die Geologie der Umgebung von Bonn.[1])

Das Erscheinen der Blätter Wahn, Bonn und Godesberg[2]) der Geologischen Karte von Preußen und von Fliegels Werk über den Untergrund der Niederrheinischen Bucht bedeutet zwar nicht den Abschluß, aber doch einen wichtigen Abschnitt in der geologischen Erforschung unserer Heimat. Zum ersten Mal kann

---

[1]) Das folgende ist ein Auszug aus dem Vortrage, bei dem Belegstücke vorgezeigt wurden.

[2]) Aufgenommen von Rauff, Zimmermann II und Kegel.

jetzt versucht werden, eine abgerundete Darstellung des Aufbaus der Bonner Gegend zu geben.

Es sind nur wenige Formationen bei Bonn vertreten: Unterdevon, Eocän, Oberoligozän, Untermiozän, Mittelmiozän (?), Altpliozän, Diluvium und Alluvium. Nur das Devon ist eine Meeresbildung, die übrigen Schichtgesteine sind auf dem Festlande durch Flüsse, in Süßwasserbecken oder vom Winde abgesetzt. Zahlreich sind die Vorkommen von Eruptivgesteinen.

Einiges wenige erfahren wir auch vom vordevonischen Untergrunde und zwar durch Bruchstücke, die bei den tertiären Vulkanausbrüchen von ihm losgerissen und den Eruptivgesteinen und -tuffen als Einschlüsse einverleibt sind. Es sind alkalisyenitische Tiefengesteine, Pegmatite und kristalline Schiefer. Vielfach sind sie durch das Magma umgewandelt, und manchmal sind von ihnen nur die widerstandsfähigsten Mineralien übrig geblieben, so z. B. die in unseren Basalten vorkommenden Sapphire.

Der Sockel unserer Gebirgslandschaft wird von den unterdevonischen Siegener Schichten aufgebaut. Das Rheintal von Linz bis Bonn ist in sie eingetieft. Ihre Gesteine sind Grauwacken, Grauwackenschiefer und Tonschiefer, die eine sehr bedeutende Mächtigkeit erreichen. In faunistischer Hinsicht stellen sie eine Brachiopoden- und Zweischalerfacies dar. Menzenberg bei Rheinbreitbach und die Kaskade nahe der Urbachsmühle östlich von Unkel waren früher ergiebige Fossilfundorte. Vielleicht ist auch das Devon nächst Bonn nicht so fossilarm, wie gewöhnlich angenommen wird. Wenigstens fand ich am Pionierweg bei Friesdorf außer dem häufigen *Haliserites Dechenianus* mehrere Exemplare von *Modiomorpha*, die schon früher in jener Gegend angetroffen ist (Andrä, diese Sitz. ber. 1862). Breddin und M. Richter haben in unseren Siegener Schichten mehrere Abteilungen unterschieden, jedoch harren die einzelnen Vorkommen noch der Eingliederung in dieselben. Auch das Devon des unteren Siegtales gehört zur Siegener Stufe, im besonderen auch dasjenige nördlich der Sieg, das lange als Mitteldevon galt.[1]) Erst nach Klärung der Stratigraphie wird man einer Aufklärung des Faltenbaus unseres Devons nähertreten können. Gegen Westen reichen die Siegener Schichten bis an eine NW gerichtete Verwerfung von bedeutender Sprunghöhe, die nach Fliegel westlich von Fritzdorf durchstreicht und Oberkoblenzschichten neben die Siegener legt.

---

[1]) Man verdankt diese Feststellung M. Richter. Rauffs Angabe (Erl. Bl. Bonn S. 5 oben) ist danach zu berichtigen. Schon E. Kaiser konnte bei der Kartierung von Blatt Siegburg zwischen dem Devon nördlich und dem südlich der Sieg keine Unterschiede feststellen.

Namentlich im rechtsrheinischen Devon setzen Erzgänge auf, deren Abbau in früherer Zeit nicht unwesentliche Erträge lieferte. Leider sind all die Gruben, von denen nur St. Josephsberg am Virneberg, Clemenslust bei Kalenborn, Johannesberg im Schmelzertal, Altglück bei Bennerscheid und Silistria an der Liesberger Hardt genannt sein mögen, längst zum Erliegen gekommen. Mit Bornhardt kann man die Gruppe der Kupfererzgänge in der Umgebung von Rheinbreitbach, Unkel und Bruchhausen, die der Blei- und Zinkerzgänge im Siebengebirge und dessen Umgebung und die der Blei- und Zinkerzgänge zwischen dem unteren Pleis- und dem Siegtal und der weiteren Umgebung des letzteren unterscheiden. Die Erzgänge sind älter als die untermiozänen Eruptionen.

Unserem Devon entspringen drei Mineralquellen: die Roisdorfer, die Godesberger und die Honnefer „Drachenquelle".

Die Oberfläche des Devons zeigt eine tiefe Vertonung und unter dem Einfluß von Humuslösungen erfolgte „Weißverwitterung". Die Bildung dieses „Devontons" (Rauff) erfolgte an einer alttertiären Landoberfläche. Stellenweise sind die Verwitterungsprodukte verschwemmt und wieder abgelagert. Auf Blatt Wahn liegen in ihnen Braunkohlen. Fliegel bestimmte das Alter dieser „älteren Braunkohlenstufe" an der Hand von Vorkommen bei Bergisch-Gladbach als eozän. Wie Kaiser nachwies, lassen sich die Eozäntone von den miozänen dadurch unterscheiden, daß bei ihnen unter den Mineralkörnchen, die beide führen, Hornblende und Augit fehlen.

Weniger allgemeine Verbreitung als die Eocäntone haben die ihnen diskordant aufruhenden oberoligozänen Vallendarer Schichten. Sie gelten als Ablagerungen eines Flußsystems von noch nicht näher bekanntem Verlauf und bestehen aus Sanden, Kiesen, Sandsteinen, Quarziten und Konglomeraten. Das Cäment der drei letztgenannten Gesteine ist kieselig. Man leitete früher die Herkunft desselben aus den überlagernden zersetzten Trachyttuffen ab. Ahlburg, Wig. Braun und Fliegel wiesen nach, daß diese Einkieselung die Folge chemisch-geologischer Vorgänge ist, die an gewisse klimatische Bedingungen geknüpft sind. Es ist dies ein typisches Beispiel dafür, daß die Lösung eines lokalgeologischen Problems oft nur mit Hilfe einer regionalgeologischen Behandlung erreicht werden kann. Das Alter der Vallendarer Schichten, nach den von C. Otto Weber beschriebenen Pflanzenresten nicht sicher bestimmbar, wurde von Fliegel aus dem übereinstimmenden Charakter ihrer Kiese und derjenigen im marinen Oberoligocän nördlich der Dhünn erschlossen.

Das Untermiocän, die „jüngere Braunkohlenstufe", besteht aus Sanden (Bornheimer Sand, in einer Lage mit gediegenem

Schwefel, der von Becks entdeckt ist und dessen reiche Kristallformen von Busz beschrieben sind), Tonen, Süßwasser-Halbopal (bei Muffendorf), Sphärosiderit, Blätter- und Braunkohlen sowie Alaunton. Ein besonderes Gepräge erhält diese Stufe durch die im Beginn und während ihrer Bildung sehr lebhafte vulkanische Tätigkeit, deren erste Äußerung die Förderung des siebengebirgischen Trachyttuffs war, von dem wir wenigstens eine Ausbruchstelle, den Tufftrichter der Königswinterer Hölle, kennen. Die größeren Eruptivgesteinskörper der Trachyte, Andesite, Trachytdolerite und Basalte haben die Form von „Trichterkuppen", wie ich sie nennen möchte. Eine Verallgemeinerung der Laspeyresschen Erklärung ihrer Entstehung, daß nämlich zuerst ein Trichter ausgeblasen sei, der sich dann mit dem aufsteigenden Magma füllte, dürfte angesichts der auf dem Basalt des Gr. Weilberges und des Limperichsberges lagernden Trachyttuffmassen sowie des (von Noeggerath beschriebenen) im Devon endigenden Basaltstieles vom Hagerhof bei Menzenberg kaum statthaft sein. Diese Vorkommen deuten vielmehr darauf hin, daß das Magma meist beim Empordringen im Nebengestein stecken geblieben ist.[1]) Zur Kenntnis der Eruptivgesteine des Siebengebirges, über die Laspeyres in seiner meisterhaften Beschreibung alles bis 1901 Bekannte zusammengefaßt hat, hat in den letzten Jahren die Buszsche Schule noch einige Beiträge geliefert. Durch Rauffs Kartierung sind wir nun auch über die Verbreitung der linksrheinischen Eruptivgesteine (außer dem Berkumer Riebeckittrachyt nur Basalte) unterrichtet[2]). Über die Mineraleinschlüsse in den Basalten hat die Braunsche Schule eingehende Untersuchungen angestellt. Berühmt ist wegen dieser Einschlüsse der Finkenberg bei Beuel — der Name fehlt leider auf der geologischen Karte —, dessen Basalt nach Schürmann keine Trichterkuppe ist, sondern die Form eines Lagerganges oder einer Decke besitzt. Wo, wie hier und bei Uthweiler, die Basalte mit den Schichtgesteinen des Untermiozäns

---

1) In der auf den Vortrag folgenden Diskussion wies Herr Brauns darauf hin, dass er diese Auffassung bereits 1921 (in: Stürtz, Das Siebengebirge und der Rhein, S. 47) vertreten hat. Schürmann sagt übrigens schon 1912 („Über den geologischen Aufbau des Finkenberges bei Bonn" — diese Sitz.ber. 1912, S. 35): „Bekanntlich haben die Basalte der Kuppen des Siebengebirges bei der Eruption nicht die Oberfläche erreicht, sondern sind in den Tuffmassen stecken geblieben und erstarrt."

2) Die Lage des von v. Dechen erwähnten und von Noeggerath kartierten Kessenicher Basaltes gibt Blatt Bonn nicht an.

in Berührung kommen, schalten sie sich tafelförmig in sie ein[1]). Auch die Tuffe der Siegburger Hügel liegen in den untermiozänen Sedimenten.

Reste der untermiozänen Flora und Fauna haben sich ganz vorwiegend in der Blätterkohle von Rott, Orsberg usw. gefunden, die ein Faulschlammgestein darstellt und an der Basis der eigentlichen Braunkohle liegt. Weber und Wessel haben die Pflanzen, Goldfuss, Troschel und H. v. Meyer die Wirbeltiere, v. Heyden und Hagen die Insekten untersucht. Seitdem die Blätterkohle nicht mehr (zur Bereitung von Destillaten) gewonnen wird, sind die Funde spärlich geworden; nur Insekten sind noch neuerdings (durch Meunier) beschrieben.

Unsere Braunkohlen sind auf Moorgelände entstanden. Aber man darf sich diese Braunkohlenmoore, wie neuerdings von Gothan, Kräusel und Kubart dargetan ist, nicht so denken wie die jetzigen Zypressensümpfe an der atlantischen Küste Nordamerikas, sondern wesentlich trockner. *Sequoia Langsdorfi* Heer, die der heutigen *Sequoia sempervirens* der Gebirgstäler der kalifornischen Küste entspricht, ist unser häufigster Braunkohlenbaum. Außer der Braunkohle, deren große wirtschaftliche Bedeutung und reger Abbau erst von der Erfindung des Briketts datiert, waren früher auch der Alaunton und der Sphärosiderit Gegenstand der Gewinnung. Die Tone des Untermiozäns und des Eozäns sowie ferner die Quarzite der Vallendarer Schichten werden als Material für die Herstellung feuerfester Produkte abgebaut. Die bedeutendsten Tongruben sind die von Witterschlick. Das Alter des Tons von Adendorf, der die Grundlage der dortigen Steinzeugherstellung bildet und auch zu Terrakottagefäßen Verwendung findet, ist unsicher.

Das Alter der Untermiozäns ergibt sich aus seiner Auflagerung auf Oberoligozän. Jedoch steht das Vorkommen des sonst oberoligozänen *Microbunodon minimum* Cuv. (von Troschel, Kowalewky und Boettger als *Anthracotherium breviceps* beschrieben) in der Rotter Blätterkohle in einem gewissen Widerspruch zu dieser Bestimmung.

Mittelmiozäne Quarzsande sind nach Fliegel in den Bohrungen Union V (Blatt Godesberg) und Dützhöfe und Lückenhof (Blatt Sechtem) angetroffen. Auch der Hohlstein bei Spich ist vielleicht mittelmiozän.

---

1) Wenn Schürmann den Ton unter dem Finkenbergbasalt als solchen der liegenden Schichten bezeichnet, so ist das nicht richtig. Was Laspeyres als liegende Schichten bezeichnete, ist Eozän.

Das Altplizoän ist in unserer Gegend durch die Kieseloolithschotter vertreten, die von einem ältesten Rhein, dem „Urrhein", abgelagert sind. Im Engtal des Rheines terrassenförmig gelagert und nur sporadisch erhalten, breiten sie sich von Rolandseck ab gegen W und N deckenartig aus. Unterhalb von Bonn kommen sie rechtsrheinisch nur bei Spich vor. Diese Ablagerungen bestehen aus scharfen Sanden, Kiesen und Tonen von heller Färbung. Charakteristisch ist das Auftreten von verkieselten, z. T. oolithischen Jurakalken und -versteinerungen. Ihr pliozänes Alter erkannte Pohlig bei der Untersuchung der zu diesen Schottern gehörenden Duisdorfer Kiese.

Das Oberpliozän war für die Bonner Gegend eine Zeit tektonischer Bewegungen, in deren Folge z. B. das Altpliozän im Duisdorfer Graben seine tiefe Lage erhalten hat.

In der Diluvialzeit schnitt sich der Rhein in das aufsteigende rheinische Schiefergebirge ein. Perioden der Eintiefung wechselten mit solchen der Aufschüttung von Schotterflächen, von denen bei erneuter Erosion randliche Streifen stehen blieben, die jetzt in mehr oder weniger guter Erhaltung ineinander geschachtelt als Terrassen den Fluß begleiten. Man unterscheidet: Oberterrasse (Jungbluth), Hauptterrasse (Philippson), Hochterrasse (Steinmann), Apollinaristerrasse (Kaiser), Mittelterrasse (Kaiser), und Niederterrasse (Philippson). Haupt-, Mittel- und Niederterrasse treten landschaftlich am stärksten hervor. Die Hauptterrasse bildet die Hochfläche des Kottenforstes und des Vorgebirges, auf der Mittelterrasse steht Brühl, auf der Niederterrasse Bonn. Auch die Sieg hat ihre Terrassen, und zwar Haupt-, Hoch-, Mittel- und Niederterrasse Untersuchungen von Knuth)

Oberflächlich ist kein andres Gestein in unserer Gegend so weit verbreitet wie der Löß, ein zur Diluvialzeit aus nordöstlicher Richtung durch Winde hergeblasener staubfeiner Quarzsand mit hohem Gehalt an Kalk- und Magnesiakarbonat. Sein Absatz ist in wenigstens zwei verschiedenen Perioden erfolgt (älterer und jüngerer Löß, Nachweis durch Steinmann). Älterer Löß kommt u. a. am Rodderberg und in den Schluchten des Deusenbergs bei Mehlem vor. Der jüngere Löß ist jünger als die Mittel- und älter als die Niederterrasse. Fast alle bei uns gefundenen Reste diluvialer Säugetiere stammen aus dem Löß. Die reichste Fundstätte, die u. a. einen Schädel von *Ovibos* geliefert hat, lag am Unkelsteiner Basaltbruch (Schwarzsche Sammlung im Geologischen Institut der Bonner Universität). Durch Verwitterung wird der Löß zu Lößlehm. Der Kottenforstlehm (Rauff) ist eine vielfach Grauerdecharakter besitzendes Gemenge von Lößlehm und Hauptterrassenmaterial.

Er bildet den Boden des Kottenforstes und von Teilen der Vorgebirgshochfläche.

Diluviale Gehängeschuttbildungen, zu denen auch die Quarzitblockanhäufungen gehören, sind namentlich im S O-Teil von Blatt Godesberg und von Blatt Siegburg bekannt.

In den Anfang der jüngeren Lößzeit fällt der Ausbruch des Rodderberges, der Leucitnephelinbasalt lieferte. Vielleicht stammen Lapilli und Asche, die stellenweise, so bei Poppelsdorf (v. Dechen, Overzier), im Löß angetroffen werden, von dieser Eruption. Etwas älter ist vielleicht der glimmerreiche Tuff des „Nosehügels“ [1]), wie ich ihn nennen möchte. Der von Noeggerath entdeckte, auch von Pohlig und Stürtz beschriebene Trachyttuff von Duisdorf ist bei der neuen Kartierung übersehen worden.

Der von der Geologischen Landesanstalt als Decksand bezeichnete ungeschichtete Sand, der namentlich in der Wahner Heide verbreitet ist, aber auch am Finkenberg und Ennert und bei Oberkassel sowie, recht ausgedehnt, auf Blatt Siegburg vorkommt, kann unmöglich, wie Zimmermann II will, als Absatz einer Hochflut gedeutet werden, sondern ist eine äolische Ablagerung des Altalluviums [2]). Gleichaltrig sind die Dünen, wie sie bei Limperich, am Tannenbusch und in der Wahner Heide auftreten.

Jünger als diese Flugsande ist die früher als „Unterstufe der Niederterrasse“, von Jungbluth als „Inselterrasse“ bezeichnete Terrasse des Rheines und der Sieg, von der es noch strittig ist, ob sie eine Erosionsform oder eine besondere Aufschüttung ist. Ihr Name bezieht sich darauf, daß ihre Oberfläche zugleich die der Rheininseln ist. Das jetzige Hochflutbett der Flüsse ist in die Inselterrasse eingeschachtelt, noch tiefer liegt der Spiegel des gewöhnlichen Wasserstandes.

Nieder- und Inselterrasse werden von flach geböschten Rinnen durchzogen. Am Ausgang der Nebentäler sind von den Bächen häufig Schuttkegel aufgeschüttet, so z. B. am O.-Fuße des Vorgebirges, wo die vom Abhange herunterkommenden Bäche auf der Mittelterrasse versiegen. Humusbildungen finden sich besonders im großen Cent und am Fuße der rechtsrheinischen Mittelterrasse von Blatt Wahn.

Der Einbruch der Niederrheinischen Bucht begann im Miozän. Die tertiären Verwerfungen lebten z. T. im Diluvium wieder auf und verstellen dann noch die Hauptterrasse. Die wichtigsten

---

[1]) Der auf dem Meßtischblatt Königswinter 22 mm südlich vom ersten e von „Mehlem“ angegebene winzige Hügel, den schon Nose, der erste geologische Erforscher des Siebengebirges, besucht hat, dem zu Ehren er benannt sein möge.

[2]) Vergl. dazu die Mitteilung desselben Verfassers S. 21.

Schollen unseres Gebietes sind der Siebengebirgsgraben, der Hardthorst, der Graben des Rheintals, der Kreuzberghorst, der Duisdorfer Graben, der Bornheimer Horst, der Adendorfer Graben. Auf den Blättern Godesberg und Bonn sind keine Bruchlinien verzeichnet, wohl deshalb, weil sie meist unter jungen Aufschüttungen verborgen liegen. Aus diesem Grunde sind auch gewisse Ungleichheiten in der Auffassung von Fliegel und Rauff wohl verständlich.

Seitdem Alexander von Humboldt seine erste Publikation dem Basaltbruch am Unkelstein widmete und seit der ältesten geologischen Beschreibung unserer Gegend durch den Engländer Horner, seit Zehlers Untersuchung des Siebengebirges, Thomaes Arbeit über den Rodderberg, v. Dechens unermüdlicher Durchforschung der Sieben Berge und des Landkreises Bonn bis auf unsere Tage, in der die mit der größten Hingebung aufgenommenen Karten unserer engsten Heimat von der Preußischen Geologischen Landesanstalt herausgegeben sind, hat die Umgegend von Bonn der geologischen Wissenschaft immer wieder Anreiz gegeben, sich mit ihr zu beschäftigen, und sie bietet auch heute noch genug Probleme, um ihr noch für lange Zeit als ein Feld der Tätigkeit zu dienen.

Sitzung vom 4. Juni 1924.

Vorsitzender: Herr Steinmann. Herr Wanner, Koernicke, Hesse: „Geologie, Botanik, Zoologie des Krakataus".

Sitzung vom 9. Juli 1924.

Vorsitzender: Herr Steinmann. 1. Herr Simon: „Über Mutationen bei Pflanzen". 2. Herr Schmidt: „Über einen der Muskelkontraktion ähnlichen Vorgang.

Sitzung vom 21. Juli 1924.

Vorsitzender: Herr Pfeiffer. 1. Herr Steinmann: „Über den Chemismus in der Wüste". 2. Herr Rheinboldt: „Bestandteile und Funktion der Galle".

Prof. Steinmann sprach unter Vorführung von Lichtbildern

Ueber den Chemismus in der Wüste,

besonders auf Grund seiner Beobachtungen in der Atacama-Wüste. Wenn auch grundsätzlich die Vorgänge in diesem extremen Wüstengebiete nicht von denen anderer Wüsten abweichen, so treten doch gewisse Besonderheiten hervor, die durch außergewöhnliche örtliche Einflüsse bedingt werden. Dahin gehören die ungewöhnlich reichen Vorkommen der Haloidverbindungen von

Schwermetallen im Ausgehenden der dortigen Erzlagerstätten sowie die ihrer Entstehung nach noch umstrittenen Salpeterlager und die Boronatrokalzit-Vorkommen.

Schon die beschränkte Verbreitung dieser sonst in der Natur verhältnismäßig seltenen Stoffe und die Tatsache, daß ihre Verbreitungsgebiete im Wesentlichen zusammenfallen, deuten auf einen örtlich bedingten und zugleich gemeinsamen Ursprung. Ihr Vorkommen kann nicht dem Wüstenklima als solchem allein zugeschrieben werden, da ein nur schwach gemildertes Wüstenklima auch den nördlich an Atacama grenzenden Küstenstrich Perus beherrscht und im Amotapegebiete des nördlichsten Peru sogar ein extremes Wüstenklima wieder auftritt, ohne daß jene Stoffe hier wieder erschienen.

Die Verbreitungsgebiete gestalten sich folgendermaßen:

Die Boronatrokalzitlager reichen aus der Breite von Copiapó (Maricunga 27°) bis O Arequipa (Salinas 16° 20'), die Haloidverbindungen der Erzlagerstätten von rund 28° 30' bis rund 18° und die Salpetervorkommen von Maricunga (27°) bis an die heutige Südgrenze Perus unter 18°. Sie verteilen sich also auf eine Strecke von rund 12 Breitengraden oder 1300 km, und alle füllen diese Strecke nahezu vollständig aus. Während die Boronatrokalzitlager auch über die Westkordillere nach N.-Argentinien etwas hinübergreifen, beschränkt sich die Verbreitung der anderen Stoffe auf den schmalen Steifen des pazifischen Abhanges des Gebirges von rund 100 km Breite.

Für die borsauren Salze ist die Herkunft unbestritten, da wir nur eine Quelle für so große Mengen kennen, die vulkanische. Mit dieser Deutung harmoniert auch in ausgezeichneter Weise die Verbreitung der tätigen oder erst vor Kurzem erloschenen Vulkane der mittleren Vulkanzone der Kordillere, die aus der Breite von Copiapo (27° 30') bis etwas N Arequipa (16° 10') reicht. Hier wird der Zusammenhang zwischen jungvulkanischer Tätigkeit und der oberflächlichen Verbreitung eines ausgesprochen vulkanischen Exhalationserzeugnisses ganz offenkundig. Wo die Vulkanzone im N und S endigt, verschwinden auch die Boronatrokalzitlager, obgleich zu ihrer Erhaltung nicht einmal ein extremes Wüstenklima notwendig erscheint, da die Borsäure sich mit Kalzium und Natrium zu einem in Wasser unlöslichen Doppelsalze verbindet. Wenn also S und N der Vulkanzone von Atacama die Borate fehlen, so kann das nur mit dem Verschwinden ihrer Quelle zusammenhängen. Wie schon bemerkt, beschränkt sich das Vorkommen des Borats nicht auf den Westabhang des Gebirges, sondern es findet sich auch in erheblicher Menge im O der Vulkanzone im nördlichen Argentinien, bleibt aber in seinem Auftreten doch streng an die Nähe der Vulkanzone gebunden.

Von allen Theorien, die zur Erklärung der Entstehung des Chilesalpeters aufgestellt worden sind, kann nur die vulkanische befriedigen. Von einer jungen Meeresbedeckung der Salpetergebiete kann keine Rede sein,

und das gelegentliche Vorkommen ziemlich reinen Salpeters in dem jungvulkanischen Tuff von El Toro bei Maricunga liefert den sicheren Beweis für die Richtigkeit dieser Erklärung. Begreiflicher Weise hat denn diese Deutung auch in der letzten Zeit bei Forschern der verschiedensten Nationen Boden gewonnen; für mich stand sie fest, seitdem ich vor über 40 Jahren die Lagerstätte im vulkanischen Tuff bei Maricunga kennen lernte. Während fast alle Forscher, die einen vulkanischen Ursprung annehmen, die Quelle in den jungen Vulkanen der Kordillere suchen, hat Whitehead (Economic Gelogy, 15, 1920, 187), einer Anregung Lindgrens folgend, ihn in den Effusivgesteinen (Diabasen, Melaphyren, Porphyriten) der sog. Porphyritformation (Jura und Kreide) finden wollen, die in weiter Verbreitung den Untergrund der Salpetergebiete zusammensetzt. Hiergegen spricht aber, ganz abgesehen von dem klassischen Vorkommen von Maricunga, die Schwierigkeit oder Unmöglichkeit, daß sich so leicht lösliche N-Verbindungen wie Salpeter oder Ammonsalze, aus denen er entstanden sein könnte, in vulkanischen Tuffen seit der mesozoischen Zeit hätten erhalten können; ferner die Tatsache, daß keineswegs überall die mesozoischen Effusivgesteine den Untergrund der Salpetergebiete bilden. Und schließlich wäre nicht einzusehen, weshalb der Salpeter dort fehlt, wo die fraglichen Gesteine außerhalb der Salpetergebiete vorkommen und ebenfalls ein Wüstenklima herrscht. Der organische Ursprung des Salpeters, häufig aber meist in unklarer Weise begründet, erscheint völlig unzureichend in Anbetracht der gewaltigen Menge des Stickstoffs und der Tatsache, daß in einem Trockenklima, wie es zur Erhaltung des Salpeters nötig ist, die nötigen Mengen von Mikroorganismen überhaupt nicht gedeihen können.

Andererseits wird die vulkanische Entstehung des Salpeters durch das mehrfach festgestellte Zusammenvorkommen mit Borat gestützt.

Die ungewöhnlich großen Mengen von Jod (in der Form von jodsauren Salzen), die den Salpeter auszeichnen, können ebenfalls ungezwungen auf vulkanischen Ursprung zurückgeführt werden, zumal nachdem die oft herbeigezogene andere Quelle, die Tangmassen aus einer früheren Meeresbedeckung, sich als unmöglich erwiesen hat.

Erscheint ein vulkanischer Ursprung sowohl für das Borat als auch für die N-Verbindungen und das Jod ganz begreiflich und mit der Verbreitung dieser Stoffe im Einklang, so bleiben doch noch verschiedene andere Fragen, die sich damit verknüpfen, schwer lösbar. Ein derartiges Problem besteht in Art des heutigen Vorkommens des Salpeters am Rande der bolsonartigen Becken. Dieses rein örtliche Problem möge hier unerörtert bleiben, Whitehead hat sich mit ihm eingehend befaßt. Es mag nur betont werden, daß eine äolische Herkunft des Salpeters (oder wenigstens der N-Verbindungen) und eine durch geringe Niederschläge bewirkte Konzentration am Rande der Becken die tatsächlichen Verhältnisse hinreichend gut zu erklären scheint.

Weit schwieriger ist eine andere Frage zu lösen. Wenn Borat, N-Verbindung und Jod Exhalationen der Vulkanzone von Atacama sind, so können diese Stoffe aus den Vulkanen wohl nur in der Form von Borsäure, Jod und Ammoniak ausgestoßen sein. Die Borsäure brauchte sich nur mit den weit verbreiteten Natriums und Kalziumsalzen umzusetzen, um den Boronatrokalzit zu liefern. Aber die Stickstoffverbindung kann nach Analogie mit den Exhalationsprodukten heutiger Vulkane doch nur als Ammoniak oder als Ammonsalz gefördert worden sein. Um Salpeter daraus zu erzeugen, bedarf es einer sehr energischen Oxydation und diese kann im vorliegenden Falle unmöglich durch Bakterienwirkung erzeugt sein. Diese muß sich ja in einem Trockenklima rasch totlaufen. Bekanntlich tritt aber nicht nur der Stickstoff in stark oxydierter Verbindung auf, sondern im Salpeterstein findet sich auch Jod, ganz überwiegend als jodsaures Salz, und es ist darin auch ein wechselnder, aber oft recht beträchtlicher Gehalt an überchlorsauren Salzen festgestellt. In Anbetracht der bekannten allgemein reduzierend wirkenden Beschaffenheit der vulkanischen Exhalationen wie des Magmas überhaupt liegt hier also ein allgemeiner und sehr starker Oxydationsprozeß vor, und dieser ist schwer zu verstehen.

Versuchen wir uns zu vergegenwärtigen, auf welche Weise die Exhalationen dem Boden zugeführt worden sind, so können dafür nur entweder stärkere episodische Niederschläge verantwortlich gemacht werden, wie sie heute in der Wüste des südamerikanischen Westens fallen. Diese würden gerade nur ausreichen, um die alleroberste Bodenschicht zu befeuchten und ihr die ausgehauchten und durch den Wind fast ausschließlich gegen W zugeführten Stoffe zuzuführen. Oder sind es Nebelmassen, ähnlich den weit verbreiteten heutigen Garuas oder Camenchacas der Westküste gewesen, die die Exhalationsprodukte kondensierten und zu Boden schlugen? Weitere Fragen erheben sich. Hat sich die Oxydation in der Luft, auf dem Wege der Stoffe zum Boden vollzogen, vielleicht mit Hilfe dauernder stiller elektrischer Entladungen? Oder vollzog sich die Oxydation erst nachdem die Stoffe auf den Boden gelangt waren, vielleicht unter Mitwirkung gewisser Katalysatoren, die im Boden vorhanden waren?

Hier stehen wir vor Fragen, die wohl nur auf experimentellem Wege beantwortet werden können, und das wird um so leichter möglich sein, je sorgfältiger dabei die in den Salpetergebieten vorhandenen Stoffe und die besonderen Bedingungen des Gebietes berücksichtigt werden. Möglicherweise ergibt sich dabei eine neue, für die Herstellung von Salpeter auch technisch verwertbare Methode der Oxydation von Ammoniak.

Die Haloidhüte der Erzgänge in Atacama mit den örtlich gewaltig angereicherten Mengen von Jod-, den seltenen Brom- und den weitverbreiteten Chlorverbindungen von Silber, Kupfer, Blei erfahren durch die Vorstellung vom vulkanischen Ursprunge der Haloide eine einfache und befriedigende Erklärung. Nur der Vorgang der Umwandlung der ursprüng-

lich geschwefelten Erze zu Haloidverbindungen sollte auch experimentell genauer erklärt werden, als es Moesta getan hat, dem die Umbildung nur bei höheren Temperaturen gelang. Solche können schwerlich in Frage kommen, wo die Umbildung in größere Tiefen geht und eine durch Wüstenklima bedingte Temperaturerhöhung fortfällt. Eher wäre an Massenwirkung konzentrierter Lösungen zu denken. Zusammenfassend können wir sagen: Das beschränkte gemeinsame Auftreten einer Anzahl von sonst nicht allgemein verbreiteten oder gar seltenen Stoffen auf den Wüstenstreifen von Atacama erscheint in erster Linie bedingt durch das Vorhandensein einer besonderen Gesteinsprovinz (zwischen 16° und 28° S. Br.), dem Bereiche der mittleren Vulkanzone der Kordillere, die in gleicher Breite liegt. Das Magma dieser Gesteinsprovinz war besonders reich an Borsäure, Ammoniak, Jod, vielleicht auch an Chlor und Schwefeldioxyd, und diese Stoffe wurden teils in unmittelbarer Nähe der Vulkane selbst, teils durch westlich gerichtete Luftbewegungen verbreitet und durch periodische Niederschläge oder durch Nebel dem Boden zugeführt. Die Borsäure verband sich mit dem allgemein verbreiteten Kalzium und Natrium zu unlöslichem Boronatrokalzit, der in einzelnen größeren Becken (Salares) anreicherte. Die Haloide wandelten das Ausgehende der Lagerstätten geschwefelter Erze in Haloidverbindungen um, die gelegentlich bis über 100 m unter die Oberfläche hinabreichen, meist aber nur einen wenig mächtigen Hut bilden. Das Ammoniak und ein Teil der Haloide erfuhr durch besonders starke Oxydationswirkungen, deren Ursachen noch zu ermitteln sind, Umbildungen zu Salpetersäure, Jodsäure und Ueberchlorsäure, und diese verbanden sich mit den im Boden vorhandenen Alkalien und alkalischen Erden. Die Umbildung der geschwefelten Erze zu Haloiden sowie die Oxydation der Haloide und des Ammoniaks sind als besondere Wirkungen des Chemismus des Wüstenklimas zu werten. Für die heute vorhandene Konzentration vieler dieser Stoffe in besonderen Becken kommen die örtlichen Verhältnisse und die besonderen Niederschlagsvorgänge im Wüstenklima in Betracht.

Alle diese Vorgänge haben sich in einem geologisch sehr jungen Zeitabschnitte, wir dürfen wohl sagen im Alluvium, abgespielt, zu einer Zeit, wo die jetzt im Erlöschen begriffenen Vulkane sich in einer ungewöhnlich starken Exhalationsperiode befanden. Die Jugendlichkeit der Vorgänge wird weiterhin bezeugt durch die ganz oberflächliche Lagerung der im Wasser sehr leicht löslichen Salze; nirgends finden sie sich unter, stets nur auf diluvialen Absätzen. Die auch in diesen Gebieten vermehrten Niederschläge der Diluvialzeit hätten sie auch zum größten Teil beseitigen müssen.

Heinrich Rheinboldt:

Bestandteile und Funktion der Galle[1]).

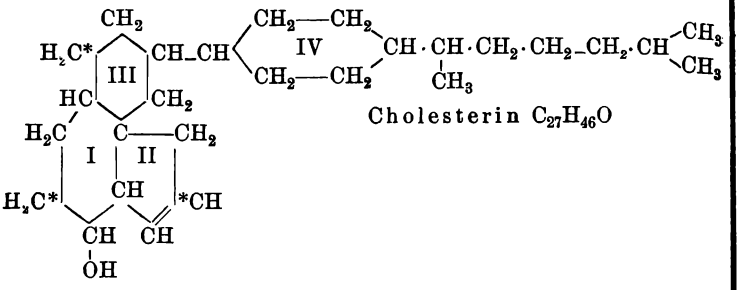
Die von der Leber sezernierte Galle gehört zu den Verdauungssäften; sie unterscheidet sich jedoch von den anderen Verdauungssäften des tierischen Körpers sehr wesentlich dadurch, daß sie keine Enzyme enthält. Dafür finden sich in der Galle in ansehnlicher Menge wohlcharakterisierte organische Verbindungen, welche ihr die Eigenschaft eines Verdauungssaftes verleihen.

Betrachten wir die Gallenflüssigkeit etwas näher, so fällt zunächst ihre ausgesprochene Färbung auf, welche durch die Gallenfarbstoffe Bilirubin $C_{33}H_{36}N_4O_6$ und Biliverdin $C_{33}H_{36}N_4O_8$ verursacht wird. Die Farbe der Galle ist je nach der Tierart, der sie entstammt, verschieden und schwankt zwischen goldgelb und blaugrün, je nachdem das gelbrote Bilirubin oder das grüne Biliverdin überwiegt. Biliverdin ist ein Oxydationsprodukt des Bilirubins; darum wird auch die frische gelbe Galle beim Stehen an der Luft grünlich. Auf der Grünfärbung durch Sauerstoff abgebende Mittel beruhen auch die wichtigsten Methoden zum Nachweis der Gallenfarbstoffe. Sowohl physiologische Versuche wie neuerdings chemische Abbaustudien sprechen dafür, daß die Gallenfarbstoffe mit dem Blutfarbstoff verwandt sind. Die Gallenfarbstoffe werden in der Leber durch Abbau des Hämoglobins gebildet, sodaß man sie als Abfallstoffe bezeichnen kann. Für den Verdauungsprozeß sind die Gallenfarbstoffe ohne jede Bedeutung; sie werden im Darminhalt durch bakterielle Reduktion weiter verändert und verursachen die Färbung von Harn und Faeces.

Ebenfalls keine Verdauungsfunktion besitzt das Cholesterin $C_{27}H_{46}O$, das seinen Namen von dem Vorkommen in der Galle erhielt, obwohl es ein regelmäßiger Bestandteil sämtlicher lebender Zellen ist und andernorts zudem viel reichlicher auftritt als in der Galle. Seine Anwesenheit in der Galle verdankt das Cholesterin dem Abbau der roten Blutkörperchen, welche etwa 0,02—0,1% Cholesterin enthalten, in der Leber. Wir können es also als Schlacke der Blutkörperchen bezeichnen, die mit dem Gallensekret aus dem Organismus entfernt werden soll. In pathologischen Fällen wird das Cholesterin allerdings in der Gallenblase in großer Menge angereichert in Form der Gallensteine, die bis zu 98% aus reinem Cholesterin bestehen können. Cholesterinsteine, die zudem die häufigste Form der menschlichen Gallensteine darstellen, sind auch das Ausgangsmaterial für die Gewinnung des Cholesterins. In chemischer Hinsicht können wir das Cholesterin charakterisieren als einen einfach ungesättigten einwertigen Alkohol der Terpenreihe; die vordem angegebene Bruttoformel ist also aufzulösen in $C_{27}H_{45}.OH$. Mit der Aufklärung der Konstitution des Cholesterins haben sich seit etwa 65 Jahren zahlreiche Forscher be-

1) Vorgetragen am 21. Juli 1924; vergl. Zeitschrift f. angewandte Chemie 37, 834 (1924).

schäftigt, ohne daß die Aufgabe bis zum heutigen Tage restlos gelöst werden konnte. Ein Formelbild, das dem heutigen Stand der Erkenntnis entspricht, ist nachstehend wiedergegeben.



Cholesterin $C_{27}H_{46}O$

In den Gallensäuren steht im Ring I anstelle der Gruppe $\cdot CH\_OH$ eine Methylengruppe $\cdot CH_2$; anstelle von $\_CH_2\cdot CH(CH_3)_2$ eine Carboxylgruppe $\cdot COOH$. Außerdem ist die Aethylenlücke $\_CH{=}CH\_$ im Ring II aufgehoben: $\_CH_2\_CH_2\_$.

Dafür besitzt die Cholsäure an den mit * versehenen Stellen 3 sekundäre alkoholische Hydroxylgruppen $\_C\overset{H}{\underset{OH}{<}}$.

In der Desoxycholsäure fehlt die Hydroxylgruppe im Ring III, bei der Lithocholsäure auch die des Rings II.

Als wichtigstes Ergebnis der neueren Untersuchungen von Windaus ergibt sich jedoch, daß das Cholesterin sehr nah verwandt ist mit den Gallensäuren. Da auch dem wirksamen Prinzip des Krötengifts, dem Bufotalin, eine ähnliche Konstitution zuzuschreiben ist, so ergibt sich die wichtige Tatsache, daß Verbindungen der Terpene, die zuvor nur aus dem Pflanzenreich bekannt waren, auch im tierischen Organismus eine bedeutende Rolle spielen. Im Darminhalt wird das Cholesterin reduziert zu Koprosterin $C_{27}H_{47}.OH$, als welches es die Faecespartikelchen verklebt. Wegen seiner verwandschaftlichen Beziehungen zu den Gallensäuren ist jedoch die Vermutung naheliegend, daß ein Teil des Cholesterins in der Leber in Gallensäuren umgewandelt wird.

Die Gallensäuren finden sich nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse in der Galle nicht in freiem Zustand, sondern in Form ihrer Natriumsalze. Durch Einwirkung hydrolysierender Agentien werden die Gallensäuren gespalten in eine Stickstoff-haltige Komponente und eine Stickstofffreie Komponente, deren wichtigste die Cholsäure $C_{24}H_{40}O_5$ ist. Nach der Natur der Stickstoff-haltigen Komponente teilt man die „gepaarten Gallensäuren" ein in zwei Klassen: 1. Glykocholsäuren und 2. Taurocholsäuren, je nachdem ob bei der Spaltung Glykokoll oder Taurin erhalten wird:

1. $C_{23}H_{39}O_3 \cdot CO\_NH \cdot CH_2 \cdot COOH \xrightarrow{+HOH} C_{23}H_{39}O_3 \cdot COOH + H_2N \cdot CH_2 \cdot COOH$
Glykocholsäure — Cholsäure — Glykokoll

2. $C_{23}H_{39}O_3 \cdot CO\_NH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot SO_3H \xrightarrow{+HOH} C_{23}H_{29}O_3 \cdot COOH + H_2N \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot SO_3H$.
Taurocholsäure — Cholsäure — Taurin

Die Stickstoff-haltigen Bausteine der gepaarten Gallensäuren stehen in naher Beziehung zu den Eiweißstoffen, und es war möglich, die gepaarten Gallensäuren aus den Spaltstücken zu synthetisieren, sodaß deren säureamidartige Verknüpfung als erwiesen anzusehen ist. Das Verhältnis von Glyko- zu Taurocholsäure ist wechselnd je nach der Tierart, der die Galle entstammt. Menschengalle enthält vorwiegend Glyko- und weniger Taurocholsäure; Hundegalle dagegen ausschließlich Taurocholsäure

Die Gallensäure-Komponente enthält ein ähnliches Grundsystem wie das Cholesterin. Die Cholsäure im speziellen besitzt anstatt der langen Seitenkette des Cholesterins eine Carboxylgruppe —COOH; das Ringsystem ist jedoch vollkommen gesättigt und trägt außerdem drei sekundäre alkoholische Hydroxylgruppen. Die Konstitutionsaufklärung der Gallensäuren wurde durch die Arbeiten von H. Wieland wesentlich gefördert, ist aber ebenso wie die des Cholesterins noch nicht abgeschlossen. Wenn man sich aus der Cholsäure die drei alkoholischen Hydroxyl-Gruppen entfernt denkt, so kommt man zu der Stammsäure der Gallensäuren, der Cholansäure $C_{24}H_{40}O_2$. Cholsäure ist demnach Trioxycholansäure. Mit Hilfe dieser Vorkenntnisse ist es uns nun möglich, die nahe Verwandtschaft der Cholsäure mit dem Cholesterin kennen zu lernen. Wenn wir in dem

Cholansäure	$C_{24}H_{40}O_2$	$C_{23}H_{39} \cdot COOH$	Cholansäure
Lithocholsäure	$C_{24}H_{40}O_3$	$C_{23}H_{38}(OH) \cdot COOH$	Monooxy-Cholansäure
Desoxycholsäure	$C_{24}H_{40}O_4$	$C_{23}H_{37}(OH)_2 \cdot COOH$	Dioxy-Cholansäure
Cholsäure	$C_{24}H_{40}O_5$	$C_{23}H_{36}(OH)_3 \cdot COOH$	Trioxy-Cholansäure

Cholesterin $C_{27}H_{45} \cdot OH$ zunächst die Aethylenlücke durch Wasserstoff ausfüllen und in diesem Reduktionsprodukt $C_{27}H_{47} \cdot OH$ die Hydroxylgruppe durch Wasserstoff ersetzen, so gelangen wir zu dem gesättigten Kohlenwasserstoff Cholestan $C_{27}H_{48}$. Wenn wir dessen Formel passend schreiben, so erkennen wir, wie daraus durch Oxydation mit Chromsäure eine Säure $C_{23}H_{39} \cdot COOH$ erhalten werden kann:

$$C_{23}H_{39}—CH_2 \cdot CH\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix} \xrightarrow{+4O} C_{23}H_{39} \cdot COOH + CO\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix} + H_2O.$$
Cholestan — Cholansäure — Aceton

Die erhaltene Säure ist dieselbe wie die, welche durch Entfernung aller Hydroxylgruppen aus der Cholsäure gewonnen werden kann, und die

wir als Stammsäure der Gallensäuren unter dem Namen Cholansäure bereits kennen gelernt haben. Das oben angeführte Schema ist dasjenige, welches der bedeutsamen Arbeit von Windaus[1]) über die „Umwandlung des Cholesterins in Cholansäure" zugrunde liegt; allerdings komplizierte sich die Untersuchung dadurch, daß man, um ein in allen Eigenschaften mit der aus Cholsäure gewonnenen Cholansäure identisches Abbauprodukt $C_{23}H_{39}$. COOH zu erhalten, in eine stereoisomere Reihe übergehen mußte.

Neben der Cholsäure finden sich in der Galle[2]) noch einige andere sauerstoffärmere spezifische Gallensäuren: die Desoxycholsäure $C_{24}H_{40}O_4$, welche als Dioxycholansäure, und die Lithocholsäure $C_{24}H_{40}O_3$, die als Monooxycholansäure zu bezeichnen ist. Letztere kommt allerdings nur in sehr geringer Menge in der Galle vor; in 100 kg Rindergalle finden sich nur 2 g Lithocholsäure gegenüber 600—800 g Desoxycholsäure und 5—6 kg Chlorsäure; die genannten Säuren stehen also zu einander im Verhältnis von 1:350:3000. Als vierte spezifische Gallensäure fand man in der Rindergalle die Choleinsäure $C_{24}H_{40}O_4$, die als ein Isomeres der Desoxycholsäure angesehen wurde. Im Jahre 1916 machten jedoch Wieland und Sorge[3]) die beachtenswerte Mitteilung, daß die lange bekannte Choleinsäure gar keine einheitliche Gallensäure ist, sondern etwa 8% einer Fettsäure enthält. Beide Forscher konnten den Nachweis erbringen, daß die Choleinsäure nach dem konstanten Verhältnis von 1 Molekül Fettsäure (Palmitin-, Stearin-, Oelsäure) zu 8 Molekülen Desoxycholsäure aufgebaut ist, indem es ihnen gelang, die Säure synthetisch aus den Komponenten zu erhalten. Auch mit einer Reihe anderer Stoffe konnten ähnliche Kombinationen der Desoxycholsäure dargestellt werden; als gemeinsame Gruppenbezeichnung wurde ihnen der Name „Choleinsäuren" gegeben.

Wenn wir uns nun die Frage vorlegen, mit was für einer Art von Verbindung wir es bei den Choleinsäuren zu tun haben, so komme ich dazu, über meine eigenen Untersuchungen auf diesem Gebiete zu berichten. Um ihnen jedoch einen Einblick in die obwaltenden Verhältnisse geben zu können, muß ich Sie bitten, mit mir zunächst einen kleinen Umweg einzuschlagen!

Wenn wir unter geeigneten Bedingungen über metallisches Calcium Ammoniak leiten, so erhalten wir eine Verbindung, die sich aus einem Molekül Calcium und 6 Molekülen Ammoniak aufbaut. Wir nennen diese Verbindung eine „Koordinationsverbindung", die wir nach der Formel I schreiben, und stellen uns vor, daß die Ammoniakmoleküle räumlich sym-

$$Ca, 6NH_3 \qquad \text{I. } [Ca\,(NH_3)_6]^{6}$$

---

1) Windaus u. Neunkirchen, Ber. Deutsch. Chem. Ges. *52*, 1915 (1919).

2) Wir betrachten im Folgenden lediglich die Rindergalle, die am besten untersucht ist.

3) Zeitschr. f. physiolog. Chemie *97*, 1 (1916).

metrisch in den Ecken eines Oktaeders um das Calcium als Zentralatom gelagert sind. Die Zahl 6 der umgelagerten Ammoniakmoleküle bezeichnen wir als die „Koordinationszahl" des Calciums.

Behandeln wir nun Calciumchlorid mit Ammoniak, so resultiert eine Verbindung aus 1 Molekül Calciumchlorid und 8 Molekülen Ammoniak. In dieser Verbindung lagern sich allerdings die Ammoniakmoleküle nicht um das geschlossene Calciumchlorid-Molekül, sondern — das hängt mit dem Krystallaufbau ausgesprochener anorganischer Salze zusammen — es fungiert das Calcium-Atom als Zentralatom, um das die Ammoniakmoleküle räumlich symmetrisch in Würfelecken gelagert sind. Wir sprechen in dieser Verbindung dem Calcium die Koordinationszahl 8 zu, und formulieren die Verbindung gemäß Formel II

$$Ca\,Cl_2,\ 8\,NH_3 \qquad \text{II.}\quad [\overset{8}{Ca}\,(NH_3)_8]\,Cl_2.$$

Aus Kupferchlorid und Ammoniak erhalten wir eine Verbindung mit 4 Molekülen Ammoniak, die wir nach III formulieren; wir nehmen an,

$$CuCl_2,\ 4\,NH_3 \qquad \text{III.}\quad [\overset{4}{Cu}\,(NH_3)_4]\,Cl_2$$

dass in ihr die Ammoniakmoleküle in den Ecken eines Tetraeders räumlich symmetrisch um das Kupfer als Zentralatom gelagert sind. Das Kupfer besitzt in dieser Verbindung also die Koordinationszahl 4.

Silberchlorid liefert eine Verbindung mit 3 Molekülen Ammoniak, der wir die Konstitution IV zuschreiben. Das Silber besitzt die Koordinations-

$$AgCl,\ 3\,NH_3 \qquad \text{IV.}\quad [\overset{3}{Ag}\,(NH_3)_3]\,Cl$$

zahl 3, und die Ammoniakmoleküle sind in der Ebene symmetrisch um das Silberatom gelagert.

Mit Silberacetat vereinigen sich 2 Moleküle Ammoniak; in dieser Ver-

$$Ag\cdot OOC\cdot CH_3,\ 2\,NH_3 \qquad \text{V.}\quad [\overset{2}{Ag}\,(NH_3)_2]\,OOC\cdot CH_3$$

bindung besitzt das Silber nach Formel V die Koordinationszahl 2.

Es sind dies die Anschauungen, die von Alfred Werner über den Aufbau anorganischer Komplexverbindungen geäußert wurden. In neuerer Zeit gelang es, diese theoretischen Ansichten objektiv zu begründen, da man mit Hilfe des Lauediagramms nachweisen konnte, daß z. B. in der Verbindung $(PtCl_6)K_2$ die Chloratome in Oktaeder-Ecken räumlich symmetrisch um das Platin als Zentralatom (mit der Koordinationszahl 6) gelagert sind.

Halten wir also aus diesen Betrachtungen fest, daß wir für den Aufbau anorganischer Koordinationsverbindungen die Koordinationszahlen 2, 3, 4, 6, 8 kennen gelernt haben; die Koordinationszahlen 5 und 7 kommen, da sie keine symmetrische Lagerung im Raume zulassen, nicht vor. Als höhere Koordinationszahl ist vielleicht die Zahl 12 anzusprechen.

In der organischen Chemie sind Koordinationsverbindungen der Art, daß ein Molekül als Koordinationszentrum für andere Moleküle wirkt,

bisher nicht bekannt geworden. Organische Molekülverbindungen sind meistens sehr einfach zusammengesetzt; in ihnen ist das Verhältnis 1 : 1 bei weitem vorherrschend. Die Carbonsäuren im speziellen — und zu diesen gehören ja sowohl die Gallensäuren wie die Fettsäuren — besitzen überhaupt wenig Neigung zu gegenseitiger Vereinigung, und in den Fällen, wo Molekülverbindungen zweier Carbonsäuren aufgefunden wurden, waren diese mit wenigen Ausnahmen nach dem Verhältnis 1:1 zusammengesetzt. Die Choleinsäuren stellen also offenbar einen ganz anderen Verbindungstyp dar, und es war die Annahme sehr nahe liegend, daß in ihnen Koordinationsverbindungen vorliegen, indem sich um die Fettsäure als Zentralmolekül die Desoxycholsäure-Moleküle räumlich symmetrisch gruppieren. In den Verbindungen mit Palmitin-, Stearin- und Oelsäure besäße die Fettsäure dann die Koordinationszahl 8.

Ein Beweis für diese Anschauung war durch die Untersuchung von Verbindungen der Desoxycholsäure mit Fettsäuren noch höheren Molekulargewichts zu erbringen. Handelte es sich unserer Annahme zufolge um Koordinationsverbindungen, so mußte die Koordinationszahl konstant 8 bleiben; eventuell war eine höhere Koordinationszahl, z. B. 12 zu erwarten. Ist die Bildung der Desoxycholsäure-Moleküle dagegen (nach der Ansicht von Wieland) lediglich abhängig von der Anzahl der CH_3. und CH_2. Gruppen in den Fettsäuren, so waren fortlaufend steigende Werte der Anzahl gebundener Desoxycholsäure-Moleküle zu erwarten. Aus den Versuchen, die ich gemeinsam mit den Herren H. Pieper und P. Zervas durchgeführt habe, ergab sich nun, daß alle Fettsäuren von der Pentadecylsäure $C_{15}H_{30}O_2$ bis zur Montansäure $C_{29}H_{58}O_2$ sich nach dem konstanten Verhältnis 1:8 mit Desoxycholsäure zu wohlkristallisierten Molekülverbindungen vereinigen (Pentadecylsäure, Palmitinsäure, Heptadecylsäure, Stearinsäure, Arachinsäure, Behensäure, Lignocerinsäure, Cerotinsäure, Cetyl-Octylessigsäure, Cerylameisensäure, Montansäure). Die vorangehenden Monocarbonsäuren $C_{14}H_{28}O_2$ bis herunter zu $C_9H_{18}O_2$ bilden Verbindungen mit 6 Molekülen Desoxycholsäure (Myristinsäure, Laurinsäure, Caprinsäure, Pelargonsäure). Eine Verbindung mit 7 Molekülen Desoxycholsäure kommt also in Uebereinstimmung mit der Koordinationslehre nicht vor. Caprylsäure $C_8H_{16}O_2$ und Heptylsäure $C_7H_{14}O_2$ scheinen Choleinsäuren im Verhältnis 1:4 zu bilden, jedoch ist deren Untersuchung noch nicht abgeschlossen, sodass die Angabe mit Vorbehalt wiedergegeben sei. Von Buttersäure $C_4H_8O_2$ ist die Verbindung 1:4 bekannt, von Propionsäure $C_3H_6O_2$ die Verbindung 1:3, von Essigsäure eine solche 1:1. Wir stoßen also bei den Choleinsäuren auf die Verbindungszahlen 2, 3, 4, 6, 8, wie sie von der Koordinationslehre gefordert werden. Ganz analog ist die Zusammensetzung der Choleinsäuren ungesättigter Fettsäuren (Undecylensäure 1 : 6, Stearolsäure 1 : 8, Behenolsäure 1 : 8), sowie von Säurederivaten (Dibrombehensäure 1 : 8, Behensäureäthylester 1 : 8, Palmitinsäurecetylester 1 : 8 u. a.). Auch die Ver-

bindungen der Desoxycholsäure mit Ketonen und Dicarbonsäuren sind nach demselben Prinzip aufgebaut.

Aus diesen Versuchsergebnissen ist der Schluß erlaubt, daß wir es bei den Verbindungen der Desoxycholsäure mit typischen Koordinationsverbindungen zu tun haben, wie sie in der anorganischen Chemie seit langem, in der organischen Chemie dagegen noch nicht bekannt waren. Zugleich erlaubten die Versuche eine Prüfung der Koordinationslehre, indem an einer fortlaufenden Reihe von Verbindungen steigenden Molekulargewichts in derselben Verbindungsklasse die Reihe möglicher Koordinationszahlen festzulegen war.

Bei diesen Verbindungen der Desoxycholsäure haben wir es mit außerordentlich großen Molekülen zu tun; die Verbindung mit Montansäure besitzt beispielsweise ein Molekulargewicht von 3577, die Verbindung mit Montanon $C_{249}H_{434}O_{33}$ ein solches von 3954. Trotzdem zeigen die Verbindungen ein ausgezeichnetes Krystallisationsvermögen, und zwar umso besser, je höher das Molekulargewicht liegt. Die Schmelzpunkte steigen von der Pelargonsäureverbindung zu der der Montansäure nur wenig an, um 24°, während die Schmelzpunkte der Säuren selbst sich um 73° unterscheiden. Schon daran erkennt man, daß die Eigenschaften der als Zentralmolekül fungierenden Komponente stark zurücktreten; dies kommt noch deutlicher zum Ausdruck dadurch, daß die Choleinsäuren stark und übelriechender Komponenten vollkommen geruchlos sind.

Eine wichtige Eigenschaft der Choleinsäuren, die von Wieland entdeckt wurde, besteht nun darin, daß sie unverändert in den Salzzustand übergehen. So bildet die Stearincholeinsäure ein einheitliches Bariumsalz, das in Alkohol spielend löslich ist und aus verdünntem Alkohol in schönen Kristallen erhalten werden kann, während das Bariumsalz der Stearinsäure in Alkohol vollkommen unlöslich ist. Die Alkalisalze der Choleinsäuren sind allerdings noch unbekannt; aber wenn man z. B. die Verbindung von Desoxycholsäure mit Naphthalin (2:1) mit einer wässrigen Lösung von Natronlauge oder Soda behandelt, so erhält man eine klare Lösung, obwohl das Naphthalin in Wasser vollkommen unlöslich ist. Auch kann man eine feine Suspension von Naphthalin oder anderen unlöslichen Stoffen in Wasser durch Zugabe einer Lösung von desoxycholsaurem Natrium vollkommen in Lösung bringen. Daraus muß man schließen, daß die Alkalisalze der Choleinsäuren eine gewisse Beständigkeit besitzen. Dieselbe Wirkung kann man auch mit den Alkalisalzen der gepaarten Desoxycholsäuren erzielen, auch mit gepaarten Cholsäuren und mit der Gallenflüssigkeit selbst.

M. D. u. H! Diese lösende Kraft der gallensauren Salze, die also auf der Bildung von Verbindungen vom Typus der Choleinsäuren beruht, ist es nun, die der Galle die Eigenschaft eines Verdauungssaftes verleiht!

Die moderne Stoffwechselphysiologie ist zu der Anschauung gekommen, daß alle Stoffe, die dem Organismus vom Magen-Darmkanal aus zu-

geführt werden sollen, zunächst in wasserlösliche Form übergeführt werden müssen, ehe sie von der Darmwand resorbiert werden können. Diese Aufgabe besorgen im Verdauungsprozeß die hydrolysierenden Fermente (Amylasen-Proteasen-Lipasen). Während durch diese hydrolytische Spaltung Eiweißstoffe und Kohlenhydrate in wasserlösliche Stoffe verwandelt werden, trifft dies für die dritte Gruppe der Hauptnahrungsstoffe, die Fette, nicht zu. Diese werden zwar durch die Lipasen, besonders das Steapsin des Pankreas, auch hydrolytisch gespalten, aber dabei entstehen neben dem wasserlöslichen Glycerin wasserunlösliche Fettsäuren, die etwa 7/8 der gesamten Fettmasse ausmachen. Hier greift nun das Choleinsäureprinzip ein, das besagt, daß die unlöslichen Fettsäuren unter der Einwirkung der Gallensäuren als wasserlösliche Salze von Choleinsäuren in Lösung gehen. Diese Anschauung wird durch die klinische Beobachtung gestützt, daß, wenn durch krankhafte Vorgänge der Ausfluß von Galle in den Darm gehemmt ist, die Fette nicht resorbiert werden, sondern den Organismus mit den Faeces verlassen. Auch die Tatsache, daß die Wirksamkeit der Darmlipase durch Gallensalze stark gesteigert wird, läßt sich nach demselben Prinzip erklären, wenn man annimmt, daß das Fett, als Choleinat gelöst, der Einwirkung des Enzyms zugänglicher ist; vielleicht wird auch das an sich unlösliche Steapsin in eine lösliche Verbindung übergeführt. Eine sehr merkwürdige physiologische Beobachtung ist ferner, daß die Spaltstücke der Fette unmittelbar nach ihrer Resorption bereits in der Darmwand wieder zu Fett vereinigt sind; vom chemischen Standpunkt aus erscheint auch die Resorption von ungespaltenem Fett möglich, zumal wir sowohl aus Kuhbutter wie aus Margarine („Solo") Choleinsäuren darstellen konnten.

Das Choleinsäureprinzip gibt auch die Erklärung für andere Fragekomplexe. So erschien es unerklärlich, warum Strychnin, Chinin oder andere Alkaloide — in Form ihrer Salze per os gegeben — so rasch zur Wirkung kommen können, da durch den alkalischen Darmsaft aus den wasserlöslichen Salzen die unlöslichen freien Basen entstehen müssen. Auch hierfür ist die wahrscheinlichste Erklärung, daß die unlöslichen Alkaloide als Choleinate die Darmwand passieren.

Ich will meine Betrachtungen beschließen mit dem Hinweis, daß auch die Technik von dem Choleinsäureprinzip Gebrauch macht, sei es um gewisse unlösliche Stoffe in Lösung zu bringen („Curacid" Boehringer) oder zur Verabreichung unlöslicher Arzneistoffe per os („Cadechol" Boehringer) [1]) oder zur Bekämpfung der Gallensteinleiden.

---

1) Sowie „Camphochol" Riedel, eine analoge Verbindung mit der von Boedecker künstlich dargestellten Apocholsäure. Diese Säure verhält sich, wie auch aus unseren Versuchen hervorgeht, ganz entsprechend der Desoxycholsäure. Fr. Boedecker, Ber. Deutsch. Chem. Ges. *53*, 1852 (1920).

Unsere eigenen Untersuchungen auf diesem Gebiete werden an anderer Stelle ausführlich veröffentlicht werden. Ich benutze jedoch die Gelegenheit, auch an dieser Stelle der Firma C. H. Boehringer-Sohn, Niederingelheim, sowie vor allem Herrn Dr. F. Boedecker, Direktor der Chemischen Fabrik J. D. Riedel-Berlin, welche mir das Ausgangsmaterial für unsere Untersuchungen bereitwilligst zur Verfügung stellten, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Sitzung vom 5. November 1924.

Vorsitzender: Herr Steinmann. 1. Herr Schmidt. „Entwicklungsmechanische Analyse abnormer Chiridota-Rädchen"

Herr Otto Wilckens:

Niederrheinische Flugsandbildungen.

Wie an anderer Stelle[1]) ausführlicher dargelegt, ist der sogenannte „Decksand" der Wahner Heide, des Finkenberges und Ennerts bei Bonn und der „Sand", den E. Kaiser bei der Kartierung des Blattes Siegburg ausgeschieden hat, eine Flugsandablagerung, die räumlich und zeitlich nichts mit der Bildung des Lößes zu tun hat, sondern im Altalluvium unter dem Einfluß westlicher Winde entstanden ist, als der Rhein sich in die Niederterrasse eintiefte. Der „Decksand", bisher als diluvial bezeichnet, und die Dünen unserer Gegend sind gleich alt und gehören jenen großen binnenländischen Flugsandgebieten an, die in Norddeutschland so weit verbreitet sind. Es handelt sich um fossile Bildungen, deren Entstehung Vegetationsarmut und trocknes Klima zur Voraussetzung hatte. Diese Bedingungen waren in der Dryaszeit gegeben, die der Befreiung des deutschen Bodens von der Inlandeisbedeckung folgte.

Die Bestimmung des Alters der niederrheinischen Flugsandbildungen ermöglicht zum ersten Male eine Parallesierung norddeutscher Quartärablagerungen mit rheinischen. Sie ermöglicht ferner eine Anwendung der von den skandinavischen Geologen geschaffenen Geochronologie des jüngsten Abschnittes der Erdgeschichte[2]) auf das Rheingebiet und gestattet die Angabe, daß die Entstehung der rheinischen Flugsande etwa in der Zeit zwischen 6500 und 6000 v. Chr. erfolgt sein muss.

---

[1]) Altalluviale Flugsandbildungen am Niederrhein. — Geologische Rundschau XV, S. 289 – 300. 1924.

[2]) Vergl. A. G. Högbom, Fennoskandia (Handbuch der regionalen Geologie, herausgegeben von G. Steinmann und O. Wilckens IV, 3) S. 114.

Sitzung vom 10. Dezember 1924.

Vorsitzender: Herr Krüger. Herr Dahm:

Pflanze und Reaktion ihres Substrates.

(Gekürzt veröffentlicht.)

Zahlreiche Untersuchungen sind in der letzten Zeit ausgeführt worden, die die Beziehung der Pflanze zur Reaktion ihres Substrates zum Gegenstand haben. Daß letzthin gerade so viel auf diesem Gebiet gearbeitet worden ist, dürfte wohl ein Beweis dafür sein, welche Bedeutung man heute diesem Forschungszweige beimißt. Ermöglicht wurden diese Arbeiten erst dadurch, daß, in der Hauptsache von Michaelis und Sörrensen, Methoden ausgearbeitet wurden, um die Wasserstoffionenkonzentration zu messen. Da nun die Bodenreaktion direkt durch die vorhandenen Wasserstoffionen bedingt wird, so hat man in deren Messung ein vorzügliches Mittel an der Hand, um sich ein genaues Bild von dem Säure- bezw. Alkalitätsgrad eines Bodens zu machen. Es soll nun im folgenden meine Aufgabe sein darzulegen, wie wir uns nach den neueren Arbeiten die Beziehung der Pflanze zur Reaktion ihres Substrates zu denken haben. Zwei Fragen liegen in der Hauptsache den auf diesem Gebiete ausgeführten Untersuchungen zu Grunde: I. Welchen Einfluß hat die Reaktion auf die Pflanze? II. Wie verändert die Pflanze die Reaktion ihres Substrates während ihres Wachstums?

I.

Man glaubte früher, daß die neutrale Bodenreaktion für die Pflanze am günstigsten sei; neuere Untersuchungen haben aber gezeigt, daß jede Pflanze einen gewissen ph-Bereich bevorzugt. Dabei kann man ein Minimum, ein Maximum und ein oder mehrere Optima unterscheiden; vergl. u. a. die Zusammenstellungen bei O. Arrhenius (3) S. 12 und F. Chodat (14) S. 26 ff, ferner O. C. Bryan (13). Wenn auch die Ergebnisse der verschiedenen Forscher für die gleichen Pflanzen nicht immer einheitlich sind, so dürften sie, wie erwähnt, doch soviel zeigen, daß es eine für jede Pflanze optimale Substratreaktion gibt und daß diese vielfach nicht die neutrale ist.

Zahlreiche Autoren gehen so weit, der Bodenreaktion eine große Bedeutung für die Verteilung der Gewächse auf der Erde zuzuschreiben. So sollen nach Arrhenius (3) S. 12 die Zwergstrauchformation auf stark saurem, die Kräuter auf fast neutralem Boden stehen, die Gräser eine Mittelstellung einnehmen. Arrhenius will aus der Formation direkt die Bodenreaktion bestimmen können. Wenn auch nun tatsächlich in zahlreichen Fällen gezeigt worden ist, daß gewisse Formationen immer auf Böden von derselben Reaktion vorkommen, so spricht das doch, wie Arrhenius glaubt (3) S. 12, noch keineswegs dafür, daß die Verteilung der Pflanzenassoziationen von der Bodenreaktion abhängig ist. Es ist doch

wohl in zahlreichen Fällen nicht daran zu zweifeln (z. B. bei der Zwergstrauchformation und den Sphagneten), daß die Reaktion durch die Lebensfunktion der Pflanzen sekundär auf den gefundenen Wert verschoben worden ist. Auch bin ich im Gegensatz zu Arrhenius der Meinung, daß man aus der geologischen Formation einen gewissen Rückschluß auf den ph-Wert des Bodens ziehen kann. Für die Bodenreaktion der genannten beiden Pflanzenformationen hat allerdings die geologische Formation wenig Bedeutung. Das rührt aber daher, daß sowohl die Zwergstrauchformation wie auch das Sphagnetum über dem Urboden eine neue Decke gebildet haben, die nun allein für das Zustandekommen der Bodenreaktion maßgebend ist. Bei den meisten Mineralböden werden aber die Verhältnisse so liegen, daß letzten Endes die mineralische Zusammensetzung des Bodens für dessen Reaktion ausschlaggebend ist. Diese stellt aber nur einen der für die Ansiedlung der Pflanzen wichtigen Faktoren dar, der aber nicht konstant ist, sondern infolge von Einwirkung äußerer Umstände (Feuchtigkeit, Durchlüftung, Kohlensäure u. a. m.) dauernden Schwankungen unterworfen ist, die um so größer sein werden, je weniger der Boden gepuffert ist.

Bei Besprechung der Bodenreaktion und ihrer Bedeutung für die Verteilung der Gewächse seien von wichtigen Arbeiten auf diesem Gebiete vor allem noch die von C. Olsen (32) und F. Chodat (14) erwähnt. Olsen hat in ausgedehnten Landstrichen Dänemarks den ph-Wert des Bodens untersucht und dabei weitgehende Uebereinstimmung zwischen Bodenreaktion und Pflanzenwuchs festgestellt. Chodat hat derartige Untersuchungen in der Nähe des Genfer Sees vorgenommen und gibt für zahlreiche Arten den ph-Bereich des Bodens an, innerhalb dessen sie vorkamen. So fand er z. B. Sphagnum auf saurem Boden. Das ist eine Tatsache, die ich auch selbst immer bestätigt gefunden habe. Besonders auffallend war das im Walde südwestlich von Bergisch-Gladbach. Bei Wassertümpeln, die nur wenige Schritte auseinander lagen, enthielten die einen Sphagnum; deren Wasser zeigte mit Bromthymolblau Gelbfärbung, sie waren also sauer. Das Wasser von anderen Tümpel, die kein Sphagnum enthielten, färbte dagegen den genannten Indikator blau, sie waren also zum wenigsten schwach-alkalisch. Dieser Befund kann ja auch nicht wunder nehmen, nachdem u. a. Paul (33) und Mevius (28, 29) gezeigt haben, daß Sphagnum gegen Alkalien besonders empfindlich ist. Zusammenfassend kann man über die ökologische Bedeutung der Bodenreaktion sagen, daß sie sicher ein für die Ansiedlung von Pflanzen wichtiger Faktor ist, wie weitgehend ihre Bedeutung aber ist, darüber gestatten die vorliegenden Untersuchungen noch kein klares Bild.

Welcher Art sind nun aber die Einflüsse der Bodenreaktion oder besser der H- und OH-Ionen auf die Pflanze? Wir müssen dabei zwei verschiedene Möglichkeiten ins Auge fassen: eine direkte und eine indirekte Wirkung. Bei der direkten muß man zunächst daran denken, daß die Löslichkeit der

Pflanzeneiweißstoffe stark von der Reaktion des Lösungsmittels abhängig ist, worauf auch Chodat (14) hinweist. Da die Eiweiße Ampholyte sind, so haben sie einen isoelektrischen Punkt, an dem sie besonders leicht ausflocken. Nun liegen die isoelektrischen Punkte vieler untersuchter Eiweißverbindungen zwischen ph 4 und 5. Bringen wir nun eine Pflanze in eine Lösung von dieser H-Ionenkonzentration, so könnten die H-Ionen auf die Eiweiße des Plasmas derart wirken, daß sie diese ausfällen. Danach müßte der Tod oder wenigstens eine schwere Schädigung der Pflanze eintreten, wenn man sie in H-Ionenkonzentrationen bringt, durch die der isoelektrische Punkt ihrer Eiweißverbindungen erreicht wird. Untersuchungen in dieser Richtung fehlen noch fast gänzlich. Eine Arbeit von Addoms (1) mag hier erwähnt werden, die vielleicht für die von Chodat geäußerte Auffassung zu sprechen scheint. Bei Dunkelfeldbeleuchtung untersuchte er die Wurzelhaare von Weizenkeimlingen. Bei ph 3,9—4 war das Plasma noch normal, bei ph 3,85—3,68 trat Vakuolenbildung auf; bei ph 3,6 sah Addoms Koagulation und bei ph 3,47 starke Koagulation. Diese Ergebnisse machen vielleicht auch die Angaben anderer Autoren (6, 13) verständlich, die zwischen 3,5 und 4 die Grenze für das Wachstum zahlreicher Kulturgewächse fanden. In eigenen Beobachtungen habe ich das bestätigt gefunden. Maispflanzen zeigten in Nährlösung mit dem ph-Wert 3,4—4 nur geringes Wurzelwachstum. (Vgl. später Tabelle 2.) Dieses wurde erst wieder üppiger, nachdem die Pflanze den ph-Wert der Nährlösung bis auf über 4 verschoben hatte.

Hier sollen weiter noch einige Versuche von Arrhenius[1]) erwähnt werden, in denen er feststellte, daß bei Wasserkulturen mit Weizen und Rettich in Lösungen mit verschiedenen H-Ionenkonzentrationen das Maximum für das Wachstum mit dem Minimum für die Salzaufnahme zusammenfällt. Auf Grund dieser Tatsache und an Hand eigener Versuche mit Sphagnum kommt Mevius (29) zu der Auffassung, daß die Schädigung von Pflanzen in Lösungen mit ungünstiger H-Ionenkonzentration keine direkte Wirkung der H- und OH-Ionen ist. Diese sollen vielmehr die Permeabilität der Plasmaschicht erhöhen, wodurch eine Ueberschwemmung des Protoplasten mit anderen in der Lösung befindlichen Ionen herbeigeführt wird.

Chodat faßt weiterhin die Möglichkeit ins Auge, daß die Reaktion des Substrates die Reaktion des Zellinneren beeinflussen könnte. Hierbei wäre die Wasserstoffionenkonzentration für die in der Zelle sich abspielenden Enzymvorgänge von größter Bedeutung, eine Möglichkeit, die auch Atkins (8) in Erwägung zieht. Nun fand aber Arrhenius[2]) durch Messungen an lebenden Zellen, daß ph des Zellsaftes im weitesten Maße von der Reaktion des Mediums unabhängig ist. Dieser Befund

---

[1]) vgl. Journ. gen. phys. 1922. 5, 81.
[2]) Zitiert bei Mevius (29).

spricht aber gegen eine Beeinflussung der Enzymvorgänge in den Zellen durch die Reaktion des Substrates, wenigstens soweit sie sich im Zellsaft abspielen. Wie weit andererseits die Reaktion des Plasmas durch die des Mediums verändert werden kann, darüber wissen wir leider noch nichts Bestimmtes.

Außer einer direkten Beeinflußung der Pflanze durch die Bodenreaktion kommt alsdann noch eine indirekte in Frage. Dabei muß man in erster Linie an die Löslichkeitsverhältnisse der Salze im Substrat denken. So finden sich in der neueren Literatur eine Fülle von Angaben über die Abhängigkeit der Löslichkeit der Mineralien vom ph-Wert der Lösung. Hier ist wieder vor allem die Löslichkeit des Eisens und dessen Aufnahme bei verschiedenen H-Ionenkonzentrationen geprüft worden. Diese eingehenden Untersuchungen über die Eisenaufnahme sind deshalb vorgenommen worden, weil bei Nährlösungsversuchen gerade das Aussuchen der Eisenquelle die größte Schwierigkeit bereitet. Denn die Eisensalze werden gewöhnlich durch die ebenfalls in der Lösung befindlichen Phosphate gefällt. Wenn man Wasserkulturen in einer der bekannten Nährlösungen ansetzt, so sieht man in der Regel im Anfang die Pflanzen gut gedeihen. Es bilden sich mehrere wohlentwickelte Blätter. Nach 3—4 Wochen macht man aber häufig die Beobachtung, daß die jetzt entstehenden Blätter chlorotisch sind. Das genaue Studium der Chlorose in Nährlösungen ist durch von der Crone (15) akut geworden, der im Jahre 1902 in einer Sitzung dieser Gesellschaft darüber berichtete, daß er in Nährlösungen, die Eisenphosphat neben anderen löslichen Phosphaten enthielten, Chlorose auftreten sah. Ein Hinzufügen von weiterem Eisen heilte diese nicht. Eingehende Versuche des Forschers (16), die hier Klarheit schaffen sollten, ergaben, daß bei Eisenphosphat als Eisenquelle keine Chlorose auftrat, wenn außer diesem auch die anderen Phosphate in Form unlöslicher Salze zugesetzt wurden. Von der Crone nahm daher an, daß die Chlorose durch die in

Tabelle 1.

Verwandte Nährlösungen.

	gr pro Liter	
	v. d. Cronesche	modifizierte v. d. Cronesche
Magnesiumsulfat	0,5	0,5
Kaliumnitrat	1,0	1,0
Kaliummonophosphat	—	0,33
Kaliumtriphosphat	0,25	—
Kalksulfat	0,5	0,5
Ferrophosphat	0,25	0,25
Phosphorsäure (1 molig)	—	1 ccm

der Lösung vorhanden gewesenen löslichen Phosphate verursacht worden sei. Er stellte eine neue Nährlösung zusammen, die nur unlösliche Phosphate enthielt und heute noch unter dem Namen von der Cronesche Nährlösung im Gebrauch ist. (Vgl. Tabelle 1.) Benecke (11) zeigte später, daß die bei von der Crone erwähnte Chlorose dadurch verursacht worden war, daß die löslichen Phosphate die Löslichkeit der Eisensalze herabgesetzt hatten. Er sah Maispflanzen in der von der Croneschen Nährlösung ebenfalls zur Chlorose neigen und beugte ihr durch Hinzufügen einiger Tropfen Salpetersäure vor. Die Ansicht Beneckes über die Verminderung der Eisenlöslichkeit ist zwar später angezweifelt worden (18), da Benecke bei seiner Versuchsanordnung auch kolloidales Eisen als echt gelöst habe finden müssen. Allerdings könnte man ja daran denken, daß die Pflanze das Eisen auch in kolloidaler Form aufzunehmen imstande ist[1]).

Detmer (17) berichtet, daß sein Schüler Schleichert mit der von der Croneschen Nährlösung die besten Ergebnisse erzielt habe. Appel (2) hat in von der Croneschen Nährlösung Maispflanzen züchten können, die während des ganzen Wachstums dunkelgrüne Blätter zeigten und reife Kolben mit keimungsfähigen Samen ergaben.

Ich habe selbst in von der Croneschen Nährlösung häufig Chlorose auftreten sehen und bin der Frage nach deren Ursachen nachgegangen. Zahlreiche Arbeiten der neueren Zeit (u. a. 10, 18, 20, 21, 22) hatten erwiesen, daß ein direkter Zusammenhang besteht zwischen Reaktion der Nährlösung, Löslichkeit des verwandten Eisensalzes und Auftreten von Chlorose. Tottingham und Rankin (41) machten genaue Messungen über die Abhängigkeit der Eisenlöslichkeit von ph ihrer Nährlösungen. Es ergab sich, daß höhere H-Ionenkonzentration die Löslichkeit gewisser Eisensalze bedeutend erhöht. Knop (25) hatte gute Erfahrungen damit gemacht, wenn er zur Vermeidung der Chlorose der Nährlösung Phosphorsäure zusetzte. Ich nahm daher Versuche vor, bei denen ich die von der Cronesche Nährlösung ebenfalls mit Phosphorsäure ansäuerte, weil ich mir davon eine Erhöhung der Eisenlöslichkeit versprach. Daß diese tatsächlich durch Zusatz von Phosphorsäure bei der von der Croneschen Nährlösung einzutreten scheint, kann man mit der von Benecke (11) benutzten Methode nachweisen. Wie weit es sich auch hier um kolloidal gelöstes Eisen handelt und wie weit dieses bei der Pflanze das echt gelöste ersetzen kann, muß dahin gestellt bleiben. Außer dem Zusatz der Phosphorsäure nahm ich noch eine weitere Aenderung an der von der Croneschen Nährlösung vor. (Vgl. Tabelle 1.) Ich benutzte nämlich an Stelle des tertiären Calciumphosphat das primäre

1) Die Versuche von Gile P. S. und Carrero J. O. Journ. agr. res. 3, 205 scheinen mir nicht dagegen zu sprechen, da die Wachstumsunterschiede in den Versuchen auch durch verschiedene H-Ionenkonzentration hervorgerufen worden sein können.

Natriumphosphat. Durch den Zusatz der Phosphorsäure wäre das erstere ohne dies in das primäre Salz verwandelt worden. Dadurch wäre eine unverhältnismäßig starke Erhöhung der Calciumionen eingetreten, während so nur eine geringe Erhöhung der K-Ionen eintrat. Ich brachte nun 5 Maispflanzen in diese modifizierte von der Croneschen Nährlösung. Außerdem wurden 2 Kontrollpflanzen in einfacher von der Croneschen Nährlösung angesetzt. (Vgl. Tabelle 2.)

Tabelle 2.

angesetzt am 25. 4.	1—5 modifizierte v. d. Cronesche Nährlösung					6 und 7 v. d. Cronesche Nährlösung	
	Versuch-Nummer					Versuch-Nummer	
Datum	1	2	3	4	5	6	7
26. 4. ph	Versuche 1—5 3,4					6 u. 7 6,5	
29. 6. ph	dgl.					dgl.	
3. 5. ph	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	6,85	6,5
	Wurzelwachstum beim Eintritt in die Nährlösung bedeutend verringert.					Wurzelbildung reichlich	
12. 5. ph	4,0	3,96	3,96	3,85	3,85	6,85	6,85
	Zahlreiche verzweigte Haupt- und Nebenwurzeln, Wurzelbildung reichlicher, aber noch nicht so üppig wie bei 6 und 7.					Üppiges Wurzelwachstum, Sproß stärker entwickelt als bei 1—5, aber stark chlorotisch	
13. 5.						25 mg Eisencitrat zugesetzt	1 ccm molige Phosphorsäure zugesetzt. Ph. nachher 5,5
20. 5. ph	4,2	4,2	3,9	4,0	4,0	6,8 chlorotisch, nochmals 25 mg Eisencitrat zugesetzt	6,6
4. 6. ph	5,5	6,5	6,4	5,9	6,1	6,6 chlorotisch	6,5
	Sprosse und Wurzeln üppiger wie bei 6 und 7.						

Nach 2 Wochen waren die Pflanzen in der von der Croneschen Nährlösung vollkommen verblaßt, während die anderen 5 Pflanzen in der modifizierten Lösung dunkelgrüne Blätter aufwiesen. Es wurde nun zu der in einer von der Croneschen Nährlösung stehenden Pflanze N. 6 25 mg Eisencitrat hinzugefügt, das ja nach Tottingham

und Rankin (41) besonders leicht löslich ist. Ph der Nährlösung änderte sich durch diesen Zusatz nicht, aber am 20. 6. trat wieder Chlorose ein. Eine abermalige Zugabe von 25 mg Eisencitrat heilte diese wieder vorübergehend. Zu der Maispflanze N. 7, die in von der Croneschen Nährlösung stand, wurde am 13. 5. 1 ccm molige Phosphorsäure zugesetzt, wodurch der ph-Wert von 6,85 auf 5,35 gebracht wurde. Am 14. 5. begann die Pflanze zu ergrünen und blieb grün bis zum Ende des Versuches. Wie schon erwähnt, blieben die in der modifizierten Nährlösung stehenden Pflanzen während des ganzen Wachstums grün. Ich habe bis zur Blüte der Pflanzen keine Nährlösung nachgefüllt, sondern die fehlende Flüssigkeit nur mit destilliertem Wasser ergänzt, um die ph-Werte besser beobachten zu können. Auf diese komme ich an einer anderen Stelle nochmals zurück. Nach dem Aufblühen habe ich die Versuche alsdann abgebrochen. Die in der sauren modifizierten Nährlösung stehenden Pflanzen waren am Ende des Versuches etwa doppelt so stark entwickelt wie die in der neutralen von der Croneschen gewachsenen. Diese hatten durch die Chlorose stark gelitten und wären wohl ganz zugrunde gegangen, wenn nicht die Gabe Eisen bezw. Säure zugefügt worden wäre. Meine Befunde, daß die saure Nährlösung der fast neutralen vorzuziehen ist, stehen im Gegensatz zu den Ansichten von Toole und Tottingham (40). Diese Autoren fanden nämlich, daß bei Gerste und Bohnen der Ertrag in Nährlösungen anstieg, wenn man zu der sauren Knopschen Nährlösung Eisenhydroxyd zusetzte. Sie suchten die Wirkung des Zusatzes in der Neutralisation der Nährlösung, die ihrerseits die Wachstumsförderung hervorgerufen haben soll.

Ich möchte nun noch die Frage aufwerfen, wie es kommt, daß die Resultate mit ein und derselben Nährlösung bei den einzelnen Forschern so verschieden sind. Zur Erklärung kann man 3 Möglichkeiten ins Auge fassen. 1. Der Eisengehalt des Samens kann großen Schwankungen unterworfen sein. Es ist ja zur Genüge bekannt, daß der Aschengehalt von Pflanzen und Pflanzenteilen sehr verschieden ist, je nach der Beschaffenheit des Bodens, auf dem die Pflanze wächst (vgl. z. B. für Calzium bei Schimper (38) S. 110). 2. Der Eisengehalt der verwendeten Salze kann eine große Rolle spielen. So fand Ruhland (36) in den „reinsten" noch genügend Eisen, um seine Wasserstoffbakterien darin züchten zu können. 3. Der Kohlendioxydgehalt des Wassers kann verschieden groß gewesen sein, was für die Löslichkeit der Eisensalze von Bedeutung ist, wie ja schon Benecke (11) gezeigt hat. Denkt man sich nun alle diese Faktoren einmal in dem für die Eisenaufnahme günstigem Sinne, das andere Mal im ungünstigen Sinne verschoben, so lassen sich die verschiedenen Ergebnisse mit der von der Croneschen Nährlösung vielleicht erklären. Im übrigen dürfte die von der Crone-sche Nährlösung sehr an Bedeutung verloren haben, seit man weiß, daß die neutrale Reaktion bei vielen Pflanzen nicht die optimale ist und daß

die Löslichkeit der Eisensalze meistens bei Vermehrung der H-Ionen zunimmt.

Auf der alkalischen Seite liegen die Verhältnisse für die Eisenlöslichkeit noch viel ungünstiger. Denn hier ist alles Eisen als Hydroxyd gefällt. Daß die OH-Ionen wirklich durch Ausfällen des Eisens aus der Nährlösung wirken, zeigen Versuche von Gile und Carroro (18). In Nährlösungsversuchen gedieh Reis bei alkalischer Reaktion gut, wenn man nur nebenbei Eisenweinstein, ein in Gegenwart von OH-Ionen beständiges Eisenkomplexsalz, als Eisenquelle bot. Die OH-Ionen wirkten hier also nicht als solche, sondern nur durch Ausfällung der Eisensalze.

Die Bedeutung der Bodenreaktion bei der Eisenaufnahme der Pflanze ergibt sich weiter aus dem Zustandekommen der Blütenfarbe der Hortensie. Atkins (9) konnte zeigen, daß in der Regel die rotblühenden Exemplare auf alkalischem Boden vorkommen, die blaublühenden dagegen auf saurem Boden wachsen. Bei der Analyse der Asche der blauen Blüten ergaben sich 140 pro Million Eisen, bei den roten dagegen nur 60 pro Million. Wenn also die Bodenreaktion günstig ist, so wird viel Eisen aufgenommen, die Blüten werden blau; ist die Reaktion ungünstig, so ist die Eisenaufnahme gering, die Blüten werden rot. Die alte Gärtnerpraxis, Eisennägel in die Hortensientöpfe zu legen, um blaue Blüten zu erzeugen, hat damit auch ihre exakte wissenschaftliche Erklärung gefunden. Danach müßte man auch bei Ansäuerung der Erde (wodurch ja die Eisenlöslichkeit in der Erde erhöht wird) blaue Hortensienblüten erhalten können. Ob solche Versuche schon ausgeführt worden sind, ist mir nicht bekannt, doch ist es eine alte Gärtnererfahrung, daß Hortensien auf gewissen Moorböden blau blühen, was wahrscheinlich auch als eine Folge der sauren Reaktion dieser Böden zu betrachten ist. Vielleicht wirkt auch der Zusatz von Aluminiumsalzen, mit dem Molisch (31) bei roten Hortensienblüten Blaufärbung erzielte, nur durch Ansäuerung des Substrates.

Die erwähnten Versuche haben wohl zur Genüge gezeigt, wie sehr die Löslichkeit der Eisensalze von der Bodenreaktion abhängig ist. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei zahlreichen anderen Mineralien, z. B. bei den Phosphaten, doch soll darauf nicht weiter eingegangen werden.

Weiter ist die Bodenreaktion von größter Bedeutung für das Leben der Mikroorganismen. Diese bevorzugen nämlich wie die höheren Pflanzen eine bestimmte H-Ionenkonzentration. So sind u. a. für Azotobakter chroococcum zahlreiche Untersuchungen angestellt worden. Dieser Organismus, der deshalb so wichtig ist, weil er den Stickstoff der Luft zu assimilieren vermag, hat sein Optimum zwischen ph 6 und 7. Fehlt er im Boden, so bedeutet das für diesen eine Verarmung an Stickstoff. Damit wird auch das Leben der höheren Pflanzen immer schwieriger. Wir haben also hier neben einer direkten Wirkung der Bodenreaktion auf die niedrigen Pflanzen zugleich eine indirekte auf die höheren. Nun weiß man aber, daß außer Azotobakter noch zahlreiche andere Mikroorganismen für das

Leben der höheren Pflanzen von Bedeutung sind. Neuerdings konnten Stoklasa und seine Mitarbeiter (39) zeigen, daß in Kulturen mit gemahlenem Basalt, Gneis, Gafsaphosphat und mit Phonolith bei Halmfrüchten die Ernte gesteigert war, wenn die Kulturen mit Bakterien der Rhizosphären dieser Organismen im Freiland geimpft werden. Daher läßt sich allgemein sagen: Wenn die Reaktion des Bodens für die Mikroorganismen ungünstig ist und diese fehlen, so leiden auch wieder die höheren Pflanzen darunter.

Es bleibt noch zu erwähnen, daß die Bodenreaktion das Auftreten von Pflanzenkrankheiten günstig oder ungünstig beeinflussen kann. Hopkins (19) fand, daß Weizenschorf bei den Pflanzen am wenigsten auftrat, die auf Boden mit ph 5,5—6 wuchsen. Eine interessante Feststellung will neuerdings Arrhenius (5) gemacht haben. Rostunempfindliche Weizensorten sollen nämlich mehr H-Ionen im Zellsaft haben als die anderen.

II.

Nachdem wir gehört haben, wie die Bodenreaktion das Pflanzenwachstum beeinflußt, komme ich zur zweiten Frage: Wie beeinflußt die Pflanze die Bodenreaktion? Auch über diese Frage finden sich in der neueren Literatur zahlreiche Arbeiten. Bei den von mir ausgeführten Versuchen (Tabelle 2) sahen wir schon, daß in Wasserkulturen der ph-Wert durch die Versuchspflanze verschoben werden kann. Es fragt sich nun, wodurch das veranlaßt wird. Man könnte ja zunächst daran denken, daß die Pflanze aus ihren Wurzeln einen Stoff ausschiede, hier also einen alkalisch reagierenden. Das ist aber nicht der Fall, wie man durch Analysen der Versuchsflüssigkeit vor und nach dem Versuch zeigen kann. Vielmehr ist für die Verschiebung die elektive Auswahl der verschiedenen Ionen bei der Aufnahme das Entscheidende. Bietet man den Pflanzen zum Beispiel den Stickstoff als NO_3, wie in den Versuchen (Tabelle 2), so wird ph der Lösung zum Neutralitätspunkt hin verschoben. Das Anion NO_3 wird von der Pflanze schneller aufgenommen als das zugehörige Kation K. Dieses bleibt übrig und verbindet sich mit der Kohlensäure zum Karbonat, wobei auch die Ionen des Wassers beteiligt sind. Dadurch wird die Nährlösung natürlich alkalischer. Diese Tatsache ist von zahlreichen Forschern (u. a. 20, 21, 22, 35, 43) in der neueren Zeit bestätigt worden. Nun ist auch verständlich, daß die Pflanzen in Wasserkulturen nach einer gewissen Zeit so leicht zu Chlorose neigen. Wird nämlich ph zum Neutralitätspunkt hin verschoben, so nimmt damit die Löslichkeit des Eisensalzes ab, und bald leidet die Pflanze an Eisenmangel. Das umgekehrte geht vor, wenn wir der Pflanze als Stickstoffquelle Ammoniumsalze bieten. Jetzt muß das Substrat durch die fortwährend NH_4 Aufnahme sauer werden, und bald wird die Pflanze durch die entstandene Säure geschädigt (vgl. u. a. 10, 12, 20, 21, 22, 35). Die

Richtigkeit dieser Ueberlegung beweisen u. a. auch Versuche von Willis und Carrero (43). Düngten sie Reis auf Kalkboden mit Natrium- und Calciumnitrat, so trat Chlorose, auf, bei Düngung mit Ammoniumnitrat wurde diese dagegen nicht beobachtet. Ueberhaupt neigt Reis auf alkalischem Boden leicht zu Chlorose, alles wieder eine Folge der Eisenlöslichkeit und deren Abhängigkeit von ph des Bodens.

Die Abhängigkeit der Bodenreaktion von der Art des Stickstoffdüngers zeigt sich auch bei unseren Kulturböden. Düngt man diese nämlich fortwährend mit „physiologisch sauren" Ammoniumsalzen, ohue Kalk zuzugeben, so tritt bald Sauerwerden der Böden ein. Insbesondere die Untersuchungen Kappens (u. a. 23) gewähren uns einen tieferen Einblick in dieses wichtige Gebiet der Agrikulturforschung.

Somit haben wir in der elektiven Auswahl der Ionen das erste Mittel kennen gelernt, das es der Pflanze ermöglicht, die H-Ionenkonzentration ihres Substrates zu verschieben. In zweiter Linie könnte man, wie gesagt, an Ausscheiden von Alkalien und Säuren durch die Pflanzen denken. Was das Ausscheiden von Säuren angeht, so ist es eine stark umstrittene Frage, ob die höheren Pflanzen aus ihren Wurzeln andere Säuren als Kohlensäure auszuscheiden vermögen. Einige Forscher denken an Säuren, die durch Absterben der Wurzelhaare frei werden. Wie Stoklasa und seine Mitarbeiter (39) neuerdings nachweisen konnten, haben die Zellsäfte der von ihnen untersuchten Kulturpflanzen Mais, Gerste, Roggen, Hafer und andere aber nur einen ph-Wert von 6—7, während frühere Autoren viel höhere Konzentrationen fanden. Solche Säuremengen sind aber so gering, daß ihre Ausscheidung in den Boden kaum bemerkbar wäre. Dafür daß die höheren Pflanzen weiterhin aktiv organische Säuren ausscheiden, scheinen noch keine sicheren Beweise vorzuliegen. Jedenfalls dürften die meisten Autoren, so auch Stoklasa und seine Mitarbeiter der Ansicht zuneigen, daß von den höheren Pflanzen aktiv nur Kohlensäure abgegeben wird.

Ganz anders ist es mit der Säureausscheidung der Mikroorganismen und einiger anderer niederer Pflanzen. Wenn z. B. aus Alkohol Essigsäure entsteht, so muß damit natürlich eine Ansäuerung des Bodens einhergehen. Hier müssen auch die Flechten erwähnt werden, die ja durch die von ihnen gebildeten Säuren befähigt sind, an Stellen zu wachsen, auf denen andere Pflanzen nicht leben können. Kurz hinweisen möchte ich noch auf die Ansäuerung des Bodens durch die bei der Zersetzung toter Pflanzensubstanz entstehenden Humusstoffe. Wie weit die Mikroorganismen bei deren Bildung mitspielen, läßt sich noch nicht genau übersehen.

Scheiden die Pflanzen nun auch alkalische Stoffe aus? Prianischnikow (34) will beobachtet haben, daß die Lupine eine geringprozentige Schwefelsäurelösung durch Abgabe von Ammoniak zu neutralisieren vermöge. Diese Angaben werden neuerdings von Krull (26) für Erbsen bestätigt. Das Ammoniak wurde nach zehntägiger Kultur mit Neßlers Reagens nachgewiesen. Krull will sogar festgestellt haben, daß Lösungen mit mehr

Schwefelsäure auch eine stärkere Reaktion mit Neßlers Reagens ergeben hätten. Wir müssen abwarten, ob diese Angaben sich für andere Pflanzen bestätigen.

Ganz anders und verhältnismäßig einfacher zu übersehen sind die Verhältnisse bei den grünen Wasserpflanzen. Hier sind es vor allem 2 physiologische Vorgänge, die die Reaktion des Wassers beeinflussen: die Kohlensäureassimilation und die Atmung. Wir wollen nur den Fall betrachten, daß das Wasser Kalziumkarbonat enthält. Dieses ist in reinem Wasser sehr schwer löslich. Gegen 130 mg lösen sich davon in 1 Liter Wasser. Ueber den ph-Wert einer solchen reinen Kalziumkarbonatlösung habe ich keine genauen Daten in der Literatur finden können. Ruttner (37) gibt an, daß eine solche Lösung Phenolphtaleinlösung schwach rot färbe. Das würde einem ph-Wert entsprechen, der zwischen 8,0—8,5 läge. Ich habe selbst den ph-Wert einer Kalziumkarbonatlösung bestimmt, indem ich durch eine Kalziumbikarbonatlösung in einem eigens dafür zusammengestellten Apparat kohlensäurefreie Luft mehrere Stunden lang durchleitete. An dem Apparat war eine Vorrichtung angebracht, die es gestattete, jederzeit den ph-Wert der Lösung zu messen, ohne daß diese mit der Luft in Berührung kam. Die Messung fand auf elektrometrischem Wege mit der Gaskette statt. Ich erhielt dabei für die gesättigte Kalziumkarbonatlösung Werte bis ph. 8,8. Aktins hält 9 für den höchsten ph-Wert einer reinen Calziumkarbonatlösung. Dabei würde Phenolphtalein deutliche Rotfärbung zeigen. Danach scheinen mir die Angaben Ruttners (37), daß Elodea aus Kalziumkarbonat Kalziumhydroxyd zu bilden imstande sei, was er ja zum Teil aus dem Auftreten der deutlichen Rotfärbung in der mit Phenolphtalein versetzten Kulturflüssigkeit schließt, noch nicht ganz überzeugend zu sein. Auch wäre es empfehlenswert, einmal eine Messung der Leitfähigkeit einer Kalziumkarbonatlösung, durch die kohlensäurefreie Luft bis zur Konstanz der Leitfähigkeit geleitet worden ist, unter Ausschluß der Luft durchzuführen. Mir stand die Apparatur dazu nicht zur Verfügung. Ruttner gibt zwar an einer Stelle (S. 102) an, daß er durch Wasser aus dem Lunzer See 18 Stunden kohlensäurefreie Luft geleitet habe. Die danach gemessene Leitfähigkeit habe aber die unter dem Einfluß der Wasserpflanzen beobachteten Werte nie erreicht. Leider gibt er nicht an, ob dabei der Zutritt der Luft ausgeschaltet war [1]).

Wie erwähnt, war der höchste ph-Wert einer Kalziumkarbonatlösung, durch die bis zur Konstanz von ph kohlensäurefreie Luft durchgeleitet worden war, etwa 9,0. Leitet man in eine solche reine Karbonatlösung Kohlensäure ein, so fällt ph allmählich und man bekommt Werte, die unter ph 5 liegen können. Läßt man diese Lösung dann wieder längere Zeit an der Luft stehen, so steigt ph langsam an. Dabei wird nach meinen Versuchen

1) Vgl. dazu den Nachtrag am Ende der Arbeit.

bei 18° ein ph-Wert erreicht werden, bei dem Phenolphtalein eben eine Spur Färbung zeigt, also etwa 8,0. Die widersprechenden Angaben Ruttners (S. 80) sind vielleicht darauf zurückzuführen, daß seine Lösungen nicht lang genug gestanden hatten. Auch spielt dabei die Temperatur eine große Rolle.

Wird nun in einem Wasser, das Kalziumbikarbonat enthält, assimiliert, so nimmt die Pflanze zuerst die als Gas vorhandene Kohlensäure auf. Dafür zerfällt wieder ein Teil des Bikarbonates in Kohlensäure und Karbonat. Das Wasser wird alkalischer. Die Gewässer werden also durch die Assimilation der Pflanzen alkalischer. Ich habe die Sache hier aus dem Grunde noch einmal so eingehend behandelt, weil neuerdings C. Lehmann (27) nicht ganz richtig angibt, die Assimilation verringere gerade die Alkalität.

Was geschieht nun, wenn die Pflanze atmet? Jetzt geht durch die von der Pflanze ausgeschiedene Kohlensäure Kalziumkarbonat in Bikarbonat über, die Gewässer werden sauer, wie ja auch Ruttner durch Leitfähigkeitsmessungen zeigen konnte. Uhlela (42) macht andere Angaben. Durch die bei der Atmung freiwerdende Kohlensäure gehe Kalziumkarbonat unter Bildung von Bikarbonat in Lösung. Dieses solle durch die nunmehr freiwerdenden OH-Ionen ph erhöhen. Das wäre aber nur dann richtig, wenn eine Kalziumbikarbonatlösung reichlich OH-Ionen abspaltete, worüber aber bisher meines Wissens noch keine Untersuchungen vorliegen. Außerdem könnte es nur dann gelten, wenn der Pflanze wirklich ungelöstes Karbonat zur Verfügung wäre. Ist das aber nicht der Fall, so wird sich die freiwerdende Kohlensäure mit dem schon in Lösung befindlichen Karbonat zu Bikarbonat verbinden und dadurch ph herabdrücken.

Daß Atmung den ph-Wert des Mediums unter Umständen verringert, ist auch wichtig für die Veränderung der Bodenreaktion, z. B. während einer Wachstumsperiode. Systematische Freilandversuche sind in dieser Richtung noch wenig gemacht worden, so z. B. von Kelly (24). Ich habe nun während des letzten Sommers laufend die Reaktionsveränderungen auf einem Haferfelde gemessen [1]). Es war ein lehmiger Humusboden; das Jahr zuvor war das etwa 10 ar große Versuchsstück mit Weißklee bepflanzt gewesen und nicht gedüngt worden. Auch während meiner Versuche unterblieb natürlich jede Düngung. Von dem Stück wurden nun anfangs alle 3 Wochen, später alle 5 Wochen Proben entnommen. Diese wurden ziemlich nahe an der Wurzel etwa 10—20 cm unter der Oberfläche mit einem kleinen Spaten geschöpft und in einer Aufschwemmung davon ph bestimmt, und zwar nach der Methode von Michaelis mit Indikatoren ohne Puffer. Eine Einrichtung zur ph-Bestimmung auf elektrometrischem Wege stand mir zu diesen Versuchen noch nicht zur Verfügung.

1) Dem Eigentümer, Herrn Gutsbesitzer Broicher, möchte ich auch an dieser Stelle meinen besten Dank für sein Entgegenkommen aussprechen.

Bei der ersten Probe habe ich auch die Pufferfähigkeit des Bodens bestimmt. Diese soll nach Arrhenius (46) von größter Bedeutung für die Fruchtbarkeit des Bodens sein; er stellt sogar an Hand seiner Untersuchungen den Satz auf: Je fruchtbarer ein Boden, desto größer seine Pufferfähigkeit. Meine Versuche, auch in diesem Falle die Pufferung des Bodens zu bestimmen, waren aber deshalb so schwierig, weil es mir nicht gelang, die Aufschwemmung, der Natronlauge zugesetzt worden war, so klar zu filtrieren, daß größere Fehler bei der H-Ionenbestimmung mit Indikatoren ausgeschlossen wurden. Auch ließen die Ergebnisse bei den beiden ersten Probenentnahmen soviel erkennen, daß große Schwankungen nicht zu erwarten waren. Ich habe solche Versuche deshalb später nicht mehr wiederholt. Die Ergebnisse der ph-Messungen während des Sommers sind nun folgende:

Tabelle 3.

Datum	ph-Wert	Bemerkungen
23. 3.	7,7	Boden gefroren
14. 4.	7,7	dgl.
4. 5.	7,3	—
2. 6.	7,3	—
6. 7.	7,3	—
18. 8.	7,1	kurz nach der Ernte

Die Reaktion des Bodens ging langsam dem Neutralitätspunkt zu, um ihn am Ende des Versuches zu erreichen. Die Abnahme der Alkalität ließ sich, wenn sie nur durch das Wachstum der Pflanzen verursacht worden wäre, leicht dadurch erklären, daß einmal die Pflanzenwurzeln bei der Atmung Kohlensäure ausgeschieden hätten, durch die, wie wir hörten, die Reaktion nach der sauren Seite hin verschoben worden wäre. Weiter käme eine Kalkaufnahme durch die Pflanze in Frage, die wohl auch die alkalische Reaktion des Bodens herabdrücken könnte. Ich habe die Versuche nun in der Hauptsache deswegen hier erwähnt, um auf die Schwierigkeiten und das Unlohnende solcher Messungen hinzuweisen. Bei der gemessenen Verschiebung des ph-Wertes ist es ja unmöglich zu übersehen, welchen Anteil die Pflanze, in diesem Falle der Hafer, welchen Anteil die Mikroflora und welchen die Verwitterung des Bodens und andere äußere Faktoren an dieser Verschiebung haben. Der verhältnismäßig hohe ph-Wert beim gefrorenen Boden kann ja mit einer verhältnismäßig geringen Atmung der Mikroflora zusammenhängen. Vielleicht verwehrte auch die obere, gefrorene Kruste der Luftkohlensäure den Zutritt und verhinderte so die Bildung des Bikarbonates. Wollte man also feststellen, wie groß der Anteil des Hafers an der Verschiebung von ph ist, und das wäre

gerade von größter theoretischer und praktischer Bedeutung, so müßte man zugleich die Atmung der Mikroflora und alle durch äußere Faktoren bedingte Veränderungen des Bodens feststellen, wofür ich allerdings zur Stunde noch keinen gangbaren Weg sehe. Aus den oben erwähnten Gründen kommt den Versuchen von Kelley (24) auch nur eine orientierende Bedeutung zu.

Zum Schluß möchte ich noch einige Worte über den Wert der verschiedenen Methoden sagen, mit denen bei den eben besprochenen Versuchen gearbeitet worden ist. Was die Wasserkulturen angeht, so sind sie meiner Meinung nach wichtig zur Ermittlung der für die Pflanzen notwendigen Aschensubstanzen. Zum Studium des Einflusses der Wasserstoffionen auf die Pflanze scheinen sie mir aber deshalb weniger geeignet zu sein, weil die Verhältnisse an der Wurzel hier ganz anders liegen wie am Standort. So bilden viele Pflanzen im Wasser keine Wurzelhaare aus, und gerade diese sind ja für die Stoffaufnahme von so großer Bedeutung. Dann ist am Standort die Menge der die Wurzel umgebenden Flüssigkeit viel geringer. Die Pflanze vermag also hier der Reaktion viel schneller zu ändern. Es kann hier also eine Förderung oder Schädigung der Pflanze eintreten, zu der es in Wasserversuchen nie kommt. Wenn die Pflanze es in Nährlösung z. B. nicht vermag, gewisse unlösliche Eisenverbindungen aufzunehmen, so liegen die Verhältnisse im Boden anders, weil hier insbesondere die bei der Atmung frei werdende Kohlensäure auf einen viel kleineren Raum hin wirksam ist. Dadurch kann ph leichter nach der sauren Seite hin verschoben und damit die Löslichkeit zahlreicher Salze und Mineralien erhöht worden. Besser als die Wasserkulturen sind die Quarzsandversuche oder Versuche in Töpfen mit Freilanderde. Das Ideal sind und bleiben Versuche am Standort; aber gerade hier sind, wie gesagt, die zu überwindenden Schwierigkeiten überaus groß. Mag also auch die Arbeit der letzten Jahre viel grundlegend Neues auf unserem Gebiete geschaffen haben, bei vielem stehen wir doch erst in den Anfängen einer neuen Arbeitsrichtung.

Zitierte Literatur.

1. Addoms, R. M. The effect of the hydrogen ion on the protoplasm of the root hairs of wheat. Am. journ. of Bot. 1923. 10, 211.
2. Appel, M. Ueber den Wert der von der Croneschen Nährlösung. Zeitschr. f. Bot. 1918. 10, 145.
3. Arrhenius, O. Bodenreaktion und Pflanzenleben mit spezieller Berücksichtigung des Kalkbedarfs für die Pflanzenproduktion. Leipzig 1922.
4. — The potential acidity of soils. Soil sc. 1922. 14, 223.
5. — Untersuchungen über den Zusammenhang von Gelbrostresistenz und der aktuellen und potentiellen Azidität des Zellsaftes und der Gewebe. Zeitschr. f. Pflanzenk. 1924. 34, 97—101.

6. Arndt, H. Ch. The growth of field corn as affected by iron and aluminium salts. Am. journ. of Bot. 1922. 9, 47.
7. Atkins, R. G. Some factors affecting the hydrogen ion concentration of the soil and its relation to plant distribution. Proc. R. Dublin. Soc. 1922. 16, 369.
8. — The hydrogen ion concentration of plant cells. Proc. R. Dublin. Soc. 1922. 16, 414.
9. — The hydrogen ion concentration of the soil in relation to the flower colour of Hydrangea hortensis W. and the availability of iron. Not. bot. scool. Trinity Coll. Dublin 1924.
10. Barnette, R. M. and Shive, J. W. The influence of solution volume upon plant growth in relation to reaction change and iron availability in culture solution. Soil. sc. 1923. 15, 413.
11. Benecke, W. Die von der Cronesche Nährsalzlösung. Zeitschr. f. Bot. 1909. 1, 235.
12. Bryan, O. C. Effect of reaction on growth, nodule formation and calcium content of Alfalfa, Alsike clover and Red clover. Soil. sc. 1923. 15, 23—29.
13. — The effect of different reactions on the growth and calcium content of oats and wheat. Soil. sc. 1923. 15, 375.
14. Chodat, F. La concentration en ions hydrogène du sol et son importance pour la constitution des formations végétales. Genf 1924.
15. Von der Crone, G. Ergebnisse von Untersuchungen über die Wirkung der Phosphorsäure auf die höhere Pflanze. (Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Nat. und Heilk., Bonn 1902.)
16. — Ergebnisse von Untersuchungen über die Wirkung der Phosphorsäure auf die höhere Pflanze und eine neue Nährlösung. Diss. Bonn 1904.
17. Detmer, W. Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum. Jena 1912. 4. Aufl.
18. Gile P. L. and Carrero I. O. Assimilation of iron by rice from certain nutrient solutions. Journ. of agric. res. 1916. 7. 503.
19. Hopkins, G. F. Hydrogen-ion concentration in its relation to wheat scab. Am. journ. of Bot. 1922. 9, 159.
20. Jones, L. H. and Shive, J. W. Effect of ammonium sulfate upon plants in nutrient solutions supplied with ferric phosphate and ferrous sulfate as source of iron. Journ. agr. res 1921. 21, 701.
21. — Influence of ammonium sulphate on plant growth in nutrient solutions and iron availability Am. journ. of Bot. 1923. 37, 355.
22. — Influence of ammonium sulphate on plant growth in nutrient solutions and its effect on hydrogen-ion concentration and iron availability. An. of Bot. 1923. 37, 355.

23. Kappen, H. Ueber Wesen und Bedeutung der Bodenazidität. Zeitschr. f. Pflanzenernährung und Düngung. Teil A. 3. Jahrg, Heft 4, S. 1.
24. Kelley, A. P. Soil acidity, an ecological factor. (Soil ac.) 1923. 16, 41.
25. Knop, W. Bereitung einer concentrierten Nährstofflösung für Pflanzen. Landw. Versuchsstation 1884. 30, 292.
26. Krull, Chr. Untersuchungen über die Reaktionsempfindlichkeit von Keimlingen. Bot. Arch. 1924. 6, 334.
27. Lehmann, C. Die Bedeutung der Alkalität im Stoffhaushalt der Gewässer unter besonderer Berücksichtigung ihres fischereibiologischen Wertes. Biol. Centralbl. 1924. 44, S. 560.
28. Mevius, W. Beiträge zur Physiologie „kalkfeindlicher" Gewächse. Jahrb. f. wissensch. Bot. 1921. 60, 147.
29. — Wasserstoffionenkonzentration und Permeabilität bei „kalkfeindlichen" Gewächsen. Zeitschr. f. Bot. 1924. 16, 643.
30. Michaelis, L. Praktikum der physikalischen Chemie. Berlin 1922.
31. Molisch, H. Der Einfluß des Bodens auf die Blütenfarbe der Hortensien. Bot. Ztg., I. Abt., 1897. 55, S. 49.
32. Olsen, C. Studier over Jordbundens. Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen, saerlig for Plantefordelingen in Naturen. Meddel. fra Carlsberg Labor. 1921. 15, 1.
33. Paul, H. Die Kalkfeindlichkeit der Spagna. Mitt. d. königl. bayr. Moorkulturanstalt. 1908. 2, 63.
34. Prianischnikow. Das Ammoniak als Anfangs- und Endprodukt des Stickstoffumsatzes in den Pflanzen. Landw. Versuchsstat. 1922. J. C. Heft 4—5.
35. — Sur l'assimilation de l'ammonique par les plantes supérieurs. Rev. gen. de Bot. 1924. 36, 5.
36. Ruhland, W. Beiträge zur Physiologie der Knallgasbakterien. Jahrb. f. wiss. Brt. 1924. 63, 334.
37. Ruttner, Fr. Das elektrolytische Leitvermögen verdünnter Lösungen unter dem Einflusse submerser Gewächse I. Sitz. d. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathm. Naturw. Abteilung I. 130 Band, 1.—3. Heft.
38. Schimper, A. F. W. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898.
39. Stocklasa, J. Ueber die Resorption der Ionen durch das Wurzelsystem der Pflanzen aus dem Boden. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 1924. 42, 183.
40. Toole, E. H. and Tottingham, W. E. The influence of certain added solids upon the composition and efficiency of Knop's nutrient solution. Am. journ. of Bot. 1918. 5, 452.

41. Tottingham, W. E. and Rankin, G. J. The availability of iron in nutrient solution for wheat. Am. journ. of Bot. 1923. 10, 203.
42. Uhlela, V. Ueber CO_2- und ph-Regelation des Wassers durch einige Süßwasseralgen. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 1923. 41, 20.
43. Willis, L. G. and Carrero, J. L. Influence of some nitrogenous fertilizers on the development of chlorosis in rice. Journ. agr. res. 1923. 24, 621.
Weitere Literatur bei Mevius (29) und Chodat (14).

Nachtrag. Nach meinen neueren, noch nicht veröffentlichten Untersuchungen scheint die Fähigkeit zur Carbonatausnutzung bei den untergetauchten Wasserpflanzen weit verbreitet zu sein. Wenigstens vermögen eine Reihe von ihnen im Licht den ph-Wert einer gesättigten Kalziumkarbonatlösung weit über die maximale Alkalität einer solchen Lösung hinaus zu erhöhen, was ja für Carbonatausnutzung bei der Assimilation spricht. Einwandfrei wurde das bisher festgestellt für Elodea canadensis, wodurch die Ergebnisse der Leitfähigkeitsmessungen Ruttners bestätigt und meine oben geäußerten Bedenken hinfällig werden, ferner für je eine Art von Ceratophyllum, Chara, Cladophora, Oedogonium, Potamogeten, Spirogyra und Vallisneria. Wie weit diese Carbonatausnutzung von ökologischer Bedeutung ist, müssen noch weitere Untersuchungen zeigen.

Sitzungsberichte

der

Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Münster i. W.

---

1. Sitzung am 21. Januar 1924.

1. Herr Schäperklaus

führte einen neuen **Mikro-Respirationsapparat** für Versuche an niederen Wassertieren vor; ausführliche Mitteilungen sind inzwischen in der Zeitschrift für Fischerei erschienen.

2. Herr Wilhelm Hinsen

hielt einen längeren Vortrag: **„Die Kreatininausscheidung bei katatoner Muskelspannung"**, der inzwischen in der Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie Band 86 Heft 1/2 erschienen ist.

2. Sitzung am 18. Februar 1924.

1. Herr Andree:

Neuere Funde des Eiszeitmenschen in Europa.

2. Herr Schubert:

Das Ruhen des Pferdes im Stehen.

3. Sitzung am 12. Mai 1924.

Herr Prof. E. Kurz

sprach über die von ihm angestellten Untersuchungen zur **„Anatomie des Kopfes des Jangtse-störes"**, die inzwischen in der Zeitschrift für Anatomie u. Entwicklungsgeschichte, 75. Bd., Heft 1/2 1924) im Druck erschienen sind. Nach einem kurzen Überblick über die anatomischen Merkmale der Schmelzschupper im allgemeinen, hob der Vortragende die speziellen Anpassungserscheinungen des Kopfes der Acipenseriden hervor: Die Abplattung der Ventralseite des Kopfes, die ventrale Lage des Mundes und dessen Vorstreckbarkeit, die durch die Loslösung des 1. Visceralbogens aus dem Verbande des Neurocraniums ermöglicht wurde, die mächtige Entfaltung

der zum Träger des 1. Visceralbogens gewordenen Hyomandibulare, die gewaltige Entwicklung des M. protractor hyomandibularis und seine Überwanderung vom 1. auf den 2. Visceralbogen, die starke Entfaltung der Antagonisten des Protractor hyomand., das Fehlen der Zähne und die damit einhergehende Reduktion der Kiefer, die Kleinheit der Augen und die damit Hand in Hand gehende Ausbildung der Hautsinnesorgane und der Cirren auf dem der Wühlarbeit im Schlamm dienenden Rostrum, die starke Entwicklung der Kiemenfilter und ihrer Träger der Kiemenbogen, die relativ große Ausdehnung der Mundspalte, der Kiemenspalten und der starken Kiemendeckelfalten, die postoccipitale Verschmelzung der Wirbel, den Untergang der spinalen Muskulatur im Zusammenhang mit der Verschmelzung der postoccipitalen Wirbel. Im speziellen Teil führte sodann der Vortragende das von ihm untersuchte Kopfskelet, die Kopfmuskulatur und die einzelnen Gehirnnerven an Hand von Projektionsbildern und Zeichnungen vor. Bezüglich der anatomischen Details muß auf die Ausführungen in der oben genannten Arbeit verwiesen werden.

4. Sitzung am 4. Juni 1924.

Herr Professor Joseph Aßmuth
berichtete als Gast über seine innerhalb 10 Jahren in vielen Teilen Indiens gemachten Forschungen an den Nestern der verschiedensten Arten von Termiten.

5. Sitzung am 21. Juli 1924.

Herr Podesta:
„Augenärztliche, an Hochschul- und Schuluntersuchungen in Münster i. W. gewonnene Erfahrungen über Sehschärfe und Farbensinn“, inzwischen veröffentlicht in der Deutschen Akademischen Rundschau, Nr. 2 vom 31. Okt. 1924.

Darauf demonstrierte Herr Dr. Evenius eine Anzahl Kleinmikroskope der Firmen Hensoldt, Kremp, Leitz und Seibert. Es wurde die Brauchbarkeit der Instrumente für Exkursionszwecke kurz erläutert und hervorgehoben, daß ein allen Anforderungen entsprechendes Modell bisher noch nicht konstruiert wurde. Ein hinsichtlich Kleinheit, Stabilität und auch Preiswürdigkeit gutes Exkursionsinstrument ist das „Tami“ von Hensoldt.

6. Sitzung am 17. November 1924.

Herr Rudolf Müller:
„Zahnärztliche Fürsorge im schulpflichtigen Alter.

7. Sitzung am 15. Dezember 1924.

Herr Többen

sprach über **Die Erziehbarkeit Erwachsener** unter Berücksichtigung der im Strafvollzug gesammelten Erfahrungen. Die Arbeit ist veröffentlicht in der Deutschen Zeitung für die gesamte gerichtliche Medizin Band V Heft 1. 1925.

Zum Sommersemester 1925 soll die Universität Münster die volle medizinische Fakultät erhalten. Dazu sind im Herbst 1924 einige Professoren zugezogen, um ihre Kliniken einzurichten. Diese sind Mitglieder der Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft geworden und haben als solche das Bedürfnis empfunden, eine rein medizinische Vereinigung zu haben. Auf ihren Antrag hat die Medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft beschlossen, sich in 2 Abteilungen zu gliedern, eine medizinische und eine naturwissenschaftliche, welche in jedem Semester mindestens eine gemeinsame Sitzung abhalten. Jede Abteilung hat ihren besonderen Vorstand: Vorsitzenden, stellvertretenden Vorsitzenden, Schriftführer und Schatzmeister. Die Gesamtleitung wechselt alljährlich zwischen beiden Vorständen.

Berichte

über

die Versammlungen des Niederrheinischen geologischen Vereins.

18. Vereinsjahr.

---

12. ordentliche Hauptversammlung zu Essen a. Ruhr

14. — 17. April 1924.

A. Bericht über die Sitzungen.

1. Sitzung im Saale der Kaupenhöhe.

1. Geschäftliches: An Stelle des Schatzmeisters, Frau Geheimrat Philippson in Bonn, die ihr Amt niederzulegen wünscht, wird Herr Bergrat Fischer, Essen a. Ruhr, Gutenbergstraße 47 gewählt. Das Vereinsvermögen, das außer einem kleinen Sparkassenguthaben in 2100 Mark Kriegsanleihe besteht, ist ebenso wie die im Laufe des Jahres 1923 eingezahlten Beiträge, von denen z. T. noch der Druck der Berichte 1917—22 beglichen werden konnte, infolge der Inflation wertlos geworden; an fremder Währung sind nur noch 7 Gulden vorhanden. Der Mitgliederbeitrag beträgt künftig wie früher 3 Mark Die Einziehung der noch rückständigen Beiträge für 1923, für die der Vorstand 2 Mark festgesetzt hatte, wird genehmigt. Dem bisherigen Schatzmeister wird Entlastung erteilt.

Mitgliederstand:

Zahl der Mitglieder am 6. April 1922	359
gestorben sind seitdem	7
ausgetreten oder als gestrichen	24
neueingetreten	36
Die Zahl der Mitglieder beträgt heute	364

Als Ort für die Hauptversammlung im Jahre 1925 wird Warstein i. W. vorgesehen. Es wird beschlossen, vorläufig in jedem Jahre nur eine Versammlung abzuhalten.

Der Vorsitzende, Herr Geheimrat Steinmann, begrüßt sodann die zahlreich erschienenen Mitglieder und die anwesenden Gäste.

Herr Beigeordneter Bode begrüßt die Versammlung im Namen der Stadtverwaltung, Herr Oberstudiendirektor Dr. Löscher im Namen der Geologischen Gesellschaft für den rhein.-westf. Industriebezirk, Herr Diplomingenieur Dr. Reißner im Namen der Gesellschaft für Wissenschaft und Leben.

Der Vorsitzende dankt für die Begrüßungen und spricht die Erwartung aus, daß die diesjährige Tagung der Beginn eines neuen Aufschwungs für den Verein bedeuten möge.

Zu Vorsitzenden für die wissenschaftlichen Sitzungen wurden gewählt:

Herr Steinmann	für	die	Sitzung	am	14.	April
Herr Herbst	„	„	„	„	15.	„
Herr Löscher	„	„	„	„	16.	„

2. Vorträge:

Herr Bärtling-Berlin

legte die von ihm kartierten Meßtischblätter Essen und Bochum vor und besprach dieselben.

Herr Riedel-Essen

bemerkt zu dem Vortrage Bärtling, daß die grauen Mergel bei Stoppenberg nördl. Essen dem Emscher, und zwar der Zone des *Inoceramus involutus* Sow. angehören, und nicht dem Unt.-Senon und legt das Leitfossil in mehreren Exemplaren vor.

Herr Lehmann-Duisburg

sprach über: Die Stellung der Trog-Theorie im neueren Schrifttum.

Der Vortragende gibt zunächst einen kurzen Rückblick über die im Jahre 1919 aufgestellte und im Glückauf, Hefte 48/1919 und 1, 2, 3 und 15/1920 veröffentlichte Trogtheorie. Sodann schildert er kurz seine seit der Veröffentlichung gemachten eigenen Erfahrungen sowie die wichtigsten Ergebnisse der Beurteilung seiner Lehrmeinung im geologischen Schrifttum. Danach ist festzustellen, daß in der Zwischenzeit die meisten Gegner der Zerrungs-Theorie ihren Widerstand aufgegeben haben.

Bezüglich des rheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirkes im besonderen ist durch die Kartierung von Paeckelmann inzwischen die Ennepetal-Störung als Zerrsprung erkannt worden, wodurch die bisherige Lücke in der Beweisführung geschlossen wird.

An Hand von Lichtbildern werden Zerrungsbeispiele aus den verschiedensten Gegenden, insbesondere Bergbaubezirken, vorgeführt. Anschauliche neue Bilder von Zerrungen bei der bergbaulichen Pingenbildung ergänzen die früheren Ausführungen.

Der Vortragende geht sodann auf die Vorgänge in der Trogmitte ein und kommt anhand von Schnitten aus verschiedenen Bergbaugebieten, sowie anderer geologisch gut erforschter Gegenden

zu der Auffassung, daß der Faltungsvorgang sofort bei der Bildung der Geosynklinalen einsetzt, ebenso, wie er dies bei der Pingenbildung festgestellt hat. Die Faltung beginnt mit leichten Schwellen, die ihrerseits wieder die Veranlassung sind zu der verschiedenartigen Fazies-Ausbildung der abgelagerten Sedimente, sowohl in streichender, wie in querschlägiger Richtung, sowie auch der wechselnden Flözführung.

In strenger Verfolgung dieser Feststellungen darf daher zukünftig keine scharfe Trennung gemacht werden zwischen der Epirogenese und der Orogenese, jedenfalls nicht für den Bildungsvorgang innerhalb einer Geosynklinale. Die Gebirgsbildung beginnt sofort mit dem Einsinken des Troges und nimmt, sich langsam steigernd, zu. Dadurch ergibt sich das Bild, das die älteren Schichten stärkere Faltung aufweisen, als die jüngeren, was für den rheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirk auch zutrifft. Der Auffaltungsvorgang darf also nicht an das Ende des Karbons gesetzt werden als ein zufälliger Akt, dessen Wirkung von außen kommt, er ist vielmehr eine unbedingt notwendige Begleiterscheinung des Einsinkens der im Trog sedimentierten Schichten.

Im Zusammenhang mit dieser Erkenntnis lassen sich aller Wahrscheinlichkeit nach auch viele Fragen der Fazies-Verhältnisse, des verschiedenartigen Gasgehaltes der Kohle, der Ausbildung der Störungen, der Konglomeratbildungen, der Geröllführung usw. beantworten.

Herr Nehm-Wattenscheid:

Verfeinerung markscheiderischer Darstellungsverfahren im Grubenbild nach tektonischen und stratigraphischen Gesichtspunkten.

1. Der Seigeriß in seiner heutigen Gestalt ist leblos, da er weder Einfallen noch Streichen der Lagerstätten erkennen läßt. So wie die Geländegestalt im Meßtischblatt durch horizontal verlaufende Schichtenlinien erfaßt wird, genau so zerlegt der Vortragende die steil stehende Lagerstätte durch senkrecht verlaufende Schnitte in Scheibenlinien, die er in der Projektionsebene zur Darstellung bringt. Die so konstruierten Risse sind mit einiger Überlegung leicht zu lesen und lassen ohne weiteres jeden Wechsel im Streichen und Einfallen der Lagerstätten erkennen.

2. Der Störungsriß. Unser heutiges Grubenrißwesen sieht im Wesentlichen die Gesamtlagerung stets von dem Standpunkt der Lagerstätte. Die Störungen können nur dort zur Darstellung gebracht werden, wo sie mit der Lagerstätte zusammenstoßen; das ist in den Kreuzlinien. Lagerstätte und Störungen können aufgefaßt werden als zwei Körper, die sich durchdringen, und ebenso wenig wie bei Durchdringungskörpern die darstellende Geometrie einen Körper bevorzugen und den andern vernachlässigen darf,

ebenso wenig kann das Grubenbild den Verwerfer restlos klarstellen, wenn es nur sein Augenmerk auf den Flözriß richtet. Der Vortragende betrachtet die Störung ebenso wie die Lager als eine selbständige tektonische Einheit und bringt sie auf einer besonderen Karte selbständig zur Darstellung. Er zeigt Störungsrisse vom Primussprung und dem Sutanwechsel, jenen beiden charakteristischen Hauptstörungen des niederrh.-westf. Karbon. Die so erzielten Risse, deren Konstruktion übrigens schon vor den ähnlich gerichteten Vorschlägen Henkes und Stachs fertiggestellt war, geben nicht nur ein klares Bild der Störung, sie geben auch für Flözprojektionen ein Kriterium der Genauigkeit ab.

3.) Perspektivische Risse. Die perspektivischen Risse haben dieselbe Aufgabe wie die bei den amerikanischen Geologen so beliebten Blockdiagramme. Der Vortragende nimmt vom markscheiderischen Standpunkt aus Stellung zu den Vorschlägen Stachs, der die Störungen im Würfeldiagramm zur Darstellung bringt, und er zeigt im Gegensatz dazu zentralperspektivische Darstellungen vom Wattenscheider Sattel und der Sutanüberschiebung.

4. Der immer dichter werdende Grubenausbau zwingt den Markscheider, um die schnell verschwindenden geologischen Aufschlüsse zu erhalten, zu besonderer Darstellung der Gesteinsstrecken. Es werden Muster dieser Bearbeitungsmethode vorgelegt.

5. Folgerungen. Wenn das Grubenbild den geologischen Anforderungen nicht genügt, so liegt der wesentliche Grund in seinem urkundlichen Charakter, der Rasuren verbietet. Um neueren Erkenntnissen den Eingang in das Grubenbild zu sichern, ist es nötig, daß das alte Grubenbild öfter abgelegt wird und durch eine Neubearbeitung ersetzt wird, die mit einer gründlichen geologischen Durcharbeitung verbunden sein muß.

Herr Wegner-Münster:

Kohlenwasserstoffe (Erdgas, Erdöl, Asphalt) im Bereiche des westfälischen Karbon.

Zur Diskussion sprach Herr Wunstorf-Berlin über die Tiefbohrung Corle bei Winterswijk, in der es sich um eine Imprägnation der Karbon-Sandsteine aus Zechstein-Gliedern handelt. Die Bitumina stammen aus dem Zechstein der abgesunkenen Scholle, die Winterswijk im S begrenzt. Hieraus vermutet Herr Wunstorf die Möglichkeit der Zurückführung aller Bitumen-Vorkommen auf Zechstein im Bereiche der Münsterschen Bucht. Es wird ihm widersprochen von den Herren Bärtling, Kukuk und Lehmann.

2. Sitzung am 15. April, 9 Uhr vormittags, in der Bergschule, Gutenbergstrasse.

Der Vorsitzende, Herr Prof. Herbst, eröffnet die Sitzung.

Vorträge:

Herr Schmidt-Göttingen:

Fortschritte in der Karbon-Stratigraphie.

Herr Löscher-Essen:

Trans- und Regressionen in der oberen Kreide bei Essen und Umgebung.

Herr Löscher-Essen:

Die westfälischen Galeriten-Schichten.

Herr Steinmann-Essen:

Ruhrterrassen im unteren Talverlauf.

Herr Knuth-Bonn:

Quarzitgänge im niederrhein. Tertiär. Diskussion Herr Hasebrinck.

Herr Wildschrey-Duisburg:

Diluvialprobleme am Niederrhein, von der Düssel abwärts.

Herr Franke-Dortmund:

Tektonik des Flözleeren im Sauerland.

Herr Brockmeier-München-Gladbach:

Schnecken und Muscheln im Dienste des Geologen.

In der Pause besichtigen die Teilnehmer die Sammlungen der Bergschule, und Herr Dr. Küllenberg-Essen führt Epidiascope vor.

3. Sitzung am 16. April, 5 Uhr nachmittags, in der Bergschule in Bochum.

Der Vorsitzende, Herr Dr. Löscher, eröffnet die Sitzung.

Herr Kukuk-Bochum:

Fährten von Stegocephalen im Karbon des Ruhrgebietes.

Herr Winter-Bochum:

Untersuchung der Kohle im auffallenden Licht.

Herr Löhr-Bochum:

Die Erdbebenstation der Berggewerkschaftskasse.

Herr Wunstorf-Berlin

spricht über das Oberkarbon und Herr Paeckelmann über das Unterkarbon und Oberdevon des Velberter Sattels als Vorbereitung zur Excursion am 17. April.

Vor der Sitzung führte Herr Dr. Kukuk die Teilnehmer durch die Sammlung der Berggewerkschafts-Kasse.

B. Bericht über die Exkursionen.

Erstattet von Leonh. Riedel.

Dienstag, den 15. April 1924.

Exkursion nach Mülheim a. Ruhr. Ob. Kreide.

Führer: Herr Museumsdirektor Dr. E. Kahrs, Herr Dr. Fiege. Meßtischblatt Mülheim a. d. Ruhr.

Die Teilnehmer fuhren 2^{20} ab Essen HB. nach Mülheim-Eppinghofen. Bald setzte starker Regen ein, welcher nach der Besichtigung des Rau'schen Bruches die größte Anzahl der Teilnehmer zur Heimfahrt bewog.

Am Bahnhof Mülheim-Eppinghofen stehen kreuzgeschichtete Kiese der Ruhr-Mittelterrasse an, die auch nordisches Material enthalten. Von der Ruhrbrücke aus ist ein Aufschluß in der Niederterrasse auf dem westlichen zu sehen. In der Ziegelei des Herrn Rau auf dem Kassenberg in Mülheim-Broich handelte es sich hauptsächlich um die Schichten der oberen Kreide. In den Taschen der Karbon-Sandsteine (jedenfalls Neuflöz-Wasserbank) liegt ein Kalk, dessen rotbraune Farbe auf Eisenverbindungen zurückzuführen ist. Er gehört dem Cenoman an und führt an Fossilien hauptsächlich Brachiopoden und Gastropoden. An bezeichnenden Versteinerungen ist *Schlönbachia varians* Sow. zu finden. Besonders schönes Material aus diesen Schichten findet sich im Museum der Stadt Essen. Über diese Klippen-Ablagerungen legt sich ein weißer, manchmal glaukonitischer Mergelkalk, der die umstrittene Zone des *Actinocamax plenus* darstellt. Es finden sich in ihr Brachiopoden und Seeigelstacheln in großer Anzahl. Die Ablagerung dieser Zone stellt nach Löscher den Beginn der Transgression des Turonmeeres dar. Das Hangende dieser Fossilbreccie wird von einem weißen, tonigen Mergel, der Zone des *Inoceramus labiatus* (Turon) gebildet, welche außer dem Leitfossil häufiger nur Bruchstücke von *Serpula amphisbaena* Goldf. enthalten. An der Grenze dieser Schicht zur nächst höheren liegt ein Conglomerat von Phosphoriten, die auch bisweilen in Phosphorit umgewandelte Fossilien des Cenoman und Turon enthalten, z. B. *Schlönbachia varians*. Das Conglomerat und der Grünsand, in dem es vorkommt, und der nach oben zu eine braune Farbe annimmt, gehören bereits zum Unter-Senon. Dieses wurde bereits von Franke vermutet und ist nun als tiefes Unter-Senon (s. Vortrag Löscher) erkannt worden. Der Grünsand selbst enthält große Schalen von Ostreen und besonders schöne Haizähne. Die oberste Schicht in diesem Aufschluß ist das Diluvium, welches neben dem Nordischen Material solches aus Ruhr und Rhein enthält.

In dem Aufschluß (verlassener Steinbruch) am Papenbüschchen auf der anderen Seite der Ruhr ist das Cenoman noch als Grünsand mit Toneisensteinkörnern entwickelt. Er enthält *Pecten asper* Lam. Darüber legen sich glaukonitische Schwammergel, über denen der Labiatus-Pläner mit umgelagerten Exemplaren von *Actinocamax plenus* liegt. Auf denselben legen sich Schotter der Hauptterrasse und Glacialdiluvium. Das Profil am östlich von Mülheim gelegenen Bahnhof Heißen ist: eine Muschelbreccie des Cenoman, welche von Kahrs als Bildungen eines Wattenmeeres gedeutet werden, darüber glaukonitischer Mergel mit *Actinocamax plenus* und hierüber der Labiatus-Pläner des Turon mit zwei Kalkbänken. Die Grünsande, die diesen Horizont überlagern, gehören dem Untersenon an. Das Hangende der Grünsande sind Ruhrschotter. Im älteren Diluvium ist die überschotterte Kreidedecke durch ein WO gerichtetes Seitental des Mühlbachtales abgeschnitten worden. Als der Gletscher gelegentlich znrückwich, wurden Schmelzwassersande abgelagert. Auf diese legt sich eine Grundmoräne. Beim weiteren Vordringen des Eises wurde diese und auch die Schmelzwassersande durch den Druck des sehr mächtigen Eises zusammengestaucht. Von der zweiten Grundmoräne sind nur noch einzelne größere Findlinge da. Die Moräne keilt nach O aus. Ende der Exkursion $^1/_2$8 Uhr.

Mittwoch, den 16. April 1924.

Exkursion Heisingen—Steele.

Führer: Herr Bergrat Prof. Dr. Bärtling-Berlin.

Abfahrt: Kurz nach 7 Uhr ab Essen HB. nach Kupferdreh.

Etwas westlich der Höhe 81,4 in der Ruhrschlinge am Nordrande des Blattes Velbert liegt zu oberst Löß. Dieser wird unterlagert von einer ziemlich viel einheimisches Material enthaltenden Grundmoräne, unter welcher die vorgeschütteten Sande liegen. In der Kiesgrube, etwas südlich Stahlsfeld findet sich eine Blockpackung des Glacials mit den vorgeschütteten Sanden darunter und dann hierunter Terrassenkiese mit Glacial. An der Straße von da nach N. sind zwei Sättel und eine Mulde, die den Schichten der Fettkohlenpartie angehören, aufgeschlossen. Südlich der Kirche in Kupferdreh liegt die Grundmoräne, welche auch Ruhrmaterial enthält. Etwas weiter (östlich auf die Kirche zu) liegen Schotter der Ruhr mit Glacial, welche auch Kohlenstreifen enthalten. In der Grube westlich der Kirche ist zu oberst die Grundmoräne zu sehen, welche von vorgeschütteten Sanden mit Lehmeinlagerungen umlagert wird. In den verschiedenen Gruben weiter nördlich ist dasselbe Profil. Die vorgeschütteten Sande zeigen Kreuzschichtung. In der Ziegelei der Gewerkschaft Christine am Südrand des Blattes Essen sind

wieder die vorgeschütteten Sande mit Kreuzschichtung zu sehen, über denen eine Blockpackung liegt. Es finden sich unter den oft sehr großen nordischen Blöcken auch solche aus Karbon-Sandsteinen. Die zwischen der Blockpackung und den vorgeschütteten Sanden liegende Grundmoräne ist nicht mehr gut aufgeschlossen. Die Aufschüttung der Endmoränen erfolgte meist in Vertiefungen des Geländes. Dieselben werden teilweise durch Schmelzwässer, die vom Eiswall aus großer Höhe herunterstürzten, geschaffen. Manchmal gehen sie mit ihrer Unterkante unter das Alluvium der Ruhr hinunter, so z. B. bei Überruhr an der Eisenbahn. Jedoch findet sich die Moräne am NW Rande des Tälchens südlich der Zeche Heinrich höher. Die Schichten des Produktiven sind wie folgt ausgebildet: Das Conglomerat im Liegenden von Fl. Sonnenschein, welches die Grenze der Mager- und Fettkohlenpartie bildet, ist am Südrande des Blattes Essen in einem gegen NO eingesunkenen Sattel aufgefaltet. Die Wendung des Sattels liegt bei Byfang. Derselbe Grenzhorizont findet sich mit SO-lichem Einfallen in der Linie nördlich Holtmann—Sombachbusch. Zwischen diesen beiden Vorkommen liegen die Schichten der Fettkohlenpartie. Die Fläche SW-lich Holtmann ist eine Hauptterrassenfläche, die bei Rahmann wird von Bärtling als Mittelterrasse angesprochen und mit d_2 bezeichnet. Die Niederterrasse, die Bärtling mit d_3 bezeichnet, und die z. B. südlich des Ü von Überruhr und NW-lich der Zeche Gewalt ausgebildet ist, wird von H. G. Steinmann-Essen als Mittelterrasse bezeichnet. An der Kirche in Überruhr ist die Hauptterrasse ausgebildet. Das Conglomerat im Liegenden von Fl. Finefrau steht an im Wäldchen bei Höhe 120,7 SW-lich Holtey und setzt sich fort bis Rahmann. Nördl. der Höhe 107,3 nördl. Hünxe wird ein Rücken vom Sonnenschein-Conglomerat gebildet. Auf diesem Rücken fand man haselnußgroße Quarze, welche allgemein als Schotter angesprochen wurden. Um so größer war das Erstaunen, als Herr Bärtling sie als Auswitterungsprodukte des Conglomerats erklärte. An der steilen Wand westlich der Eisenbahn in der Ruhrschlinge setzt ein streichender Sprung durch die saiger stehenden Schichten. Er wird von Bärtling als Ausläufer des Sutans bezeichnet. In dem NW-lich hiervon gelegenen Steinbruch steht Fl. Präsident der Fettkohlenpartie mit dem Conglomerat im Liegenden an. Dieses ist teilweise als Toneisensteinconglomerat ausgebildet. Zwischen beiden liegt ein sandiger Tonschiefer mit Annularien. Der Weg führte weiter durch die Aue der Ruhr zur Spillenburg in Steele, wo über Sandsteinen der oberen Magerkohle das Toneisensteinconglomerat des Cenomans liegt. Ende der Exkursion 1^{00} Uhr.

Donnerstag, den 17. April 1924.

Exkursion Kettwig — Hofermühle.

Führer: Herr Prof. Dr. Wunstorf-Berlin,
Herr Dr. Paeckelmann-Berlin.

Meßtischblatt Kettwig.

Abfahrt 6^{32} ab Essen HB. nach Kettwig vor der Brücke. SW-lich des Bahnhofes Kettwig v. d. Br. Mulde in den Tonschiefern des oberen Flözleeren. Beim Anstieg zum Kettwiger Busch Schotter mit Glacial. Zwischen der Kettwiger Busch-Mulde, die gegen NO eingesunken ist und von dem Conglomerat im Liegenden von Fl. Wasserbank gebildet wird, und der Höhe 141 setzt eine Mulde durch. In dem Nordflügel der Mulde, die am weitesten nach W. vorspringt, setzt eine Überschiebung, der beginnende Sutan, ein, die den Nordflügel bis zum Tal des Vogelsangbaches vorschiebt, wo das produktive Karbon durch Verwerfungen abgeschnitten wird. Am Tannenwäldchen, NW-lich Rose streicht die Sandsteinbank durch, welche Herr Wunstorf als die Grenze zwischen produktivem und flözleeren Karbon ansieht. In dem östlichen Bruch an der Straße Wildenburg — In der Laupe sind Sandsteine des unteren Flözleeren und die Hangenden Alaunschiefer des Culm, die auch in dem Tal des Vogelsangbaches von diesem ausgewaschen sind, in schönen Falten zu sehen. In den Brüchen an der östlichen Straßenseite bei Bertenburg steht der Dolomit des Kohlenkalkes an. Hier bereits beginnt die Erzführung des Ganges der weiter südlich gelegenen Zeche Thalburg. Die Mergelschiefer und oolithischen Kalke im Liegenden der Dolomite die einige schöne Spiriferen lieferten, wurden von Herrn Paeckelmann für Tournai gehalten. Durch den projektierten Bahnhof Isenhügel, wo verschiedene Stufen des Kohlenkalkes, Etroeungt und Tournai, eine schöne Fauna einschließen, geht eine Verwerfung. In der Grube nördl. der Fabrik Wildenburg sind Mergelschiefer des Etroeungt zu sehen, die teilweise rot gefärbt sind. Bei Hahnen westlich Heiligenhaus lieferte ein Bahnbau aus den Etroeungt-Schiefern eine schöne Fauna. In Heiligenhaus wurde Mittagsrast gemacht. Auf dem Plateau nördlich von Heiligenhaus liegen Rheinschotter, die Herr Wunstorf für zur Hauptterrasse gehörig hält. Sie sind unterlagert von den oligozänen Formsanden wie in der Gegend von Ratingen. Herr Löscher-Essen und Frl. Ruland-Köln sprachen diesem Schotter ein pliozänes Alter zu. Am Hang am Schnitt westlich der Straße Wildenburg—Hofermühle stehen die Velberter Schichten des Ober-Devon an. Diese blaugrauen Schiefer sind fossilleer. Der westliche Bruch in Hofermühle führt Massenkalk des mittleren Devon. Zwischen diesem und den

Velberter-Schichten am Schütt geht eine streichende Verwerfung durch. Der Massenkalk enthält manchmal ziemlich grobe Conglomerate. Unter der Eisenbahn-Unterführung östlich dieses Bruches stehen Schiefer des unteren Ober-Devon an, die, wenn sie kalkig werden, auch Fossilien führen. In ihrem Liegenden ist der Dorper Kalk des Ober-Devon aufgeschlossen, der den großen östlichen Bruch bildet. Es geht aber hier eine andere streichende Verwerfung durch. Herr Wunstorf bemerkte, daß diese verhältnismäßig kleine Scholle durch das ganze Gebiet zu verfolgen sei. Die Mergelschiefer am Ostende des Bruches sind sehr fossilreich; etwas weiter im Liegenden der Dorper Schichten sind dieselben Schichten wie unter der Unterführung aufgeschlossen. Hierdurch ist die dritte, streichende Verwerfung bewiesen. Alle Schichten fallen gegen NW ein. In Hofermühle endete die Exkursion, und die Teilnehmer fuhren über Hösel oder Heiligenhaus heimwärts.

C. Vorträge

bei Gelegenheit der Versammlung in Essen.

Beitrag zur Kenntnis des Deckgebirges bei Mülheim a. d. Ruhr.

Von Ernst Kahrs (Essen).

Stille hat uns gezeigt, daß das transgredierende Gault-Cenoman-Meer in Westfalen nicht in gleichmäßigem Zuge vordrang, sondern vielmehr pendelte, wobei jedem Fortschreiten der Transgression in Küstennähe eine Regression vorherging (11). In ähnlicher Weise verlief das weitere Vordringen des Meeres bis zum Schluß der Kreidezeit. Bärtling wies mit Recht darauf hin, daß z. B. die beiden Grünsandlagen im Turon Anzeichen zweier Regressionen seien (1). Wir kennen dieses ruckweise, immer wieder von Regressionen unterbrochene Vordringen des Meeres in ähnlicher Weise n andern Becken und zu andern Zeiten, so z. B. im belgischen Tertiär (13). Studiert man das reiche Schrifttum über das westfälische Kreidebecken und berücksicht dabei jeden sich im Gebiet bietenden Aufschluß, so erhält man etwa folgendes Bild der Sediment-Verteilung im westfälischen Cenoman-Meer von der Küste nach der Beckentiefe zu:

1. Strandbildungen, sandig, kalkig, meist glaukonitisch (Geröllstrand mit Toneisensteinkörnern, Strandwallbildungen aus Muschelsanden, Klippen-Kalke).
2. Glaukonit-Mergel = Grünmergel, meist schwammführend.
3. Graue bis grauweisse Mergel.

Die unmittelbaren Strandbildungen sind nur da erhalten, wo sie das Meer bei einer späteren Regression nicht zerstörte, wo sie von ihm vielmehr mit Sedimenten strandfernerer Bildung überschüttet wurden. Wenn wir heute in unserem Cenoman Grünmergel über Toneisensteinkonglomerat oder über Strandwällen von Kalksanden beobachten, so müssen wir auf eine infracenomane Transgression schließen. Liegt dagegen ein Grünsand, wie z. B. im Falle der turonen Grünsande über grauem Mergel, also einem Gebilde etwas größerer Küstenferne, so ist der betreffende Grünsand eben das Anzeichen einer Regression. Man kann das Auftreten von Grünmergel bezw. Grünsanden nicht kurzer Hand als Regressionserscheinungen ansprechen, sondern muß bei der Beurteilung auch das Liegende heranziehen, will man nicht zu ganz irreführenden Ergebnissen kommen. Schon F. Römer gliederte das Essener Cenoman (Essener Grünsand) in ein unteres mit Toneisensteinkörnern und ein oberes ohne solche (7). Diese Gliederung zeigt zur Evidenz, daß in unserem Gebiet eine infracenomane Transgression nachweisbar ist. Mit der Transgression ändert sich die Fauna nicht ohne weiteres, soweit es sich um angedriftete Formen handelt. Die an die Fazies gebundenen Formen wechseln allerdings. So ist es nicht verwunderlich, daß in den untern Partien des Grünmergels eine der Konglomerat-Fauna in vieler Beziehung gleiche Tierwelt vorhanden ist. Erst längere Zeit nach der Transgression ist in unserm Cenoman eine wesentliche Änderung der Fauna vorhanden, insofern neue Arten einwandern. Man darf daher die durch epirogenetische Schwankungen bedingte Faziesänderung im Profil nicht zur Gliederung benutzen, sondern muß vielmehr nach einer solchen auf faunistischer Grundlage suchen. Eine solche Gliederung ist bisher nicht vorhanden. Die Schlüter'sche Dreigliederung ist im Gebiet völlig unbrauchbar, soweit meine Erfahrungen reichen (9). Sie beruht ja in erster Linie nur auf dem Vorhandensein zweier infracenomaner Re- und Transgressionen und der dadurch meist bedingten faziellen Änderung des Sediments. Stellenweise lassen sich die beiden genannten Transgressionen schwer oder gar nicht fassen, nämlich da, wo nach der Transgression noch die gleiche Fazies fortbestand. Dieser Fall ist gar nicht so selten. Er tritt allemal dann ein, wenn eine Fazies sehr ausgedehnt, die Verschiebung durch die Transgression aber demgegenüber geringer ist. Auch dieser Umstand spricht dagegen, epirogenetisch bedingte Grenzen

zur Gliederung einer Formation zu benutzen. Sehr lehrreich sind in der Beziehung einige Beobachtungen im Cenoman verschiedener Schächte im Norden von Essen. Ich konnte hier in dem Grünmergel über dem Konglomerat in drei Fällen einen Horizont nachweisen, ausgezeichnet durch das plötzliche Auftreten großer Sandsteingerölle mit Bohrmuschellöchern. Die Bergleute, denen dieses Vorkommen natürlich auch auffiel, nennen diese Gerölle sehr bezeichnend Ossenbüdel. Der Geröllhorizont markiert zweifellos die obere der beiden infracenomanen Oscillationen. Das Cenoman-Profil der fraglichen Schächte wäre demnach folgendes:

Labiatus-Mergel (l)	
::::::::::::::::::::::::::::	Oscillation.
Grün-Mergel (c 3)	
::::::::::::::::::::::::::::	Oscillation mit großen Geröllen.
Grün-Mergel (c 2)	
::::::::::::::::::::::::::::	Oscillation.
Toneisensteinkonglomerat (c 1)	
::::::::::::::::::::::::::::	Oscillation.
Carbon.	
::::::::::::::::::::::::::::	

Ersichtlich haben wir hier eine Parallele zu der Schlüter'schen Dreigliederung:

Zone des *Ammonites Rotomagensis* (c 3).
Zone des *Ammonites varians* (c 2).
Zone des *Pecten asper* (c 1).

An anderen Stellen ist nur ein Grünmergel über dem Carbon vorhanden, der manchmal aufgearbeitetes Toneisensteinkonglomerat führt.

Statt der bei uns versagenden Schlüter'schen Gliederung wird man vielleicht zu einer andern kommen unter Benutzung irgend einer Stammesreihe, welche innerhalb des Cenomans mutiert. Diese Studien können m. E. nur in Beckentiefe mit gleichbleibender Sedimentation erfolgen.

Bemerkenswert ist, daß sowohl in Belgien (3) wie in Sachsen (6) im Cenoman Oscillationen vorhanden sind, die dort ebenfalls zu Gliederungszwecken benutzt wurden.

	Belgien	Rheinl.-Westf.	Sachsen
Horizont des *Inoc. labiatus*	Dièves supérieures mit *In. labiatus*	**Labiatus-Mergel**	**Labiatus Pläner**
	Oscillation (nicht überall nachgewiesen)	**Oscillation**	**Oscillation**
Cenoman	Dièves inférieures mit *Actinocamax plenus*	Helle grüne Mergel und helle C3 Klippenkalke (Knollenkalke) mit *Actinocamax plenus*	„Zone“ des *Act. plenus* mit Klippenfacies
	Oscillation	**Oscillation**	**Oscillation**
	Tourtia von Mons. mit *Pect. asper*	Grünmergel	„Zone“ des *Pecten asper* mit Klippenfacies
	Oscillation	**Oscillation**	**Oscillation**
	Meules des Harchies m. Tourtia v. Tournai u. Tourtia v. Montigniers	Toneisenstein-conglomerat, C1 Heissener Muschelsand, Kassenberg-Tourtia	**Land- und Strandbildungen**
Ober-Gault	Meule de Brachegny	?	—

Erst ein genaues vergleichendes Studium des faunistischen Inhalts der verschiedenen Schichten in den oben genannten Gebieten wird es gestatten festzustellen, ob die zu beobachtenden Oscillationen Erscheinungen sind, welche gleichzeitig die ganze Küste der mitteleuropäischen Insel betrafen, wie oben angenommen, oder ob es sich um Teilundationen handelt. Jede Oscillation wird in Küstennähe eingeleitet durch eine Regression unter teilweiser Zerstörung der vorher gebildeten Sedimente, und dann folgt eine Transgression, welche die Küste meist weiter als zuvor landeinwärts verlagert unter Erweiterung des Beckens.

In Belgien kennt man, worauf mich Herr Stille freundlichst aufmerksam machte, im untersten Cenoman, der Meule des Harchies, besondere fazielle Ausbildungsformen, nämlich die Tourtia von Tournai und diejenige von Montigniers-sur-Roc. Bei diesen beiden handelt es sich um ausgesprochene Klippenfacies. In Taschen, selten bankartig, liegen gelbliche, sehr fossilreiche Kalke, deren Fauna zuerst d'Archiac eingehender beschrieben hat. Auch in Sachsen ist schon lange eine Klippenfacies des untersten Cenoman

bekannt. Man hat aber dort auch eine des oberen Cenoman gefunden (6). Aus unserm Gebiet war derartiges bisher nicht beschrieben. Erst im Jahre 1910 gelang es mir, am Kassenberg bei Mülheim in den Taschen der dort vom Kreidemeer ausgewaschenen Sandsteinfelsen eine ältere Klippenfacies (rote bis gelbe Kalke) mit Tournai-Fauna und darüber transgredierend eine jüngere (helle, schwach glaukonitische Knollenkalke) nachzuweisen. Letztere entspricht etwa dem c 3, erstere wohl dem c 1. Zur c 2-Zeit scheint keine Sedimentation auf dem Kassenberg erfolgt zu sein, oder aber deren Reste sind völlig abgetragen.

Eine bisher nicht bekannte Ausbildung des c 1 konnte ich in dem Bahneinschnitt Mülheim—Heißen nachweisen. Es handelt sich um einen mehrere Meter mächtigen cenomanen Strandwall, gebildet aus Muschelsand. Wir haben auf Mülheimer Gebiet also außer der normalen Ausbildung in Form von Strandablagerungen mit Toneisensteinkörnern noch eine Klippenfacies und eine Strandwallfacies, d. h. alle die Formen, welche sich noch heute an einer Küste mit wechselndem anstehendem Gestein (Schiefer und Sandstein) bilden, sie sind uns hier erhalten aus der ältesten Cenoman-Zeit. Zusammenfassend kann man sagen, c 1 ist gekennzeichnet durch Gerölle, bezw. Sande, daneben aber durch mehr oder weniger großen Kalkgehalt, der unzweifelhaft auf die großen Mengen zerstörter Muscheln usw. zurückzuführen ist. C 2 und c 3 sind bei Heissen und bei Mellinghofen in Form von Grünmergeln ausgebildet, die in den oberen Partien glaukonitarm werden. Hier findet sich der Horizont des *Actinocamax plenus*. Er entspricht dem c 3, also den oben erwähnten Knollenkalken vom Kassenberg. Diese Ausbildungsform scheint in flachem Wasser der ganzen Küste entlang erfolgt zu sein, denn Bärtling konnte gleiche Kalke von Unna bis Hörde feststellen (2). Sie führen, wie ich beobachtete, hier am Kassenberg, den küstenbewohnenden *Actinocamax plenus* und dessen Begleitfauna. Stille beobachtete ihn im obersten Cenoman von Lichtenau, im beckentieferen Cenoman, einmal (12). Diese Beobachtung stimmt gut mit der meinigen, wie auch mit denen von Michael (5) und Scupin (8). Das Bett des *Actinocamax plenus* liegt in Norddeutschland im obersten Cenoman. In den Mülheimer Profilen folgen über dem Cenoman mit scharfer Grenze die hellen Mergel des Labiatus-Horizontes. Die erste Turon-Transgression zeigt sich deutlich an. Das Cenoman ist, wie ich zuerst nachweisen konnte, mehr oder weniger bei einer kurzen vorhergehenden Regression zerstört, so z. B. auch in Essen und in der Umgegend von Bochum; kurz, ich glaube für unsere ganze Küste eine solche Regression annehmen zu dürfen gegen Ende der Cenomanzeit. Die nachfolgende Transgression griff weit über die

cenomane Küste hinaus, liegt doch bei Bochum usw. der Labiatus-Mergel teilweise unmittelbar dem Carbon auf. Allerdings ist dabei immer zu beachten, daß an solchen Stellen recht wohl durch die Regression das Cenoman vollständig abgetragen sein kann.

Unser Profil am Kassenberg zeigt sodann über dem Labiatus-Mergel wieder einen Grünsand, den Deicke früher als den zweiten Grünsand nach alter Lesart bezeichnete (4). Es wäre das der Bochumer Grünsand Bärtlings. Dieser Autor wie auch Joh. Böhm halten den Grünsand für untersenon. Ich kann mich dem neuerdings nicht mehr anschließen, denn die Fauna, soweit ich sie kenne, hat für die Annahme eines untersenonen Alters bisher keinen Beweis gebracht. Wohl aber spricht vieles dafür, daß es sich um den Bochumer Grünsand in einer bisher nicht bekannten küstennäheren und fossilreicheren Ausbildung mit Bohrgängen im Untergrund handelt. Zunächst einmal liegt der Grünsand, wo immer er von mir bei Essen und Mülheim beobachtet wurde, stets auf dem, allerdings infolge einer Regression stark reduzierten Labiatusmergel, so z. B. am Kassenberg im Rauenschen Bruch und der Beckerschen Ziegelei, dann bei Speldorf, wo er früher als Formsand gegraben sein soll, ferner bei Heißen, wie ich 1919 nachwies und endlich am Steeler Berg in Essen, 1909 von mir beobachtet. Letzteres Vorkommen bedarf noch der Nachprüfung, da auch glaziale Umlagerung vorliegen kann. Ferner ist der Bochumer Grünsand sicher nachgewiesen in dem Schachtprofil der Zeche Kronprinz, etwa 2 km nördlich des Heißener Vorkommens. Dort haben wir zu unterst auf dem Carbon wieder den Strandwall, dann Konglomerat und Grünmergel, darauf den Labiatusmergel (nur 15 m mächtig) und dann den Bochumer Grünsand, also genau die Folge wie bei Heißen. Zudem wurden beim Abteufen eines Wetterschachtes der Zeche Heinrich im Norden von Essen an der Unterkannte des Bochumer Grünsandes gefüllte Bohrgänge gefunden, wie sie so charakteristisch sind für die obere Labiatus-Grenze am Kassenberg und bei Heissen. Ich stehe demnach nicht an, den fraglichen Grünsand als den Bochumer anzusprechen, bis ich durch sichere Leitfossilien eines Bessern belehrt werde. Die noch nicht abgeschlossene Faunenarbeitung durch Herrn Joh. Böhm und Fiege werden hoffentlich bald Klarheit bringen. Wenn ich auch an die untersenone Transgression Bärtlings glaube (1), so bezweifle ich doch, daß sie bisher irgendwo in unserem südlichen Randgebiet nachgewiesen ist. Vielmehr habe ich durchaus den Eindruck, daß bei Essen und Mülheim überall auf das Cenoman das vollentwickelte, nur in der Mächtigkeit reduzierte Turon folgt, in dem der Bochumer Grünsand ganz sicher und der Soester wenigstens noch andeutungsweise nachweisbar ist. Bärtlings Grünsand unbekannten Alters (co 3—4)

auf Blatt Essen (3) ist meines Erachtens z. T. Bochumer Grünsand, z. T. diluvial verschleppter Grünsand. Ueber dem Turon folgt unterer Emscher mit *Inoceramus Koeneni* und der obere mit *Inoceramus involutus*. Zeichen für eine Emscher-Regression konnte ich bisher nicht nachweisen.

Wir kommen also zu dem gleichen regelmäßigen Aufbau des Deckgebirges bei Essen und Mülheim wie weiter im Osten. Es ist selbstverständlich, daß nach dem Beckenrande zu die Mächtigkeit der einzelnen Schichten mehr oder weniger reduziert ist, teils wegen geringerer Sedimentation, teils wegen stärkerer Abtragung bei der Regression.

Unsere Kreide ist oft weitgehend verhüllt mit Resten des Diluviums. Besonders schön ist dessen Ausbildung in den oben genannten Mülheimer Profilen zu sehen. Zusammenfassend ergibt sich nach meinen Festellungen etwa folgendes Bild:

Bis unterhalb Werden lässt sich im Verlaufe des Ruhrtales eine hochgelegene Ruhr-Terrasse nachweisen, die weiter im Osten von der Preuß. Landesanstalt als fragliches Pliozän bezeichnet wird (3). Sie hat bei Werden etwa eine Höhenlage von 120 m über N. N. Rund 20 m tiefer liegt die Hauptterrasse der Ruhr, welche allem Anscheine nach bei Steele zeitweilig nach Norden durchbrach, im übrigen aber sich dem heutigen Ruhrtale anschliesst. Bei Kettwig etwa mündete zur Hauptterrassenzeit die Ruhr in den Rhein. Ihre Schotter liegen auf der Hochfläche des rechten Ruhrufers in einer Mächtigkeit bis zu 8 m und lassen sich über Heißen bis nach Bottrop im Norden von Essen verfolgen. Auf die Hauptterrassenzeit folgte eine starke Erosionstätigkeit, welche in großen Zügen das heutige Relief des Gebietes schuf. Die nachfolgende Vereisung machte sich zunächst durch Aufschottern der Flüsse, ja selbst der kleinsten Seitentäler bemerkbar. Letztere wurden zum Teil mit Löß (älterer) erfüllt, welcher bei Heißen Conchylien lieferte (10). Das Eis drang zunächst in den Tälern vor, Sande vor sich herschüttend. Bei Heißen und an der Monning bei Duisburg konnte Verfasser rückläufige Schwankungen des Eisrandes feststellen, bei denen Sande und Kiese über der Grundmoräne zur Ablagerung kamen. Endlich drang das Eis in geschlossenem Zuge über Berg und Tal vor, häufig den Untergrund stauchend, so bei Heißen z. B. die Kiese der Hauptterrasse, sowie die Ablagerungen des oben erwähnten Vorstoßes. Die Südgrenze des Eises lag von Kupferdreh an südlich der Ruhr und verlief bis ins Rheintal etwa in der Richtung WSW. Nach dem Abschmelzen des Eises erfolgte im Ruhrtal die völlige Aufschotterung der Mittelterrasse, desgleichen im Emschertal die Ablagerung Kiesen und Sanden mit eingeschwemmten Lößschnecken. Die Seitentäler füllten sich mit Gehängelöß, welcher

die gleichen Conchylien führt, wie der ältere Löß. Die Höhen und Berghänge, so auch Mittel- und Hauptterrasse der Ruhr, wurden mit mächtigen Lößlagen bedeckt. Ruhr- und Emschertal wurden durch eine neue Erosion vertieft und die Niederterrasse aufgeschottert. Postglacial erfolgte dann noch eine weitere Erosion und anschließend die Aufschotterung der heutigen Talau.

Benutzte Literatur.

1. Bärtling, Transgressionen, Regressionen und Faciesverteilung in der Mittleren und Oberen Kreide des Beckens von Münster. Zeitschr. d. Dt. geol. Gesellschaft. Abhdl. Bd. 72 1920. 161.
2. — Geologische Karte von Essen. 1923.
3. Cornet, Jules, Géologie. 1904, Bd. I.
4. Deicke, Beiträge zur geognostischen und paläontologischen Beschaffenheit der unteren Ruhrgegend. I. Beitrag: Tourtia in der Umgegend von Mülheim a. d. Ruhr, Mülheim 1876. II. Beitrag: Die Brachiopoden der Tourtia von Mülheim a. d. Ruhr. Mülheim 187S.
5. Michael, Cenoman und Turon in der Gegend von Cudowa in Schlesien. Deutsch. geol. Gesellschaft. 1893.
6. Petrascheck, Studien über Faciesbildungen im Gebiete der sächsischen Kreideformation. Isis. Dresden. Jahrgang 1899.
7. Roemer, Ferd. Die Kreidebildungen Westfalens. Diese Zeitschrift. 1854.
8. Scupin, Die Löwenberger Kreide und ihre Fauna. Palaeontographica 1912/13. Suppl. Bd. VI.
9. Schlüter, Cephalopoden. Cassel 1871/76.
10. Steusloff, *Succinea antiqua* Colbeau, eine Lößschnecke aus dem Diluvium des Niederrhein-Gebietes. Die Eiszeit, Zeitschrift für allg. Eiszeitforschung. Leipzig 1925. Bd. I. Heft. 2.
11. Stille, Zur Kenntnis der Dislokationen, Schichtenabtragungen und Transgressionen im jüngsten Jura und in Kreide Westfalens. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Landes-Anstalt. Bd. XXVI. H. 1. 1905, 103.
12. Stille, *Actinocamax plenus* aus norddeutschem Cenoman. Deutsch. Geol. Gesellschaft. Mon. Ber. Nr. 3. Jahrg. 1905, 159.
13. Stille, Studien über Meeres- und Bodenschwankungen. Nachrichten der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen Mathematisch-physikalische Klasse. 1922.

(Mitteilung des Museums der Stadt Essen für Natur- und Völkerkunde.)

Trans- und Regressionen in der oberen Kreide der Essener Umgebung.

Von W. Löscher (Essen).

Bekanntlich hat sich Bärtling schon 1920 zu der Frage der Trans- und Regressionen in der mittleren und oberen Kreide des Beckens von Münster geäußert[1]). Fast zu gleicher Zeit (9. 5. 1920) führte ich die Essener Ortsgruppe der Geologischen Gesellschaft für den Niederrheinisch-Westfälischen Industriebezirk zum Kassenberge bei Mülheim und entwickelte dort meine Ansicht zu der obigen Frage. Der damals von mir vertretene Standpunkt ist im „Glückauf" (1921, Nr. 21) unter dem Titel „Kreideaufschlüsse am Kassenberge bei Mülheim-Broich" veröffentlicht worden. Seitdem hat sich manches in meinen Auffassungen geändert oder erweitert. Hierüber soll der heutige Vortrag handeln. Im Großen und Ganzen stimme ich mit Herrn Bärtling überein, wie ja auch ein Vergleich der beiden Arbeiten zeigt.

Das Cenomanmeer fand bei seiner ersten Transgression nicht eine ebene Karbonlandschaft, sondern ein infolge der verschiedenartigen Beschaffenheit der Schichten morphologisch in mehr oder weniger schwache Täler und Höhenzüge gegliedertes Gelände vor. Das läßt sich im Essener Gebiet durch Ermittlung der Unterkante des Cenomans in den gelegentlichen Aufschlüssen leicht feststellen. Die Karbonsandsteinbänke hoben sich auch damals schon gegenüber den weicheren Schieferschichten heraus. Bedenkt man, daß zur ganzen Cenomanzeit das Essener Gebiet küstennah lag, so ist es verständlich, daß gerade hier sich die Trans- und Regressionen des Meeres gut ausprägten und nah gelegene Aufschlüsse infolge verschiedener biologischer Verhältnisse (Tiefe usw.) verschiedenartige Ausbildung, namentlich fazieller Art zeigen. Die paläontologische Gliederung des Cenomans, wie sie Schlüter[2]) gegeben hat, ist für das Essener Gebiet nicht aufrecht zu erhalten. Einmal findet man *Pecten asper* zusammen mit *Schloenbachia varians*, andermal mit *Acanthoceras Rhotomagense*, und zwar in Schichten, die unmittelbar auf dem Karbon liegen. Für den ersten Fall nenne ich Sevinghausen bei Wattenscheid, für den letzteren Fall den Aufschluß, der beim Brückenneubau am Rüttenscheider Bahnhof frei gelegt wurde (Herbst 1923). Wohl

1) Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., 72. Bd., Abh. S. 161.

2) Schlüter. Die Cephalopoden der oberen deutschen Kreide, Palaeontographica 1871—76.

unterscheiden sich die im Essener Gebiet liegenden Aufschlüsse durch das Vorherrschen bestimmter Fossilformen, so Sevinghausen durch starkes Hervortreten der Cephalopoden und verschiedener Muschelformen, Mellinghofen durch das stärkere Auftreten der verschiedenen Ostreen, Seeigel und Kalkschwämme, sowie kleinformiger Terebrateln, der Kassenberg durch den Schneckenreichtum usw. Diese Erscheinungen sind in erster Linie faziell begründet, z. T. vielleicht auch durch Altersunterschied.

Petrographisch kann man m. E., wenn man von der Zone des *Actinocamax plenus* Bl. mal absieht, 2 Stufen unterscheiden, eine untere, meist als Toneisensteinkonglomerat, aber örtlich je nach Beschaffenheit des unterlagernden Karbons verschieden ausgebildete Stufe mit reichem Fossilinhalt und eine obere Stufe eines fossilarmen, glaukonitischen Mergels.

Dieses Profil läßt sich überall da feststellen, wo von vorneherein zur Bildungszeit tiefere Verhältnisse vorlagen, also in den Tälern der Karbonoberfläche. Gut ausgebildet finden sich diese beiden Stufen im großen Steinbruch am Papenbüschchen in Mülheim-Mellinghofen. Die obere Stufe hat aber nichts mit der Varians-Zone zu tun, sondern könnte eher den fossilarmen Rhotomagensis-Mergeln weiter östlich entsprechen, wenn *Acanthoceras Rhotomagense* im Essener Gebiet nicht schon in den liegenden Schichten beobachtet wäre.

Die untere Stufe zeigt an manchen Stellen, z. B. bei den zahlreichen Aufschlüssen, die ich vor dem Kriege bei Neubauten in Essen-West gesehen habe, eine schnelle Aufeinanderfolge von blaugrünen Tonbänken und tonigen Toneisensteinkonglomeratbänken als Ausdruck der fortwährenden Trans- und Regressionen schon zur unteren Cenomanzeit. An Stellen tieferer Bildung zeigt die untere Stufe mit ¾ m Abstand zwei härtere Kalkbänke von etwa 30 cm Mächtigkeit (Mellinghofen, Clausiusstr. Essen-West), in Rüttenscheid (Haumannsplatz, Rüttenscheider Bahnhof) anscheinend nur eine.

Die obere Cenomanstufe stellt bereits die erste größere Regression dar, die z. T. den Kassenberg mehr oder weniger ganz entblößte und die Umbildung der dort zurückbleibenden Cenomanbildungen in den taschenförmigen Einsenkungen in Brauneisenstein und die Umwandlung der Steinkerne von Schnecken usw. in Phosphorite veranlaßte. Daß diese letztere Umwandlung bereits zu dieser Zeit vor sich ging, folgt daraus, daß bereits in den fossilarmen glaukonitischen Tonen der oberen Stufe, wie sie z. B. in Mülheim-Speldorf bei einer Höhenlage von 35 m erschlossen worden sind (Kassenberg bei etwa 80 m), Phosphoritsteinkerne des unteren Cenomans schon auftreten. Auch ein in Mellinghofen gefundener Steinkern einer Schnecke spricht in seiner abweichenden Ausbildung für diesen Umstand. Diese Erscheinung spricht

auch dafür, daß bereits zur Cenomanzeit eine niederrheinische Bucht vorhanden war.

Rätselhaft bleibt die sicherlich schon ursprünglich vorhandene, fossilarme Beschaffenheit der oberen Stufe, die schon das Herannahen einer starken Veränderung der biologischen Verhältnisse andeutet.

Mit dem Turon setzt die zweite große Transgression ein, die die Cenomantransgression an Ausmaß erheblich übersteigt. Die Turon- oder noch besser die Labiatus-Transgression stellt das weiteste Uebergreifen des Kreidemeeres in hiesiger Gegend überhaupt dar. Sie setzt ein mit der schon von Schlüter unter Beziehung auf französische Verhältnisse eingeführten Zone des *Actinocamax plenus* Bl., die bekanntlich von Bärtling und Böhm bestritten wird[1]). Ich habe bereits 1916[2]) mich auf Grund der Beobachtungen in der Essener Umgebung für die Beibehaltung dieser Zone ausgesprochen und muß dieses auch heute noch trotz der 1920 von Bärtling wiederholten Behauptung tun. Bärtling stützt sich hierbei besonders auf die Aufschlüsse in Sevinghausen und Bilmerich. Ich habe in Sevinghausen trotz wiederholten Suchens noch nie einen *Actinocamax plenus* Bl. im Cenoman gefunden. In Bilmerich findet sich das Cenoman z. T. nicht in normaler, sonder ähnlicher Ausbildung wie am Kassenberge. Hier liegt vielfach in oberen Cenomanschichten oder noch jüngeren Schichten älteres, aufbereitetes Cenoman vor. Ich weise auf Römers Abbildung der Kreide bei Bilmerich hin [3]).

Man kann verschiedener Ansicht sein, ob die unbedingt aufrecht zu erhaltene Zone des *Actinocamax plenus* Bl. als oberstes Cenoman oder als unterstes Turon aufzufassen ist. Am Kassenberge tritt dieses Leitfossil zusammen mit typischen Cenomanversteinerungen in einer Fossilbreceie von hellgrauer, schwach glaukonitischer Farbe auf. Es scheinen eine Reihe cenomaner Tierformen, namentlich Terebrateln und *Cidaris*-Arten, noch einmal wieder aufzuleben. Daneben treten aber eine Reihe neuer Tierformen, wie z. B. *Galerites subsphaeroidalis*, *Ptychodus decurrens*, *Synhelia gibbosa* und vor allem Rudisten-Arten auf, die das Eintreten neuer Lebensbedingungen, die schon mehr an die Labiatus-Zeit erinnern, hindeuten. An anderen Fundorten, Mellinghofen, Speldorf und Essen, tritt *Actinocamax plenus* Bl. in den hellgrauen, schwach glaukonitischen Uebergangsmergeln zwischen der vorhin erwähnten oberen Cenomanstufe und den eigentlichen Labiatusmergeln auf. Aus petrographischen und palaeontologischen Gründen möchte ich daher die Zone des *Actinocamax plenus* Bl. in Uebereinstimmung mit Schlüter als unterstes Turon auffassen.

---

1) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1909, S. 404; Monatsber. 1911, S. 247; Monatsber. und ebenda 1920, Abh. S. 185.

2) Ebenda, S. 39 Monatsber.

3) Verhandl. des Naturhist. Vereins für Rheinl. und Westf. 18.

Aus den Verhältnissen am Kassenberge läßt sich schließen, daß nach Ausbildung der Zone des *Actinocamax plenus* Bl. nochmals eine Regression erfolgte; denn einmal findet man stark abgerollte, wieder aufbereitete Fossilien dieser Zone vor. Alsdann gehören aber auch die hier auftretenden überlagernden Mergel der oberen, helleren glaukonitärmeren oder glaukonitfreien Zone des *Inoceramus labiatus* an, während bei vollständiger Ausbildung dieser Zone eine untere mehr oder weniger stark glaukonitisch ausgebildete und eine obere hellere, mit härteren Bänken durchsetzte Stufe zu unterscheiden ist. Ob der Labiatus-Mergel, wie Herr Kahrs [1]) meint, als eine Wattenmeerbildung anzusehen ist, lasse ich dahingestellt. Auch im Labiatus-Mergel lassen sich am Südrande des münsterschen Kreidebeckens, wie auch in der Essener Umgebung fazielle Verschiedenheiten feststellen. Man vergleiche nur einmal die verschiedene Ausbildung des Leitfossils *Inoceramus labiatus* Schl. von den verschiedenen Fundorten. Das Auftreten großer Steinkerne von *Pachydiscus peramplus* Mant. und überhaupt anderer Cephalopoden in den oberen Labiatus-Schichten scheint gegen eine Wattenmeerbildung wenigstens zu dieser Zeit zu sprechen. Allerdings kann man teilweise von einer Kümmerungsfauna dieser Zone sprechen, sowohl bei *Inoceramus labiatus* selbst, als auch bei den Terebrateln und Seeigeln. Es dürfte interessant sein, die biologischen Bedingungen dieser Zone mal für das ganze westfälische Kreidegebiet zu untersuchen. Ich glaube, diese Sondererscheinungen sind auf klimatische Verhältnisse zurückzuführen.

Der Bochumer Grünsand, der in hiesiger Gegend m. E. als Aequivalent der Lamarcki-Zone anzusehen ist, stellt die zweite größere Regression dar. Wir finden ihn am Westdeutschen Eisenwerk in Kray, im Volksgarten in Kray und anscheinend auch am Bahnhof Kray-Nord. Er ist gerade nicht fossilarm, sondern teilweise sogar sehr reich an Fossilien; allerdings sind diese meist ausgesprochene Kümmerungsformen, was man sonst i. A. für diesen Horizont nicht sagen kann. Ich erinnere nur an die von mir bearbeitete Galeritenfazies dieses Horizontes in der Ahauser Gegend, die z. T. von dem Leitfossil *Inoceramus Lamarcki (=I. Brongniarti)* über ½ m große dickschalige Formen aufweist.

Die Trans- und Regressionsverhältnisse des oberen Turons liegen in der Essener Gegend nicht so klar wie die der bereits geschilderten tieferen Schichten. Scaphiten- und Schloenbachi-Schichten (benannt nach *Inoceramus Schloenbachi* Böhm (= *I. Cuvieri* Goldf.) sind heute in der Essener Gegend kaum aufgeschlossen. Vor dem Kriege fand sich ein guter Aufschluß in diesen Schichten bei dem Bau der Nebenproduktenanlagen der Zeche Bonifatius-Kray. Hier waren nach m. A. in den tieferen Schichten Scaphiten-Schichten mit häufigerem Vorkommen des *Spondylus*

1) Essener Anzeiger vom 12. 1. 1924.

spinosus Sow., in den oberen Schichten *Schloenbachi*-Schichten mit stark variierenden Formen von *Inoceramus Schloenbachi* Böhm aufgeschlossen. Der ganze Schichtenverband war stark glaukonitisch ausgebildet, d. h. für die hiesige Gegend hielt die Regressionszeit vom Bochumer Grünsand bis zum obersten Turon hindurch an. Die weiter im Osten auszuscheidende dritte Regression des Soester Grünsandes läßt sich hier nicht feststellen, da die *Schloenbachi*-Schichten gegenüber den Scaphitenschichten einen stärkeren Verwitterungsgrad zeigten. Auch in der Ahauser Gegend zeigen Lamarcki- und Scaphitenschichten gegenüber den Labiatus-Schichten eine verhältnismäßig geringere Ausbildung, was z. T. auf die anhaltende Regression zurückzuführen sein dürfte. Das Profil des Barbara-Schachtes in Essen, das zur Tagung in der Essener Bergschule neu aufgestellt war, zeigt die gesamten Turonschichten, die etwa von 84 m bis 53 m reichen, in mehr oder weniger gleichmäßiger glaukonitischer Ausbildung. Allerdings liegt bei 56 bis 61 m ein glaukonitisch stärker und auch in stärkerer grüner Farbe ausgebildeter Horizont, der vermutlich dem Soester Grünsand entspricht.

Eine merkwürdige Stellung nimmt der Emscher ein. Nördlich von Essen erreicht er bereits eine ziemliche Mächtigkeit, während er südlich von Essen ganz fehlt. Bei Kray (am Mechtenberge) erfolgt m. E. ein allmähliches Uebergehen von Turon in Emscher. Ein Uebergreifen des Emschers über seine heutige südliche Grenze muß wohl angenommen werden, wieweit dieses aber geschehen ist, ist fraglich. Ich kann heute nicht mehr die früher (Glückauf 1921) vermutete Ansicht vertreten, daß am Kassenberge etwa noch Emscher auftritt, sondern halte diese Schichten für Untersenon. Die petrographisch gleichmäßige Ausbildung des Emschers als ein grauer glaukonitischer Mergel spricht in Verbindung mit dem Fehlen des Emschers weiter südlich dafür, daß der Emscher als eine langanhaltende Senkungszeit aufzufassen ist, während welcher Senkung und Ablagerung (Sedimentation) fast gleichen Schritt hielten, sodaß wir in der hiesigen Gegend für einen großen Teil des Emschers ziemlich gleiche Verhältnisse antreffen. Anscheinend war gerade zur Emscherzeit im ganzen Gebiete des westfälischen Kreidemeeres die Senkung sehr groß. Da sich aber für diese Annahme im Gebiete des unter der Kreide erschlossenen Karbons keine Anhaltspunkte finden, der Emscher aber auch wohl nicht erheblich weiter nach Süden übergegriffen hat, so möchte ich diese Emschersenkung mit der bekannten Ennepestörung in Verbindung bringen.

Das Untersenon stellt eine erneute starke, dritte Transgression dar, die nochmals erheblich nach Süden übergriff und wahrscheinlich viele ältere Kreidebildungen zerstörte. Während der Turon- oder Emscherzeit müssen vorübergehend aber auch die Kreideschichten der Essener Umgebung als Landoberfläche frei dagelegen haben. Hierauf deutet

die teilweise lehmig verwitterte Grenzschicht des Labiatus-Mergels gegen das Untersenon im Bahneinschnitt bei Mülheim-Heißen hin. Die Untersenon-Transgression ist in den Aufschlüssen am Kassenberge bei Mülheim-Broich und im Bahneinschnitt bei Heißen besonders gut zu verfolgen. In beiden Aufschlüssen lagert Untersenon auf z. T. zerstörtem Labiatus-Mergel und zeigt an seiner Basis ein schwaches (5 cm) Transgressionskonglomerat mit Phosphoriten. Unter diesen Phosphoriten treten auffällig häufig Steinkerne der verschiedensten Cenomanversteinerungen auf, wie sie am Kassenberg in der typischen Tourtiabildung vorkommen. Ich erwähne Steinkerne von *Schloenbachia varians* Sow, *Nautilus* spec. *Natica* sp., usw. Auffällig ist, daß unter den Phosphoritsteinkernen dagegen Turon- oder gar Emscherfossilien fehlen Im südlichen Teile des Rau'schen Bruches am Kassenberge und z. T. auch im Weyand-schen Bruche liegt das Transgressionskonglomerat unmittelbar auf dem Karbon. Das Untersenon-Meer hat also frei daliegende Reste des Cenomans aufgegriffen und diese teilweise weit meereinwärts verfrachtet. Vor zwei Jahren beobachtete ich z. B. im Profil des Franz-Haniel-Schachtes bei Sterkrade an der Grenze zwischen Emscher und Untersenon ein Transgressionskonglomerat, in dem ich ebenfalls einen Phosphoritsteinkern eines Cenomanfossils, nämlich *Cardium Michelini* d'Arch. fand. Sorgfältige Beobachtungen der beiden Schachtprofile I und II ergaben dann, daß das Transgressionskonglomerat im Profil I bei 118 bis 124 m, im Profil II bei 109,5 bis 116 m lag Herr L. Riedel-Essen fand dann noch weiter an Cenomanversteinerungen im Transgressionskonglomerat des Franz-Haniel-Profiels

1. verschiedene, nicht näher zu bestimmende Steinkerne von Schnecken,
2. Phosphoritsteinkerne von *Baculites baculoides* Mantell,
3. *Schloenbachia Coupei* Sow., Phosphoritsteinkern,
4. *Ptychodus decurrens* Ag.

Auch hier wurden unter den Phosphoriten Fossilien jüngerer Kreidehorizonte nicht gefunden, also auch wieder ein Zeichen, daß die Untersenontransgression schon etwas weiter südlich freigelegtes Cenoman vorfand. In dem Transgressionskonglomerat des Franz-Haniel-Schachtes fand Herr Riedel auf primärer Lagerstätte einen *Actinocamax grannulato-westfalicus*, der die Schichten als Uebergangsschichten zwischen oberem Emscher und Untersenon kennzeichnet. Auch ein Exemplar eines *Inoceramus* cf. *nasutus* Wegner spricht für dieses Alter. Der Phosphorit-Horizont wird von fossilarmen, glaukonitischen Sanden überlagert, in denen Herr Riedel im Schachtprofil II bei 109 m *Inoceramus* cf. *tuberculatus* Woods fand. Dieser Fund spricht dafür, daß die hangenden Schichten bereits dem Untersenon angehören. Die Uebereinstimmung der Verhältnisse am Kassenberge und im Hanielprofil spricht dafür, daß die Transgression am Kassenberge und bei Heißen bereits dem Untersenon an-

gehört und nicht etwa noch dem Turon angehören kann. Im Franz Haniel-Profil sind außerdem in tieferen Schichten Phosphorithorizonte nicht beobachtet worden. Daß die Phosphoritsteinkerne des Cenomans soweit nach Norden übergreifen, spricht für verhältnismäßig steilen Abfall des Meeresbodens zur Untersenonzeit. Zwischen dem Cenoman des Kassenberges und dem Phosphorithorizont des Franz Haniel-Profils besteht ein Höhenunterschied von 130 m. Auch in dem Schachtprofil von Osterfeld IV beobachtete ich ein solches Transgressionskonglomerat an der Grenze von Emscher und Senon. Dieses Transgressionskonglomerat ist daher als Grenze zwischen Emscher und Senon anzusehen.

Im Untersenon treten zwischen den Aufschlüssen am Kassenberge und in dem Schleusenbecken bei Solbad Raffelberg anscheinend auch erhebliche fazielle Unterschiede, sowohl petrographisch wie paläontologisch auf. Am Kassenberge sind die Schichten stark glaukonitisch-sandig, bei Raffelberg stark glaukonitisch-tonig. In beiden Aufschlüssen ist *Ostrea semiplana* Sow. vorherrschend, dagegen sind die Begleitfaunen verschieden. Daher scheint auch zur Untersenonzeit die niederrheinische Bucht bestanden zu haben. Hierdurch dürfte sich dann auch das weite Uebergreifen des Untersenon-Meeres nach W. hin erklären.

Abgesehen von den Aufschlüssen bei Mülheim tritt das Untersenon in der Essener Gegend erst weiter nach Norden im Kanalbett des Rhein-Herne-Kanals bei Altenessen und Bottrop auf. Bärtling schreibt zwar (a. a. O. 1920, S. 202), daß „die Höhen der Umgebung von Stoppenberg bei Essen Versteinerungen des Untersenons führen," und äußerte diese Ansicht auch auf der Essener Tagung. Von Herrn Riedel und mir in der Rotthauser Gegend gesammelte Emscher-Fossilien lassen aber diese Behauptung nicht weiter bestehen.[1]) In der Bottroper Gegend ist das Untersenon in lückenloser Folge vom Kanalbett über den Vonderberg, die Ziegelei Heiermann bis zur Ziegelei Bremer zu verfolgen. Die Schichten gehen auf dieser Linie allmählich in immer jüngere Schichten über. In der Ziegelei Bremer liegen Schichten des unteren Quadratensenons vor. Alle Untersenonbildungen der Bottroper Gegend sind küstennähere oder seichtere Bildungen. Sie stellen wieder eine ziemlich gleichmäßig verlaufene Senkungszeit dar.

Das Vorkommen von Obersenon in der S.-W.-Ecke des westfälischen Kreidebeckens mußte bisher als fraglich bezeichnet werden. Zwar erwähnt schon F. Roemer[2]) das Vorkommen von *Belemnitella mucronata*

1) Nachträgliche Bemerkung: Siehe die inzwischen im Glückauf 1924, Nr. 48 veröffentlichte Arbeit von L. Riedel „Die Fauna des Emschermergels im Norden von Essen".

2) 1854, Verhandl. d. Naturhist. Vereins f. Rheinl. u. Westf.

bei Osterfeld und Sterkrade. Doch sind die Angaben Roemers so unzureichend, daß sich die damals vorliegenden Verhältnisse nicht nachprüfen lassen. 1873 und 1874 erwähnt Schlüter[1]) das Vorkommen von *Belemnitella mucronata* in der Quadratenkreide von Osterfeld. Schlüter hat aber anscheinend das Exemplar selbst nicht gesehen. Auffällig ist allerdings der petrographische Unterschied des Mergels aus der Mergelgrube bei Osterfeld gegenüber den benachbarten Formsanden am Vonder- und Donnerberg und auch gegenüber dem Schachtprofil Osterfeld IV. Ob diese Erscheinung schon durch eine größere randliche Verwerfung der niederrheinischen Bucht zu erklären ist, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Die Möglichkeit besteht aber jedenfalls, daß bei Osterfeld schon jüngere Schichten vorliegen.

Nun zeigen aber die unteren Quadraten-Schichten der Ziegelei Bremer südwestliches Einfallen, sodaß auch aus diesem Grunde nach W. zu jüngere Schichten zu erwarten sind. Die Abteufung der Franz Haniel-Schächte hat nun im Schachtprofil I bei 11 m, im Schachtprofil II bei 13 m mehrere Exemplare von *Ananchytes (Echinocorys) ovata* var. *magna* ergeben, die bekanntlich dem Obersenon angehört. Mir ist diese Form bisher aus dem westfälischen Untersenon nicht bekannt geworden. Die Seeigel fanden sich in den Kreidemergeln unmittelbar im Liegenden des Diluviums. Sie zeigen guten Erhaltungszustand und lagen offenbar auf ursprünglicher Lagerstätte. Die liegenden Kreideschichten stellen bereits typisches Quadratensenon dar. Nach diesen Funden liegt also durchaus die Möglichkeit vor, daß im Bereiche der niederrheinischen Bucht auch Obersenon ausgebildet gewesen ist. Ob hier wie bei Aachen eine erneute Transgression oder ein normaler Uebergang vorliegt, ließ sich nicht feststellen.

Zur Frage der westfälischen Galeritenbildungen[2]).

Von W. Löscher (Essen).

In den Erläuterungen zu dem Blatt Salzgitter empfiehlt H. Schroeder[3]), den Namen „Galeritenschichten" fallen zu

---

1) Verhandl. d. Naturhist. Vereins f. Rheinl. u. Westf. Sitzungsbericht S. 226 bezw. S. 257.

2) Vergl. hierzu W. Löscher, Die westfälischen Galeritenschichten mit besonderer Berücksicht. ihrer Seeigelfauna. Inaug.-Diss. 1910 (N. Jahrb. f. Min. usw. Beil. Bd. XXX) und W. Löscher, Die westfälischen Galeritenschichten als Seichtwasserbildung. Z. d. Deutsch. Geol. Ges. 1912, Monatsber. S. 341.

3) Lieferung 174 der Erläuterung z. Geol. Karte von Preußen, S. 96, 1912.

lassen, da die galeritenreichen Schichten bei Salzgitter den Uebergangsschichten zu den Scaphitenschichten angehören, in Westfalen dagegen den unteren Brongniartischichten. Da also die Galeritenfazies keine scharfe Altersbestimmung darstellt, möchte ich mich dem Vorschlage Schroeders anschließen, wenn auch die fossilreichen Bänke mit starkem Vorherrschen der Galeriten i. A. doch auf die Brongniarti-Schichten beschränkt zu sein scheinen. Allerdings scheinen andere Galeriten-Arten in anderen Horizonten ähnliches Vorkommen zu zeigen. Es dürfte sich empfehlen, von einer „Galeritenfazies" zu sprechen, da ja auch wohl besondere biologische Gründe die Veranlassung zur Ausbildung dieser Ablagerungen gewesen sind. Bei der Exkursion zwischen Goslar und Harzburg im Anschluß an die Tagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft zu Hannover 1920 ließ H. Schroeder meine Frage nach der Ursache der Galeritenbildungen offen. Ich nahm damals Veranlassung, die Aufschlüsse bei Salzgitter selbst aufzusuchen, da sich mir während der Anfertigung der Doktorarbeit hierzu keine Gelegenheit geboten hatte. Dies war umso günstiger, als ich vor der Tagung auch noch mal die westfälischen Aufschlüsse abgegangen war.

Die Galeritenfazies der Brongniartischichten ist namentlich durch das Auftreten zweier Fossilien gekennzeichnet, der Galeriten und der *Terebratula Becksi* A. Roemer. Es ist auffällig, daß mitunter an Galeritenbildungen nah benachbarten Stellen in gleichaltrigen Bildungen weder ein Galerit noch eine *Terebratula Becksi* zu finden ist. So weist auch H. Schroeder a. a. O. nochmals auf die schon von Schloenbach beobachtete Erscheinung hin, daß bei Salzgitter in dem dem Fleischerkamp benachbarten Aufschlusse am Ringelberge (Entfernung in der Luftlinie 750 m) bisher kein einziger Galerit gefunden sei, obwohl hier das Turon in vollständiger Schichtenfolge aufgeschlossen ist. Auch in Westfalen sind die Brongniartischichten i. A. von Galeriten gänzlich frei. Eine vergleichende Betrachtung der Galeritenfazies bei Salzgitter und in der Ahauser Gegend zeigt, daß beide Fundorte an tektonisch ausgezeichneten Punkten liegen. Der Fleischerkamp bei Salzgitter liegt auf dem sogenannten Gitterschen Vorsprung, einer tektonischen Eigenart des Salzgitterner Höhenzuges, mit der das Vorkommen der Zechensteinsalze dort in Verbindung steht. Die Galeritenbildungen an der Westgrenze Westfalens bei Ahaus, Stadtlohn usw. liegen ebenfalls auf tektonisch besonders ausgezeichneten Stellen. Wie Brunnenbohrungen zwischen Wüllen und Ahaus ergeben haben, schneiden die weißen Galeritenkalke nach O zu plötzlich ab. Ebenso haben Flachbohrungen bei Hundewick zwischen Stadtlohn und Südlohn ergeben, daß auch hier nach O. zu die Galeritenkalke plötzlich abschneiden. Vermutlich scheint es sich hier um eine größere, nach NO. verlaufene Verwerfung zu handeln. Oestlich Ahaus und Hundewick treten untersenone Schichten auf.

Wegner[1]) ist der Ansicht, daß die turonen Kreidebildungen am W-Rande des westfälischen Kreidebeckens eine bogenförmig verlaufende Fortsetzung der Osning-Achse des Teutoburger Waldes darstellen. Ich vermag mich dieser Anschauung nicht anzuschließen, sondern glaube vielmehr, daß es sich bei diesen tektonischen Erscheinungen um ein Wiederaufleben älterer tektonischer Störungen aus der permokarbonischen Faltungszeit handelt, um die Zerrsprünge, welche das tieferliegende Karbon senkrecht zur Faltungsrichtung durchsetzen. Ich bin der Ansicht, daß diese Sprünge gerade zur Kreidezeit wieder tätig gewesen sind und in dem unter dem Meeresspiegel erfolgten Herausheben eines Horstes in der Stadtlohn-Ahauser Gegend usw. die Ursache für die Ausbildung der Galeritenfazies zu suchen ist. Wenn einerseits faziell bedingte Anhäufungen von Sedimenten zur Bildung tektonischer Störungslinien führen können, so müssen anderseits tektonische Verhältnisse fazielle Ausbildung bewirken können. Ich weise auf das von Ahlburg[2]) bereits veröffentlichte Profil und die Kartenskizze der Ahauser Gegend hin. Auch für die Gegend von Salzgitter würde die Ausbildung der Galeritenfazies die Bedeutung haben, daß der Gitterer Vorsprung schon zur Kreidezeit in Bildung begriffen war. Für die großartige Heraushebung der westfälischen Galeritenfazies schon zur Bildungszeit spricht auch die verhältnismäßig geringe Mächtigkeit der ganzen turonen Schichtenfolge in der Ahaus-Stadtlohner Gegend gegenüber dem Innern des münsterschen Kreidebeckens und den Verhältnissen im Teutoburger Walde. Die Gesamtmächtigkeit dieser Schichtenfolge, die vermutlich bis in die Scaphiten-Schichten reicht, scheint höchstens etwa 40—50 m zu betragen.

Die Leitform der Galeriten in der westfälischen Galeritenfazies habe ich seiner Zeit als *Echinoconus subconicus* Orb. bezeichnet. Nach meinen jetzigen Anschauungen über Artbegriffe kann ich diese Bezeichnung nicht mehr aufrecht erhalten, sondern möchte wieder die charakteristische ältere Bezeichnung *Echinoconus albogalerus* Lamarck einführen und die einzelnen Formen als Varietäten dieser Art auffassen. In den Brongniartischichten Westfalens ist dann allerdings die Varietät *subconicus* Orb. die herrschende. Fraglich ist es mir noch, ob die in den Labiatus-Schichten auftretende Form, die zu der von mir als Form 4 und in der Literatur als *Echinoconus (Galerites) subrotundus* aufgeführten Abart gehört, als selbständige Art aufzufassen ist. Auch Funde von anderen Orten aus diesen Altersschichten zeigen diese Form, die offenbar zu der in der Zone des *Actinocamax plenus* Bl. gefundenen, gedrückteren Art *Echinoconus*

---

1) Geologie Westfalens 1913, S. 239.

2) Die Ergebnisse der neueren Tiefbohrungen im östlichen Holland, Glückauf 1908, Fig. 3 auf S. 1215 und Tafel 5.

subsphaeroidalis d'Arch. in näherer verwandtschaftlicher Beziehung steht. Es scheint, daß hier eine geradlinige Entwicklung vorliegt, die dann durch die eigenartigen biologischen Verhältnisse zur Brongniarti-Zeit zu *Echinoconus albegalerus* Lam. mit ihrer großen Variationsbreite führte.

In der von mir gegebenen Fossilliste der westfälischen Galeritenbildungen ist versehentlich *Radiolites* sp. unter den Ammoniten aufgeführt. Die gefundenen Stücke gehören zu *Durania Mortoni* Mantell. Nachzutragen ist ein Fund von einer Hechtart *Elopopsis Ziegleri* v. d. Marck, über die v. d. Marck 1862 berichtet hat[1]). Sie ist vom Kreisrichter Ziegler-Ahaus im Pläner von Wessum gefunden worden, dürfte demnach dem Labiatus-Pläner angehören; sie soll dem von A. Reuß aus dem Pläner des weißen Berges bei Prag beschriebenen *Elopopsis Haeckeli* ähnlich sein, jedoch in Gestalt und Größe der Zähne von dieser Art abweichen.

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß ich 1920 in Wessum in den tieferen Labiatus-Schichten ebenfalls stark rotgefärbte Kalke antraf, wie solche vom Harze und in Westfalen vom Osning und aus der Gegend von Rheine her bekannt sind. Ob diese Rotfärbung eine ursprüngliche ist, sei dahingestellt. Nach mündlicher Mitteilung von H. Schroeder soll im Harz die Rotfärbung i. A. an die tieferen Labiatus-Schichten gebunden sein, aber auch höher auftreten. Am Fleischerkamp bei Salzgitter scheint sie in der Tat höheren Labiatus-Schichten anzugehören. Auch die rotgefärbten Schichten bei Gitter am Berge dürften wohl nicht tiefstes Turon darstellen. Ich vermute, daß diese Rotfärbungen auf Einwehungen laterischer Staubmassen zurückzuführen sind, und daß überhaupt die klimatischen Verhältnisse des benachbarten Festlandes manche biologischen Erscheinungen, namentlich zur Labiatus-Zeit erklären werden.

---

1) Siehe Korrespondenzblatt des Naturhist. Vereins für Rheinl. und Westf., Bd. 19, 1862, S. 70.

Die diluvialen Ruhrterrassen und ihre Beziehungen zur Vereisung.

Von H. G. Steinmann (Essen).

Mit 3 Textfiguren.

Unter den rechten Nebenflüssen des Rheins hat die Ruhr für die Frage der Beziehungen zwischen einheimischem und nordischem Diluvium eine besondere Bedeutung. Einerseits verläuft ihr Tal noch völlig in dem jungen Hebungsgebiet des rheinischen Schiefergebirges, andererseits ist ihr Unterlauf an vielen Stellen vom Inlandeis zur Zeit seiner größten Ausdehnung erreicht und z. T. überschritten worden. Er liegt gerade in dem schmalen O.W-Streifen, in dem das Eis die Abhänge des Gebirges zeitweilig bedeckt hat. So zeigt die Ruhr als einziger Fluß im Rheingebiet glaziale Ablagerungen in engster Verbindung mit einem Terrassensystem, das infolge der jungen Hebung vertikal stark auseinander gezogen und daher gut zu gliedern ist.

Dieses Terrassensystem ist an der mittleren Ruhr von Krusch[1]) beschrieben worden, namentlich aus der Umgebung von Schwerte, und Bärtling hat es dann z. T. talab verfolgt[2]). Doch hat er die Beziehungen zu den bekannten Terrassen des Rheins nicht untersucht, so daß die Bezeichnung der Ruhrterrassen, auch auf den Karten der Landesanstalt, völlig losgelöst von der am Rhein gebräuchlichen, gewissermaßen in der Luft hängt und zu Verwechselungen Anlaß geben kann.

Im unteren Ruhrtal — damit ist hier stets das Gebiet abwärts der Lenne-Vollme-Mündung nördlich Hagen gemeint — gibt es nur zwei diluviale Flußterrassen, die sich über das ganze Talstück gleichmäßig verfolgen lassen. Die ältere, 40—50 m über der heutigen Talaue, ist die ausgedehnteste aller Ruhrterrassen, völlig unverkennbar und in jedem Querschnitt des Tals aufzufinden; wegen ihres Zusammenhanges mit einem Teil der rheinischen Hauptterrasse kann sie unbedenklich als Ruhrhauptterrasse (Ht) bezeichnet werden. Die jüngere wird sich uns als Aequivalent der rheinischen Mittelterrasse (Mt) erweisen.

I.

Betrachten wir zunächst die Flußbildungen, die älter als Ht sind. Am ältesten, wahrscheinlich pliozän, sind wohl die Lehme mit Milchquarzgeröllen, die gelegentlich die Verebnungen auf den Höhen entlang dem

1) Jahrb. preuß. Landesanst. 1908, Bd. 29, II. S. 104—108.
2) Zeitschr. deutsch. Geol. Ges. Bd. 64, 1912 S. 155 ff.

Ruhrtal bedecken. Bärtling gibt sie z. B. von der Heisinger Mark in ca. 145 m an[1]); ich konnte sie W Bredeney sogar in 155—160 m Höhe wiederfinden. Der Westrand des Lehmplateaus, auf dem der Bredeneyer Kirchhof liegt (S. Mieleshof), war durch neuere Ziegeleiarbeiten aufgeschlossen, und hier fanden sich unter 1,5 m Lehm auf der Oberfläche der Karbonschiefer verstreute, aber zahlreiche Quarzgerölle. Fast in derselben Höhenlage (152—154 m), aber am Abhange des Ruhrtals, treten ähnliche Bildungen bei Mittelstiepel in zwei Vorkommen auf, deren eines Bärtling[2]) angibt. Das andere liegt etwas NO davon, im Sattel NW Höhe 160,5.

Solchen Vorkommen von Schotterlehmen an Gehängestufen, wie bei Mittelstiepel, darf freilich nicht allzu viel Gewicht beigelegt werden. Nach meinen Beobachtungen wiederholen sie sich in den verschiedensten Höhenlagen häufig in denjenigen Abschnitten des Ruhrtals, wo das Gehänge nicht zu steil ist und dem allgemeinen Schichtstreichen im produktiven Karbon parallel läuft. Diese Gehängeleisten sind durch den häufigen Wechsel in der Widerstandsfähigkeit der anstehenden Schichten bedingt und werden vom Fluß im Laufe seiner normalen Erosionsarbeit geschaffen. Verläßt er ein solches Bett, um sich tiefer einzuschneiden, so bleibt das augenblicklich von ihm mitgeführte Schlamm- und Geröllmaterial darin liegen und bildet, durch die Gehängeleiste vor Abwaschung geschützt, jene wenig mächtigen Schotterlehme. Mit „Flußterrassen", d. h. mit Phasen allgemeiner Aufschüttung oder doch längeren Stillstandes der Tiefenerosion haben sie meist nichts zu tun. So fand ich sie z. B. mehrfach oberhalb der Ht bei Heisingen und tiefer als Ht in knapp 100 m Höhe O und SW von „An der Weste" unterhalb Herbede.

Es gibt aber in unserem Gebiet mächtige Schotter, die älter sind als Ht; das sind die bekannten altdiluvialen Höhenschotter N des Ruhrtals am Gebirgsrande. Ihre beiden Verbreitungsgebiete O Bochum (Castroper Höhenschotter), und O Essen (Halloschotter) werden durch einen Zwischenraum von etwa 10 km von einander getrennt, zudem sind die Halloschotter viel weniger mächtig, auch treten in ihnen die starken, teils konkordant teils in Diagonalschichtung eingelagerten sandigen und lehmigen Partien mehr zurück, wie sie in den Castroper Schottern z. B. SO Grumme in einer Kiesgrube und am neuen Weg nach Zeche Konstantin III sehr schön zu beobachten sind. Daß die Castroper Schotter von S her aus dem Gebirge bei Witten herausgekommen sind, ist unbestritten. Die Halloschotter scheinen mir aber aus den eben genannten Gründen nicht, wie man bisher annahm, deren westliche Fortsetzung zu sein, vielmehr eine Parallelbildung mit eigenem Ursprung im S.

---

1) Erl. zu Blatt Essen der Geol. Karte, S. 60.
2) Geol. Wanderbuch f. d. Niederrhein.-Westfäl. Industriebezirk Stuttgart 1913, S. 61f.

Hierfür kann nur der alte Talweg von Kupferdreh nach N in Frage kommen, und dorthin weist auch die berühmte vereinzelte Schotterkuppe des Krausen Bäumchen N Rellinghausen. (Vergl. Fig. 1.) Bärtling stellt sie als fraglich zum Pliozän, aber ihr relativer Reichtum an Sandsteinen und Grauwacken, ja selbst an den mürben Arkosen des Karbons und ihre geringe Verlehmung unterscheiden sie von den plio-

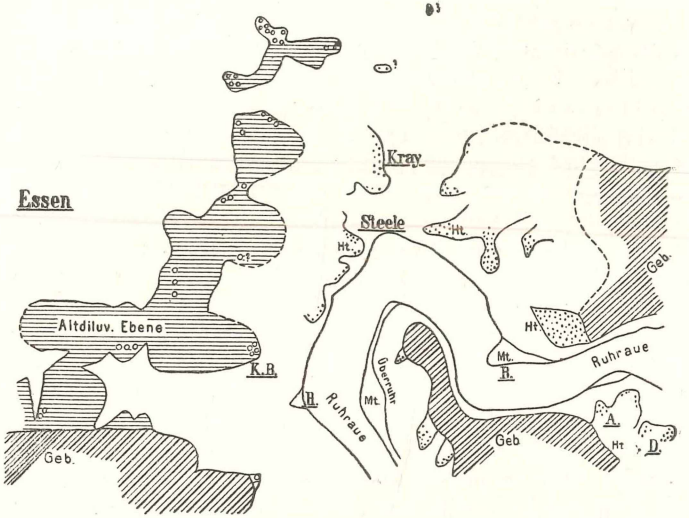


Fig 1. Die Terrassen um Steele. 1:120 000. Glazial und Lös sind fortgelassen. Kreise: Höhenschotter. Punkte: Ht-Schotter. ? Schotter fraglicher Stellung. Weiß: Gelände tiefer als die älteren Terrassen. Horizontale Striche: Altdiluviale Ebene. Schräge Striche: Karbon und Kreide höher als die älteren Terrassen. A. Altendorf. B. Beulenhof. D. Dumberg. H. Hexentaufe. KB. Krauses Bäumchen.

zänen Milchquarzschotterlehmen und erinnern stark an die Halloschotter. In Spuren lassen sich diese Schotter auch noch weiter S, auf dem Riedel SW Schellenberg in 119—126 m Höhe nachweisen. Mit den Halloschottern sind die des Krausen Bäumchens verknüpft durch ihre gemeinsame Auflagerung auf die große Hochfläche, die Essen im O und S umgibt, deren S-Rand in etwa 115 m Höhe bei Zeche Langenbrahm den Fuß des Bredeneyer Höhenrückens bezeichnet, während ihr N-Rand gegen das Erosionsgebiet der Emscher bis zum Hallo vorstößt. Auf dieser nach N nur schwach abfallenden Fläche finden sich auch hin und wieder kleine Schotterreste, so O und S der Essener Baugewerkschule (nahe Höhe 117,7) und in der Grube der Vereinigten Dampfziegelwerke S, Norbertstraße (O „Beckmann" auf Bl. Mülheim). Das gelegentliche Vorkommen nordischer Geschiebe an diesen Stellen zeigt auch, wes-

halb diese Reste so spärlich sind: die nicht sehr mächtigen Schotter sind meist der Abschürfung durch das Eis erlegen.

Von den Halloschottern unterscheiden sich die vom Westdeutschen Eisenwerk in Kray nicht nur durch ihren bedeutend größeren Reichtum an zersetzbaren Gesteinen, besonders an karbonischen Grauwacken und das gelegentliche Vorkommen unzersetzter Lenneporphyre, sondern vor allem auch durch ihre bedeutend geringere Höhenlage. Sie gehen nach oben nicht über 96 m, ihre Auflagerungsfläche nicht über 92 m hinaus, während die Schotter des Hallogebiets überall der Kreide in 98—100 m Höhe aufliegen. Sie müssen also von den Höhenschottern völlig getrennt werden, und ebenso die Vorkommen in gleicher Höhenlage weiter im S. Dabei fällt dann auch der große Höhenunterschied auf geringe Entfernung zwischen Krausem Bäumchen und Halloschotter fort, und ebenso das von Bärtling[1]) geforderte Gefälle in der O-W-Richtung, denn die Castroper Schotter legen sich gleichfalls in 96—100 m Höhe auf ihre Unterlage auf. Die größere Höhe ihrer Oberfläche rührt nur von ihrer größeren Mächtigkeit und z. T. von der stärkeren Ueberlagerung durch Lös her. W des Halloplateaus finden sich Schotter freilich auch in geringerer Höhenlage, aber dann stets unverkennbar nachträglich (wohl fluvioglazial) verschwemmt: so in einem vorübergehendem Aufschlusse in der Steingröver- (nahe der Frillendorfer) Straße in Essen, wo über dem turonen Grünsand 25 cm Kies, dann 40—60 cm gebänderter Lehm, dann nochmals eine Kiesschicht von wechselnder, aber wenige cm nicht übersteigender Mächtigkeit und zu oberst 1 m verschwemmter Löslehm mit vereinzelten Geröllen anstand (etwa 85 m Höhe). Aehnliche Profile habe ich zwischen Essen und Frillendorf öfter getroffen, gelegentlich ist auch Kreide-Grünsand zwischen die Schotter eingeschwemmt.

Die Höhenschotter möchte ich also betrachten als Ablagerungen zweier gleichzeitiger, altdiluvialer, S-N gerichteter Flüsse bei ihrem Austritt aus dem Gebirge auf einer Ebene, die später auf 100—120 m gehoben und dadurch der Abtragung ausgesetzt worden ist. Nur dort konnten die weichen Mergel der Abtragung einigermaßen wiederstehen, wo sie durch die bedeckenden Schotter wenigstens z. T. geschützt waren; daher ragen die Hochflächen von Castrop und Hallo halbinselartig nach N in das Erosionsgebiet der Emscher vor. Besonders der lösfreie Hallo zeigt mit seiner fremdartigen Form diese Härtlingswirkung sehr schön.

II.

Aelter als die Ruhr-Ht sind endlich zwei Talläufe an der unteren Ruhr, die eine breite, vom Schichtstreichen mehr oder

1) Zeitschr. d. deutschen Geol. Ges. 64, S. 159.

weniger unabhängige Sohle aufweisen. Den tieferen, Hinsbeck-Hamm-Werden, sowie den zugehörigen Mäander S Haus Oefte hat Wunstorf[1]) beschrieben; er mündet bei Kettwig in 115 m Höhe in eine Stufe der Rhein-Ht. Noch etwas älter ist der gleichfalls schwach beschotterte Talboden, der in 128—132 m Höhe von der Paßhöhe S, Punkt 133.4 an der Straße Bredeney-Werden über die Hochfläche der Karl Funke-Stiftung zu den Wallenmeierhöfen hinüberzieht. Hier haben wir die ersten Spuren eines Flusses, der auch dem Unterlauf der heutigen Ruhr im Ganzen entspricht. Die Frage, warum die diluviale Ruhr ihren Unterlauf immer wieder nach W ins Gebirge hineingerichtet hat, obwohl ihr doch bei Witten und bei Steele der Austritt in die Ebene anscheinend offen stand, ist nicht einfach durch dauernde Antezedenz zu erklären: das zeigen zu mindest die Höhenschotter. Die Anlage dieser ersten Täler zwischen Steele und Kettwig dürfte im Zusammenhang stehen mit dem andauernden staffelweisen Absinken des Westens gegen den Osten im Gebiet S Duisburg, das uns Wunstorf[2]) aus der Hauptterrassenzeit schildert. Dadurch entstand zeitweise ein sehr starkes O-W-Gefälle, das die Ruhr nach Kettwig hinüberzog und sie zu fast unausgesetzter Erosion zwang. Jene beiden Talböden entsprechen wohl vorübergehenden Stillständen der Absenkung; daher sind sie auch nur schwach beschottert.

Endlich, wohl schon gegen Ende der großen rheinischen Hauptterrassenzeit kam die Erosionsbasis der Ruhr zum Stillstand, und es bildete sich das Ht-Tal der Ruhr. Dieser Talboden, im Durchschnitt doppelt, mitunter dreimal so breit wie der heutige, läßt sich von der oberen Ruhr (Gegend von Meschede) bis Mülheim durchverfolgen; von Hagen bis unterhalb Steele weist er völlig gleichmäßige Verhältnisse auf. Seine Fläche liegt stets 42 m über der Aue. Die Divergenz, die Knuth[3]) noch für die Sieg fand, fehlt also hier. Die Terrasse besteht meist aus 8—10 m Schotter und Lehm. Sande treten i. A. zurück. Die Schotter enthalten in der Essener Gegend gegen 40 % karbonische Gerölle, über 30 % feines Material (unter 3 mm). Von dem Rest ist das Meiste Gangquarz und Kieselschiefer; meist weniger als 10 % kommt auf verschiedene Gesteine des Devons, einschließlich der Keratophyre des Lennegebiets. Dieses Leitgestein der Ruhrschotter ist in der Ht abwärts Hattingen nicht sehr häufig, auch nie ganz frisch, aber doch immer gelegentlich zu finden. Nach aufwärts nimmt es wie alle Sauerländer Gesteine an Häufigkeit und Korngröße schnell zu, sodaß man SW Witten schon faustgroße Gerölle davon findet.

---

1) Verh. v. h. Geol. Mijnbouwk. Gen. VI 1922.
2) Ebenda.
3) Zentralbl. f. Min. usw. 1922, S. 336—344.

Der Lehm der Ht liegt durchweg als Schotterlehm auf den Schottern, und es ist dann nicht immer leicht, ihn von Löslehm zu trennen. Gröbersandige Bestandteile, vereinzelte Gerölle, geringe Mächtigkeit, völlige Schlichtheit der Oberfläche, wo sie ungestört ist, kann die Abtrennung erleichtern. Seine größte Bedeutung erlangt dieser Lehm in dem Talstück von Blankenstein bis Ueberruhr. Hier ist an mehreren Stellen eine deutliche Zweiteilung der Ht zu beobachten. Die höhere, ausgedehnte Stufe trägt den Lehmmantel, während die zweite, etwa 7 m tiefere Stufe stets die Schotter unmittelbar am Tage führt und alle Aecker damit erfüllt (Sporn zwischen Ort und Bahnhof Altendorf, Köpfchen SO Stiepel). Da ich zwischen beiden Stufen niemals einen Sockel älteren Gebirges gefunden habe, so halte ich die untere für eine reine Erosionsbildung innerhalb der früher schon aufgeschotterten Terrasse. Dafür spricht auch, daß die Auflagerungsfläche der tieferen Stufe nicht tiefer unter der Oberfläche der höheren liegt, als der normalen Mächtigkeit der Terrasse entspricht.

Eigenartig ist nun das Verhalten der Ht von Ueberruhr aus abwärts. Während von Hengstey bei Hagen bis Ueberruhr die Oberfläche der Ht der heutigen Aue stets parallel läuft, liegt die Ht am Hellersberg SW Kupferdreh mit 104 m Meereshöhe bis zu 52 m über der Aue. Noch deutlicher wird das aus einem Vergleich der Auflagerungsfläche, die am W-Ausgang von Holthausen (Ueberruhr) zwischen 85 (Karbon) und 90 m (Schotter) liegen muß, während eine Grube am Mittelhammershof, W Kupferdreh, sie in 97 m Meereshöhe aufschließt. Dabei liegt die heutige Aue hier etwa 4 m niedriger als bei Ueberruhr.

Es ist kein Zweifel möglich: bei Kupferdreh steigt die Unterfläche der Ht mindestens 10 m, ihre Oberfläche etwa 8 m an. Ihre Mächtigkeit nimmt ebenso plötzlich ab, vorwiegend auf Kosten des Schotterlehms. Das spricht dafür, daß noch während der Ht-Zeit, aber wohl gegen ihr Ende, bei Kupferdreh eine tektonische Hebung des unteren Tals gegen das obere eintrat, die wohl mit der Heraushebung des Velberter Sattels in Zusammenhang stand. Die damit verbundene Stauung der Ruhr hat die größere Mächtigkeit der Terrasse und besonders ihres Lehms oberhalb Ueberruhr bewirkt, sie hat aber auch vorübergehend die Ruhr völlig aus ihrer Bahn gedrängt.

Von Steele, dem nördlichsten Punkt des großen Ruhrmäanders, führt noch heute eine tiefe Senke nach N ins Emschergebiet hinüber. Ihr höchster Punkt beim Bahnhof Kray-Süd liegt, obwohl von Tallös aufgehöht, knapp 20 m über der Ruhraue. Dieses Tal (Fig. 1) wird beiderseits flankiert von einer Schotterterrasse, die am N Ende von der jungen Erosion der Emscher abgeschnitten wird, während sie im S beiderseits in die Ruhr-Ht übergeht. Für die O-Seite zeichnet das auch die geologische Karte (Bl. Essen) so ein. Den ganzen Zug des Schotters auf der W-Seite des Krayer Tals aber, der dem anderen an Höhenlage und Ausbildung genau entspricht, rechnet sie zu den Höhenschottern, da die Schotter am Krayer Eisenwerk

dazu gehören sollen; sie wurden bisher den Halloschottern gleich gestellt. Das hat zur Folge, daß auch der ganze Zug von Schottern unmittelbar über der Ruhr SW Steele bis zum Siepental zu den Halloschottern gezogen werden muß, obwohl er ganz offensichtlich den Talboden der Ht-Ruhr erfüllt und O des Krayer Tals seine genaue Fortsetzung in der zweifellosen Ht N Königsteele und auf dem Kanarienberge hat. Alle diese Ht-Schotter um Steele haben dieselbe Höhenlage von 92—97 m und gehören sicher zusammen.

Das Ht-Ruhrtal hatte also bei Steele eine Verzweigung. Ein Arm führte durch die Lücke von Kray nach N zur Ebene hinaus. Die Ruhr wird diesen Weg gewählt haben, als sich ihrem Lauf die ansteigende Schwelle von Kupferdreh in den Weg stellte. Diese scheint übrigens nicht die einzige ihrer Art zu sein. Denn während die Oberfläche der Ht von Kupferdreh bis Baldeney normal bis 95 m absinkt, liegt im Schuir-Mäander W Werden, und O Haus Oefte der Schotter wieder bei 97—98 m dem Karbon auf und die Oberfläche erreicht abermals 100 m. So ist nahe Kettwig der Vertikalabstand zwischen Ht und Aue auf 56 m gewachsen, und so bleibt es bis Mülheim. Denn die Ht findet durchaus nicht, wie der ältere Talboden, bei Kettwig ihr Ende. Sie zieht, in die älteren Stufen der Rhein-Ht eingeschnitten, noch weit nach N und mündet erst in der Gegend von Mülheim in die Rhein-Ht auf der Stufe vom Kassenberg. Ein Querprofil zwischen Mintard und Saarn zeigt dies deutlich. (Fig. 2.) Am Auberg liegt die Rhein-Ht in 99 m Höhe dem Karbon auf, während die Ruhr-Ht (unter Punkt 93.9)

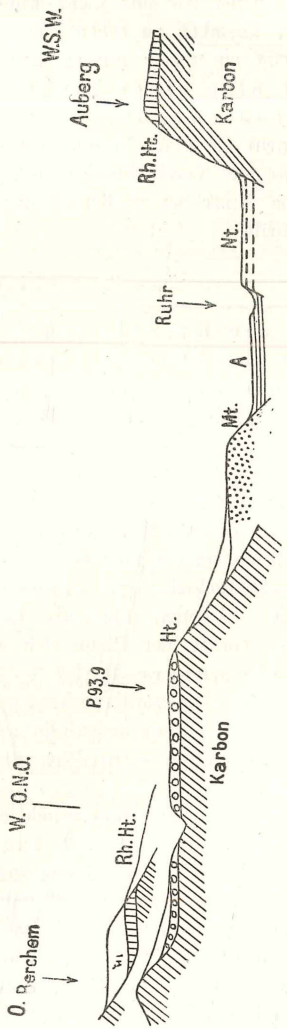


Fig. 2. Querprofil durch das Ruhrtal abwärts Mintard. Längen 1:25 000. Höhen 1:5000. Weiß: Lös. Rh. Ht.: Rheinhauptterrasse. Ht.: Ruhrhauptterrasse. Mt.: Ruhrmittelterrasse. Nt.: Ruhrniederterrasse. A.: Alluvium

rund 10 m tiefer liegt. Zwei km S der Profillinie scheint ein Rest der Rhein-Ht in noch größerer Höhe auch rechts der Ruhr vorzukommen: es sind die Schotter im Hohlweg NW Berchem. Nach Wunstorf's Ergebnissen dürfen wir uns nicht wundern, die Rhein-Ht von O nach W stufenweise absinken zu sehen. Die Ruhr-Ht hingegen hat von Kettwig bis Mülheim ein festes Niveau und gleichmäßiges Gefälle. Sie entspricht also einer längeren Stillstandslage in der Einbruchsbewegung der niederrheinischen Bucht. Nach N geht sie glatt in die großen Ht-Flächen O Mülheim über, doch ist ihre genaue Vereinigungsstelle mit der RheinHt nicht leicht zu ermitteln, da dieser bekanntlich in der ganzen Gegend das typische Rheinmaterial fehlt.

III.

Auf die Ht-Zeit folgt eine Periode allgemeiner Hebung und Erosion im ganzen rechten Niederrheingebiet bis weit nach N. Die untere Ruhr hat sich 40—50 m tief, die nördlich benachbarte Emscher wahrscheinlich noch etwas tiefer eingeschnitten. Ebenso scheint es am Niederrhein gewesen zu sein, denn die Mittelterrasse liegt dort schon unter der Niederterrasse [1]), und auch das Glazial reicht dort bis tief unter die heutige Talsohle hinab [2]). Im Gegensatz zu anderen Bewegungsphasen hat also zwischen Ht und Mt die Hebung das Gebiet der unteren Ruhr nicht stärker betroffen, als die nördlichen Nachbargebiete; es erfolgte damals keine Kippung gegen N, vielleicht abermals Heraushebung des O gegen den W. Mindestens schnitt der Rhein sich in das steigende Land ein und so bekam die untere Ruhr von neuem Gefälle gegen W statt gegen N. Die vorübergehend verstärkte Hebung des Emschergebiets mag mitgewirkt haben; jedenfalls sehen wir die untere Ruhr nach der Ht-Zeit wieder ihren alten Weg über Kupferdreh-Kettwig nehmen und austiefen.

In diese große Erosionsperiode schaltet sich an der mittleren Ruhr eine Zeit verstärkter Seitenerosion und selbst geringer Aufschotterung ein, die zur Bildung der Terrasse d2 der geologischen Karte führt. Diese Stufe ist W Bahnhof Oberwengern und bei Bommern noch als deutliche Verebnung erhalten, auf der freilich Gerölle selten sind. Daß dies nicht nur Folge der Lehmbedeckung ist, zeigen die Schieferbrüche bei Oberwengeren, die nirgends eine auch nur einigermaßen zusammenhängende Kiesschicht zwischen Karbon und Oberfläche aufweisen, sondern nur zerstreute Gerölle. Unterhalb Witten hören auch die echten

---

1) Fliegel, Verh Nat. Ver. Bonn 1909, S. 322 f.

2) Ebenda S. 339.

Terrassenflächen auf, es finden sich nur noch einige zerstreute Geröllvorkommen auf schmalen, meist von Sandsteinbänken im Untergrund bedingten Gehängeleisten, so SW Herbede, S Steele bei Zeche Gewalt (Bärtling), sowie unterhalb des Friedhofs Werden. Stets liegen diese Reste etwa 15 m unterhalb der Ht, von deren unterer Teilstufe sie sich außerdem durch ihre Kiesarmut und durch den Gesteinssockel unterscheiden, der sie von der höheren Stufe trennt. Ob diese Stufe der Hochterrasse des Mittelrheins entspricht, muß bei ihrer mangelhaften Ausbildung unentschieden bleiben.

Im Ganzen muß die Erosionsperiode recht lange gedauert haben, was sich auch daraus ergibt, daß das Gehänge von der Ht zur Mt stets flach geböscht ist, während die jungdiluviale und alluviale Erosion Steilhänge schafft, die ebenso wohl an der Mt wie an jeder beliebigen höheren Stelle des Talhangs angreifen können. Auf diese Erscheinung machte mich zuerst Herr Dr. E. Wildschrey in der Duisburger Gegend aufmerksam, und ich fand sie im ganzen Ruhrtal bis gegen Arnsberg hinauf bestätigt.

Die zweite durchgehende Ruhr-Terrasse, d3 der Bl. Essen und Bochum der geologischen Spez.-Karte [1]), liegt mit ihrer Oberfläche 14—18 m über der heutigen Aue (nur im Oberlauf etwas weniger). Bei Duisburg hat Wildschrey ihren Zusammenhang mit der Rhein-Mt verfolgt; ihre stratigraphische Stellung ergibt sich aber auch daraus, daß sie im Ruhrtal mehrfach von primärem Lös bedeckt wird, so in der Umgebung von Fischlaken S Essen und bei Kl. Herbede im Oelbachtal. Von jüngeren Stufen des Ruhrtals kenne ich andererseits keine primäre Lösbedeckung [2]). So erweist sich auf doppeltem Wege diese Terrasse d3 als mit der Mittelterrasse des Rheins ident.

Die Ruhr-Mt setzt schon oberhalb Wennemen mit Schottern ein, die bald recht mächtig werden, so daß der Gesteinssockel der Terrasse sich schon an der mittleren Ruhr nur wenig über die Aue erhebt. So zeigt der vorzügliche Aufschluß der Ziegelei S Bahnhof Neheim-Hüsten die Schiefer des Karbons in einer auch quer

---

1) Es scheint, daß Krusch in der Gegend von Schwerte mit d3 etwas anderes meint, nämlich die nur wenige Meter über die Aue emporragende, ziemlich unbeständige Terrasse, die sich flußabwärts zuletzt noch beim Gehöft Baukey am W-Rande des Kaisbergs zeigt. Sie hat nichts mit unserer Mt zu tun, die 2 km W davon am Bahnhof Oberwengeren 15 m über der Aue liegt und mächtige Schotter über einem Grundgebirgssockel aufweist. Diese letztere Terrasse aber läßt sich Schritt für Schritt bis zu den klassischen d3-Flächen von Beulenhof und Ueberruhr verfolgen.

2) Ein Profil vom Grendbach in Steele, das Herr Leggewie-Steele in letzter Zeit bekannt gemacht hat, und dessen an Wald und Quellformen reiche Fauna Herr Dr. Steusloff-Gelsenkirchen eingehend untersucht hat, spricht nicht dagegen; hier kann es sich nach meiner Meinung nicht um primären Lös handeln.

zum Tal völlig ebenen, nur einmal von einem flachen Bachbett durchzogenen Fläche überlagert von den groben Schottern der Terrasse. Diese Fläche liegt nur 2—3 m über der Aue; den ganzen Rest der Terrassenhöhe, schätzungsweise 10 m, nehmen die Schotter und die darüber liegenden Lehme ein. Aehnlich liegen die Verhältnisse auch O Fröndenberg, wo die linksruhrische Mittelterrasse durch die Arbeiten für das neue Elektrizitätswerk 1922 bis zum Liegenden aufgeschlossen war. Weiter abwärts erscheint der Terrassensockel über der Aue auf Kosten der Schotter- und Lehmmächtigkeit etwas größer, so bei Oberwengeren 4 m, O Bahnhof Bommern 7 m. Unterhalb Herbede liegt diese Fläche wieder tiefer und sinkt schon oberhalb Steele an breiten Terrassenstücken bis etwa zur Höhe der Aue herab, um nicht mehr erheblich darüber emporzutauchen. Bei Mülheim-Speldorf fand sie sich bei einem gelegentlichen Aufschluß wieder knapp 2 m über der Aue. Dem widersprechen nur scheinbar die Befunde an sehr schmalen Terrassenleisten, wo die Schottermächtigkeit oft erheblich reduziert ist und das anstehende Gebirge darunter in wechselnde Höhen emporsteigt (Bahnhof Ueberruhr). Die Erklärung gibt das Profil an dem spitzen Ostende des großen Terrassenstücks SO Steele (Beulenhof). Geht man hier vom Mühlenwerk am Ruhrufer abwärts, so setzt in der Höhe bald die Mt über dem Karbon mit dünner Schotterlage ein, wird nach W zu langsam mächtiger und erreicht schon einige hundert Meter W der Brücke die Aue. Dieses Anschwellen geht genau parallel mit dem Breiterwerden des Terrassenstreifens und zeigt, daß die Terrasse von der Seite gegen die Mitte zu erst allmählich ihre volle Mächtigkeit erreicht. Tatsächlich setzt das Gefälle des Abhangs zwischen Ht und Mt bei Lindkensfeld einfach unter der Terrasse weiter fort bis etwa ins Niveau der heutigen Aue. So erklärt sich die scheinbar zu geringe Mächtigkeit der Schotter auf schmalen Terrassenleisten.

IV.

Nur eine Vereisung hat Ruhr und Rhein erreicht, nach allgemeiner Ansicht Glazial II. Von der Schwierigkeit, sie am Niederrhein zeitlich genau festzulegen, giebt Steeger's neue Arbeit[1]) ein treffliches Bild. Aus schon genannten Gründen ist dies an der Ruhr etwas leichter, und die Eingliederung des Glazials in das beschriebene Terrassensystem ist daher von großem allgemeinem Interesse. Sie führt zu dem Ergebnis: Das Eis ist während der Mt-Zeit ins Ruhrtal eingedrungen und hat es noch vor ihrem Ende wieder verlassen. Daß die Vereisung jünger als Ruhr-Ht ist, darf heute als allgemein zugestanden gelten. Auch Steeger läßt zwischen Hülserbergterrasse (mit Glazial) und Rhein-Ht. einen möglicherweise bedeutenden Altersunterschied gelten. Er erwähnt auch das Ergebnis unserer gemeinsamen Begehung der Bocholter Aufschlüsse. Was an diesem

1) Diese Berichte 1923, S. 8 und 46.

ehemaligen Kronzeugen der Ht-Theorie der Vereisung im Sommer 1924 bei guten Aufschlußverhältnissen zu sehen war, ist schlechthin überzeugend. Nirgends, weder S Barge noch NO Thünte, sahen wir auf der Moräne normale Flußkiese lagern, sondern nur verquetschte, ihrer normalen Schichtung oft völlig beraubte und mit Geschiebelehm durchsetzte Reste davon. Wo aber, wie NW Belting, echte Flußschotter vorlagen, da fehlte ihnen und ihrem Liegenden jede Spur eines nordischen Geschiebes oder überhaupt echten Geschiebelehms. Am klarsten waren die Verhältnisse an der noch etwas weiter S gelegenen, größten Grube: das Miozän unmittelbar überlagert von 2—3 m mächtigen, völlig normalen, rein fluviatilen Sanden und Kiesen, deren oberste Schichten leicht gewellt und gestaucht; ihre Oberfläche endlich, die zur Vorbereitung des Abbaues ein Stück weit ihrer dünnen Humusdecke beraubt war, übersäet mit zahlreichen, aber vereinzelt liegenden nordischen Geschieben. Klarer kann ein Profil kaum sein.

An der Ruhr läßt sich dasselbe Altersverhältnis beweisen. Seit langem ist durch Bärtling[1]) bekannt, daß die Schotter des Krayer Eisenwerks von Grundmoräne überlagert werden, und diese Schotter sind, wie wir sahen, sicher Ruhr-Ht. Dieselbe Ueberlagerung durch Grundmoräne ergaben (1925) die Ausschachtungen für den Neubau der Knappschaftskrankenkasse N Spillenburg bei Steele in unmittelbarer Nähe des Abbruchs zur Ruhr. Auch auf der großen Ht-Fläche von Dumberg finden sich einzelne nordische Geschiebe, während die Schotter im Innern davon völlig frei sind. Eine Anlagerung von Geschiebelehm an die Ht fand sich am oberen Ende eines kleinen Tälchens W Dumberg am Weg nach Byfang, anläßlich der Wegeverbesserung. Die Ht-Fläche scheint also beim Eindringen des Eises schon Anlage zu ihrer heutigen Zertalung besessen zu haben; kleine Quellmulden wurden mit Grundmoräne ausgefüllt und später nicht völlig wieder ausgeräumt.

Die Zwischenterrasse d 2 ist gerade im Vereisungsgebiet zu mangelhaft entwickelt, als daß sich über ihr Altersverhältnis zum Eis etwas Bestimmtes sagen ließe; doch scheint der große nordische Block, der 1922 bei der Erweiterung der Eisenbahnwerkstätte Schwerte gefunden wurde, von ihrer Oberfläche zu stammen. Die Mt dagegen ist überall der eigentliche fluvioglaziale Horizont im Ruhrtal. Auf weite Strecken ist sie sicher etwas jünger als das Eis, so am Rüpingsweg in Ueberruhr, wo Bärtling[2]) darin eine Partie mit Blockpackung fand, bei Fischlaken und in der Forstmann-Huffmannschen Ziegelei in Werden, wo in ihren Schottern nordisches Material auftritt, bei Mülheim-Speldorf, wo Herr Dreeskamp-Mülheim

1) Wanderbuch, S. 241.
2) Ebenda, S. 394.

einen Dioritblock an der Basis von Mt fand. Andererseits gibt es auch innerhalb des Vereisungsgebiets Schotter der Mt die völlig normal fluviatil aussehen und in denen sich kein nordisches Material fand. Es seien hier nur als sicherstes Vorkommen die von Herrn Dr. Löscher [1]) wie von mir vergeblich abgesuchten Schotter von der Hexentaufe bei Rellinghausen erwähnt. An anderen Stellen sind die Aufschlüsse nicht so gut, daß der negative Befund einen völlig sicheren Schluß auf das vorglaziale Alter der Schotter zuließe. Entscheidend sind schließlich die drei Stellen, wo größere Randbildungen des Eises unmittelbar ins Ruhrtal fallen: Kettwig, Kupferdreh-Heisingen und Langendreer.

Bei Kettwig hat Wunstorf [2]) das Glazial nicht unter 60 m Höhe ins Tal hinabgehend gefunden und er legt den Gedanken nahe, daß erst nach Rückzug des Eises das Ruhrtal bis zur Sohle der Mt ausgetieft worden sei. Dagegen scheint mir der Bestand der Mt abwärts Kettwig zu sprechen. Bis zum Fuß des Kahlenberges hin ist die Terrasse hier vorzüglich ausgebildet, aber sie besteht in oft schroffem Wechsel aus groben Kiesen mit spärlichem oder ohne nordisches Material und dann wieder aus Sanden und Feinkiesen, in denen skandinavische Gesteine und Feuersteine häufig sind. Die glazialen Sande sind also vom Fluß später nicht völlig aufgearbeitet und im Weitertransport mit seinen Schottern vermischt worden, was doch notwendig hätte eintreten müssen, wenn das glaziale Material vom Fluß fortgeschafft und in einer etwa 20 m tieferen, nachträglich geschaffenenen Talrinne neu abgesetzt worden wäre. Die glazialen Sande von Menden befinden sich noch heute z. T. in situ im Niveau der Mt. Wenn davon bei Kettwig nichts mehr zu sehen ist, so kann das, zumal bei der ungewöhnlichen Breite des postglazialen Ruhrtals W Kettwig, sehr wohl späterer Ausräumung zuzuschreiben sein.

Aehnliche Folgerungen ergeben sich in dem klassischen Endmoränenlande von Kupferdreh-Heisingen. Eine große Zahl neuer Aufschlüsse erlaubt uns heute, die Dinge vollständiger zu überblicken, als es Bärtling bei seiner ersten Beschreibung möglich war. Das Ruhrtal wird in der Breite des Bahnhofs Kupferdreh auf beiden Seiten von Hügeln bis 82 m Höhe eingerahmt, die durch und durch aus Diluvium bestehen. Rechts der Ruhr ist es der Mäanderkern von Heisingen S der Wegflucht, die ziemlich gradlinig vom Bahnhof Heisingen nach OSO zieht und die Ruhr durch die kleine Schlucht gegenüber Bahnhof Kupferdreh erreicht. Links der Ruhr steht ihr die Hügelkette gegenüber, auf derem S-Ende sich die katholische Kirche befindet, und die sich von da noch 700 m weit nach N zieht. W der Kirche hat ein Straßenneubau, NO davon die Sandgrube der Essener Steinkohlenbergwerke und noch weiter N, am

1) Glückauf 1922, S. 230.
2) a. a. O.

O-Abhang des Hügels die Sonnenscheinsche Sandgrube Aufschlüsse geschaffen, die mit der alten Kiesgrube und einigen neuen Bauaufschlüssen in Heisingen zusammen ein abgerundetes Bild geben. Allenthalben folgen über der Talsohle zunächst grobe fluviatile Schotter mit nicht allzu reichlichem skandinavischen Einschlag (etwa 8 m), dann kreuzgeschichtete glaziale Sande von sehr wechselnder Mächtigkeit mit Kohlenstreifen und einzelnen Graniten und Feuersteinen, zu oberst endlich die Moräne, entweder als typischer Geschiebelehm entwickelt (katholiche Kirche), oder als typische Blockpackung (bekannter Ziegeleiaufschluß der Zeche Christine), oder als eine Zwischenbildung, ein Geschiebelehm mit großen Brocken auch weicher Gesteine (Kiesgrube Heisingen; hier neben Karbonschiefern auch Kreidemergel). Vielleicht taucht das Liegende stellenweise unter die Aue hinab; andererseits aber fand ich etwas weiter nördlich, am N-Rande des Tälchens an der Rohmühlenfähre 3 m über der Aue, also in normaler Mt-Höhe auf einer ebenen Oberfläche anstehenden Gesteins die fluviatilen Schotter und darüber den glazialen Sand aufruhen.

Im Ganzen machen die liegenden Schotter in ihrer Ausbildung, Mächtigkeit und Höhenlage durchaus den Eindruck normaler Mt-Schotter, abgesehen von dem geringen nordischen Einschlag und ihrer stellenweise vielleicht etwas übertieften Sohle. Größere Schottermächtigkeiten unter der heutigen Ruhraue beweisen keine glaziale Uebertiefung, denn Mächtigkeiten von 6—10 m unter der Aue werden auch sonst im Ruhrtal häufig gefunden, so bei Blankenheim [1]), Zeche Karl Funke (Angabe eines Schachtmeisters über Brunnenbohrung) und im großen Aufschluß des Gelsenkirchener Wasserwerks W Altendorf-Holtey. Die Beobachtung von der Rohmühlenschleuse spricht jedenfalls gegen eine durchgängige Uebertiefung des Mt-Untergrundes in der Gegend von Kupferdreh. Es ergibt sich vielmehr hier folgendes Bild von der Reihenfolge der Ereignisse:

Erst nachdem die Talerosion die Sohle der heutigen Mittelterrasse erreicht hatte, brach das Eis über die Höhen von Steele in das Ruhrtal ein und brachte sein Gesteinsmaterial in den Fluß, der, vielleicht unter dem Einfluß des Eisstaus an der Mündung, nun ziemlich rasch einen großen Teil der Mt aufschotterte. Dann rückte das Eis nach vorübergehendem Stillstand oder Rückzug weiter nach S vor und schüttete auf die Flußterrasse seine endmoränenartigen Sande. Nun scheint es am längsten stillgestanden und die Endmoränenlandschaft der Kupferdreher und Heisinger Hügel geschaffen zu haben. Dann erst stieß es am weitesten nach S bis Dilldorf und Hamm vor und überdeckte die Sande mit Grundmoräne. Beim endgiltigen Eisrückzuge übernahm der Fluß wieder die Herrschaft und suchte zunächst die Hügellandschaft in seiner Höhe, der Höhe der heutigen Mt-Oberfläche

1) Löscher a. a. O.

einzuebnen. Dies gelang ihm völlig bei Ueberruhr, wo Blockpackung neben Flußschotter die tischebene Mt aufbaut, dagegen nicht in der weiten Endmoränenlandschaft weiter südlich, deren Reste uns daher, wenn auch mit senilen Formen, im Sporn von Heisingen erhalten sind.

Am deutlichsten läßt sich dies Altersverhältnis nun bei Langendreer erkennen, so wie man sich nur von dem Gedanken losmacht, die Erosion des Flußtals auf Mt-Niveau könne nicht vor der Vereisung erfolgt sein. Zwei breite, tiefe Talfurchen verbinden das NO-SW verlaufende Tal von Langendreer mit dem Ruhrtal im S. (Siehe Fig. 3.) Im O die

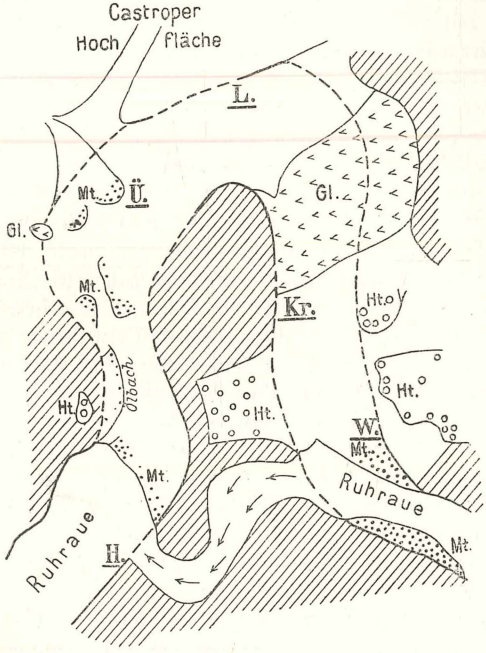


Fig. 3. Skizze des Mittelterrassen-Ruhrmäanders bei Langendreer 1:100 000. Der Lös ist fortgelassen. ——— Mutmaßlicher Rand des Mt-Ruhrtals. H. Herbede. L. Langendreer. Kr. Krengeldanz. Ü. Uemmingen. W. Witten. Gl. Glaziale Aufschüttung. Schräge Striche: Karbon. Pfeile: Junger Ruhrdurchbruch.

Pforte von Krengeldanz, die heute durch den von G. Mueller, Krusch und Bärtling beschriebenen großen Endmoränenzug gesperrt ist, im W das Oelbachtal, das so breit ist und bei seiner Mündung so geradezu ins untere Ruhrtal übergeht, daß hier die Rolle von Haupt- und Nebental völlig vertauscht scheinen. Dagegen ist das Ruhrtalstück zwischen Witten und Herbede ganz auffallend schmal und zudem frei von

allen Mt-Resten, die sich doch sowohl bei Witten wie im ganzen Oelbachtal bis gegen Uemmingen hinauf finden. Unmöglich kann der Oelbach diese vorwiegend aus südlichem Material bestehenden Schotter aufgebaut haben, selbst wenn man seinen Ursprung in den Castroper Höhenschottern berücksichtigt; es muß wohl die Ruhr selbst gewesen sein. Auch können die beiden S-N gerichteten Pforten nicht, wie Bärtling meint, durch den Fluß der Castroper Höhenschotter geschaffen sein, da sie ja viel tiefer hinabgreifen, auch nach N keine Fortsetzung besitzen, sondern durch das Langendreerer Querstück verbunden sind. Denkt man sich den Lös und die Langendreerer Endmoräne, d. h. die jüngeren Elemente aus der Landschaft entfernt, so bleibt ein geschlossener Talzug Witten-Krengeldanz-Langendreer-Uemmingen-Oelbachtal-Ruhrtal b. Herbede zurück, in dem auf ⅔ seiner Länge Ruhrschotter in Mt-Höhe nachgewiesen sind und der sich auch morphologisch, in Talrichtung und Talbreite, völlig dem Mt-Ruhrtal anschließt, während die Schlucht Witten-Herbede dem übrigen Ruhrtal fremd gegenüber steht. Nur N Hattingen findet sich an dem N-S gerichteten Flußstück eine ähnlich enge, doch viel kürzere Stelle; hier hat die Ruhr einen Mäanderkern ihres Mt-Laufs später durchschnitten. Die gleiche Lage herrscht bei Witten.

Die Mt-Ruhr nahm ihren Lauf von Witten durch den oben bezeichneten großen Mäander. Als das Eis eindrang, übertieften seine Schmelzwasser zwar lokal die Talsohle, wie Bärtling das beschreibt [1]), hatten aber nicht erst einen Riegel von Fels zwischen Witten und Langendreer zu zerstören; das hatte vor ihnen schon die Ruhr besorgt. Dagegen sperrte das Eis mit seinen Vorschüttungssanden der Ruhr den Weg und zwang sie in einen Lauf, der noch S von ihrem Ht-Lauf (bei Espey) nach W abschwenkte und so den Mäanderkern noch oberhalb seiner schmalsten Stelle durchschnitt. Diesen Weg, mit starkem Gefälle versehen, mußte die Ruhr nun dauernd vertiefen und kam so nicht mehr dazu, in diesem Talstück eine Mt-Terrasse zu bilden, denn bald nach dem Rückzuge des Eises änderten sich die Verhältnisse im Ruhrtal abermals völlig.

V.

Wiederum wird nun, vielleicht durch den isostatischen Auftrieb beim Eisrückzug mitbedingt, das Land gehoben und die Erosionsbasis relativ tiefer gelegt. Eine energische Erosion setzt im ganzen Flußlauf ein. Bis nach Kupferdreh hinab sehen wir keine jüngere Terrasse mehr über der Talaue außer einem ungeklärten Terrassenrest bei Heven, der aber wohl nur weitgehend zerstörte Mt darstellt. Wo bleibt die Niederterrasse des Rheins, die Wildschrey bei Duisburg auch noch morphologisch deutlich vom Alluvium trennen konnte?

1) Erläut. z. Blatt Bochum, S. 68.

Sie setzt sich auch im Ruhrtal von Duisburg aufwärts zunächst noch fort, anfangs in 5 m Höhe über dem Alluvium. N Mintard (s. Fig. 2) sind es noch 4, bei Haus Oefte 3, gegenüber Hügel etwa 1½ m. Beim Bahnhof Heisingen läßt sich noch eine etwa 1 m hohe Geländewelle in den Ruhrwiesen verfolgen, dann ist es aus; eine Unterscheidung von Niederterrasse und Aue läßt sich weiter flußaufwärts nicht mehr durchführen[1]). Die schwachen Wellen, die sich noch gelegentlich zeigen, z. B. S der Dahlhausener Tonnenbrücke am linken oder abwärts Wetter am rechten Ruhrufer, bezeichnen nur die Ränder alluvialer Flußbetten, wie sie sich in jeder breiteren Aue finden. Dabei ist die Mächtigkeit der Aufschüttung im Talboden wie gesagt beträchtlich, 6—8 m scheinen im Unterlauf die Regel zu bilden. Ob diese Schotter-, Sand- und Lehmmassen im großen ganzen dem Alluvium[2]) oder dem jüngsten Diluvium (Niederterrasse? Glazial III?) angehören, muß vorläufig offen bleiben. Im Mündungsgebiete scheinen nach Wildschrey einige Tatsachen für die erste Möglichkeit zu sprechen. Dann käme von den etwa 25 m Erosion, die die Oberfläche der Mt von der tiefsten Erosionssohle trennen, nur ein Teil, bei Steele etwa 18 m auf die Zeit vor der Niederterrasse, der Rest auf die spätere Zeit, was den Verhältnissen am Mittelrhein besser entsprechen würde. Die Aufschotterung in alluvialer Zeit wäre dann im unteren Ruhrtal freilich erheblich gewesen. In dieser Frage scheint auch das schon erwähnte Grendbachprofil in Steele keine Klärung zu bringen.

Auch das Verhältnis zu dem benachbarten Emschertal ist nicht ganz klar gestellt; während die Entwickelung beider Täler vor der Eiszeit ziemlich parallel geht, scheint sich die Hebungsphase nach der Eiszeit im Emschertal nur noch sehr schwach ausgewirkt zu haben. Im ganzen überwiegt hier dauernd die Aufschotterung. Im Gegensatz zu der Hebung zwischen Ht und der Eiszeit scheint also die jüngere Hebung wieder in hohem Maße Kippung gegen N gewesen zu sein, was sich ja auch in der bekannten Kreuzung zwischen Mt und Niederterrasse des Rheins abwärts Duisburg ausspricht.

Ergebnisse.

1. Die pliozänen Reste des unteren Ruhrgebiets lassen keine feste Bestimmung des Flußnetzes zu.

2. In altdiluvialer Zeit mündeten am Gebirgsrand O Essen und O Bochum zwei N-S gerichtete Täler in die Ebene und hinterließen lokale Schottermassen nach Art flacher Schuttkegel (Halloschotter und Castroper Schotter).

---

1) Aehnlich im Wuppertal: Dr. Ruland: Der Rand der niederrheinischen Bucht zwischen Sieg und Wupper. Köln 1924.

2) So Löscher, a. a. O.

3. Zur Ht-Zeit hatte die Ruhr infolge des Beckeneinbruchs am Niederrhein anfangs noch stark zu erodieren, gegen Ende schuf sie breite und mächtige Schotterterrassen.

4. Diese Ruhrterrasse ist bei Kupferdreh um etwa 10 m gestört, weiter unten noch einmal. Bei Steele zeigt sie eine Digitation, die mit der Störung wahrscheinlich ursächlich zusammenhängt. Oberhalb Kupferdreh bis Hagen läuft sie dem heutigen Tal parallel.

5. Erst nach einer längeren Erosionsperiode, nachdem sicher die Sohle der Mt erreicht war und wahrscheinlich die Aufschotterung begonnen hatte, drang das Eis ins Ruhrtal ein und mischte zunächst seine Geschiebe den Ruhrgeröllen bei, die den größten Teil der Mt aufbauen.

6. Dann stieß das Eis weiter vor und sperrte das Tal an drei Stellen, bei Kettwig, bei Kupferdreh und bei Langendreer.

7. Vor Eintritt dieser Sperre hatte die Mt-Ruhr abwärts Witten den Mäander Krengeldanz-Langendreer-Oelbachtal inne. Die Endmoräne von Langendreer zwang sie zu dem heutigen Lauf Witten-Herbede.

8. Von den drei glazialen Talsperren wurde später die Kettwiger beseitigt, die Kupferdreher durchschnitten, die Langendreerer blieb unangegriffen.

9. Nach Rückzug des Eises verharrte die Ruhr noch kurze Zeit in Mt-Höhe, dann schnitt sie sich tiefer ein, im ganzen bis zu 25 m.

10. Die Ruhrniederterrasse konvergiert flußaufwärts rasch mit der Aue, oberhalb Heisingen ist eine Unterscheidung beider heute nicht möglich.

Das Niederrheinische Diluvium.

Von Ed. Wildschrey (Duisburg).

Vorbemerkung:

Die Niederschrift ist gegenüber dem in Essen tatsächlich gehaltenen Vortrag insofern etwas abgeändert, als meine seitdem noch vorgenommenen Untersuchungen die stratigraphische Stellung der Krefeld-Mörser Inselberge, wenigstens in Bezug auf den Basisschotter, noch radikaler als damals gegen die bisherigen Ansichten verschoben haben. Den hellen Basisschotter erklärte ich damals schon für Hauptterrasse an Stelle des „Aeltesten Diluvials". Heute bin ich überzeugt, daß er höchstens in das Ende der ersten Zwischeneiszeit zurückgeht, also zeitlich der Mittelterrasse sehr nahe steht. Auch habe ich den größten Teil dessen, was ich damals noch als Hauptterrasse ansah, in die Zwischeneiszeit verweisen müssen („Nieder-

rheinische Stufe"). Im übrigen haben sich auch bei der weiteren Ausdehnung meiner Untersuchungen die damals gewonnenen allgemeinen Resultate nur bestätigt. Infolge unglücklicher Umstände muß ich mich damit begnügen, an Stelle einer größeren Abhandlung, die im Manuskript bereits vorlag, diesen Auszug als vorläufige Notiz zu veröffentlichen. — —

Viele Forscher haben sich um das niederrheinische Diluvium bereits bemüht — es gibt fast ebenso viele Meinungen wie Forscher. Das beweist, daß irgendwo Fehler gemacht worden sind. Um diese zu vermeiden, habe ich meine Untersuchungen von vornherein von der Literatur unabhängig gemacht und mich lediglich auf meine eigenen Aufnahmen verlassen. Nur die grundlegende Arbeit von Wunstorf-Fliegel habe ich eingesehen, gelegentlich auch von einer Arbeit von Krause Kenntnis genommen. Ferner haben mich die Arbeiten von Steeger insofern stark angeregt, als sie mich veranlaßten, meine Untersuchungen, die ursprünglich nur das rechtsrheinische Gebiet betrafen, auch dem unerwartet interessanten linksrheinischen Gebiet zuzuwenden.

Das Untersuchungsgebiet, das ich nun schon 6 Jahre lang bearbeite, erstreckt sich von der Wupper abwärts, von Kettwig westwärts, beidemale bis zur Landesgrenze. Es betrifft ein Gebiet von 4000 qkm — also groß genug, um vor groben Irrtümern wenigstens einigermaßen geschützt zu sein. Meine Kartothek umfaßt heute schon über 2000 Blätter. Seit vorigem Jahre brauche ich meine Ansichten nicht mehr wesentlich zu modifizieren. Jede neue Beobachtung gestaltet sich immer wieder zu einer neuen Bestätigung meiner Ergebnisse. Wenngleich ich natürlich nicht annehmen darf, daß jetzt in allen Einzelheiten das letzte Wort gesprochen ist, so glaube ich doch, für die weitere Forschung eine brauchbare Grundlage geschaffen zu haben.

Abkürzungen:

Ha = Hauptterrasse	Z_1 = Erste Zwischeneiszeit
Mt = Mittelterrasse	E_1 = Erste Eiszeit
Ni = Niederterrasse	E_2 = Zweite Eiszeit
Mo = Moräne	E_3 = Dritte Eiszeit.

Am Niederrhein muß man zunächst einen scharfen Unterschied machen zwischen den beiden Randgebieten und dem Zentralgebiet. Das rechtsrheinische Randgebiet verläuft von der Wupper abwärts über Hilden, Ohligs, Gerresheim, Sterkrade, Bocholt usw. Das linksrheinische Randgebiet links der Niers über M.-Gladbach, Viersen, Straelen, Walbeck, Twisteden bis zum St. Petrusheim.

Nur in den beiden Randgebieten sind die Terrassen in normaler Weise, d. h. als morphologische Stufen entwickelt, von denen die älteste

immer oben liegt, und zwischen denen das Grundgebirge heraustreten kann. Nur hier hat also während des Diluviums eine allgemeine Hebung stattgefunden. (Siehe Abb. 2 rechts.)

Es gibt am Niederrhein drei Terrassen, nämlich: Ha, Mt und Ni.

Die Hauptterrasse ist von den folgenden Terrassen unter normalen Umständen, d. h. wenn keine tektonischen Störungen vorliegen, durch einen hohen Erosionshang getrennt, der wegen der Konvergenz der Hauptterrasse gegen die jüngeren an Höhe variiert. Und zwar bewegt sich

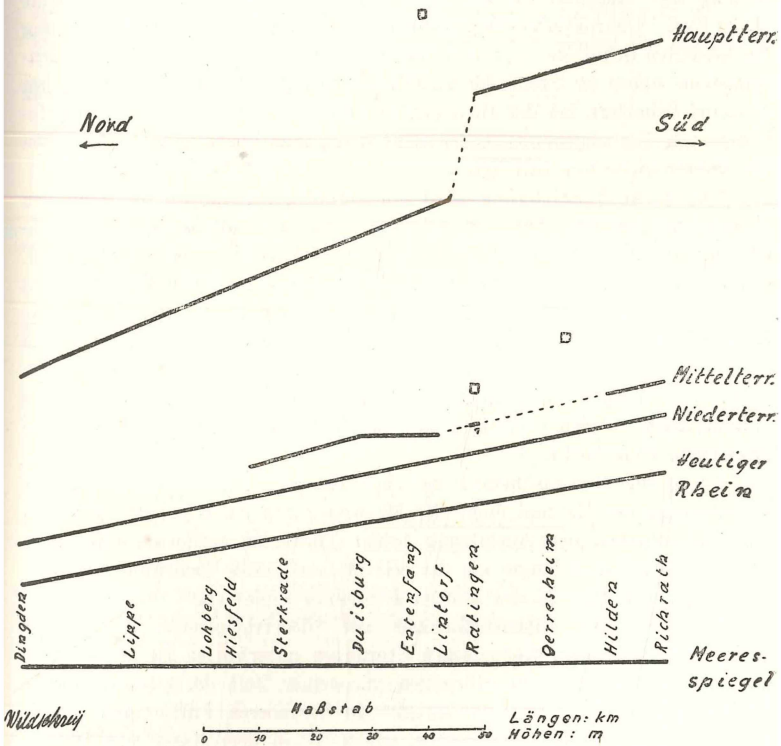


Abb. 1.

Längsprofil der Terrassen des rechten Niederrheins von der Wupper abwärts bis Bocholt.

Ueberhöhung 1 : 1000.

□ einzelne verworfene Hauptterrassenschollen. Der gestrichelte Teil der Hauptterrasse unterhalb Ratingen stellt einen unvermittelten Abbruch dar. Die gestrichelten Zwischenstücke der Mittelterrasse von Hilden bis Lintorf mit Ausnahme des fraglichen Stückes Rath—Ratingen [bei !] fehlen. Der Knick der Mittelterrasse bei Duisburg bedeutet, daß von diesem Punkte an die Ruhr talwärts und bergwärts abfloß.

der Höhenunterschied in normalen Fällen zwischen 30 und 70 m (Abb. 1 u. 2). Die Ha besitzt eine Schotterdecke von 4—7 m Mächtigkeit. Der Schotter ist nach dem petrographischen Befund und dem Erhaltungszustand von dem der jüngeren Terrassen sehr bestimmt zu unterscheiden. Das Aussehen ist viel eintöniger, infolge des Fehlens bezw. Zurücktretens der bunten Schotter (Buntsandstein, Sericitschiefer vom Taunus, vulkanische Gesteine). Das eintönige Aussehen wird bedingt durch weißen Milchquarz, schwarzen Lydit und Grauwackensandsteine in lokal wechselnden Anteilen. Die Durchsetzung mit Maasgeröllen ist auch rechtsrheinisch schon lange bekannt (K u r t z). Charakteristisch ist auch die durchgängige starke Bleichung des gesamten Schotters — von Geröll und Sand. Besonders die Grauwackensandsteine haben an Stelle der vielfältigen farbigen Nunancierungen in den jüngeren Schottern bei der Ha einen gleichmäßig verschossenen hellen gelblich-grauen Ton angenommen, der nicht wenig zum gleichförmigen Aussehen des ganzen Schotters beiträgt.

Die starke Verwitterung wird am auffälligsten da, wo sie auch den Untergrund betrifft. Dies ist jedesmal dann der Fall, wenn als Liegendes der gelbrote oberoligozäne Formsand auftritt, wie es bei Ratingen, Gerresheim, M.-Gladbach usw. der Fall ist. Bei dieser Verwitterung wird Brauneisenstein frei, der auch den ganzen hangenden Ha-Schotter in charakteristischer Weise durchtränkt. Das geschieht aber nie, wenn Mt dem Formsand aufliegt. Diese Verwitterung hat also v o r der Mt-Zeit stattgefunden. Gerade durch diese Färbung können beide Terrassen scharf unterschieden werden, selbst wenn sie fast in derselben Höhe liegen (Ratingen, Unterbach).

Die große Erosionsdistanz zwischen Ha und Mt, sowie diese starke Verwitterung der Ha und nicht der Mt weisen auf einen großen Zeitraum hin, der zwischen der Ausbildung beider Terrassen verflossen sein muß. Er ist offenbar weit länger als der seit Mt verflossene Zeitraum und muß schätzungsweise ⅔—¾ des ganzen Diluviums umfassen.

Eine besondere Eigentümlichkeit der niederrheinischen Ha besteht darin, daß sie starken tektonischen Störungen unterworfen ist — offenbar den Ausläufern derjenigen Störungen, die seiner Zeit die niederrheinische Bucht in ihrer Gesamtheit erzeugten. In besonderen Fällen sind rechtsrheinisch ganze Kessel eingebrochen, wie z. B. in dem Raum von Ohligs-Hilden, bei Ratingen und bei Selbeck (hier bei Selbeck muß die Ha direkt geschaukelt haben. Der östliche Teil bei den Mintard-Kettwiger Ruhrbergen hat sich horstartig herausgehoben. Vgl. Abb. 1). Man erkennt solche Einbruchsgebiete daran, daß hier an Stelle des steilen Erosionshanges ein ganz allmählicher Anstieg emporführt. Aber auch abgesehen von diesen besonders auffälligen Einbrüchen läßt sich überall ein Einfallen der Ha nach Westen gegen die Talaxe hin beobachten. Diese Verwürfe sind zum Teil nachträglich erfolgt, zum Teil aber auch schon während der Bildungszeit der Ha, wie aus den verschiedenen Höhenunter-

schieden gegenüber einem stratigraphischem Normalhorizont im Liegenden hervorgeht. (Bei Hilden nach Dr. Ruland, ferner bei Ratingen.) Wenn man aber in solchen Fällen den Ausdruck „jüngere Hauptterrasse" gebraucht, so muß man dabei doch berücksichtigen, daß die ganze Ha zeitlich vollkommen einheitlich ausgebildet zu sein scheint. Bei einer jüngeren Ha wird es sich also auch nur um einen verschwindend geringen Zeitunterschied handeln, ähnlich vielleicht wie bei zwei verschiedenen Gletschervorstößen derselben Vereisung. Daß aber die Ha sich in 2 selbständige Terrassen spaltet, deren jede den jüngeren gleichwertig ist, halte ich einstweilen noch nicht für erwiesen. Und wenn einmal die Ha fast im

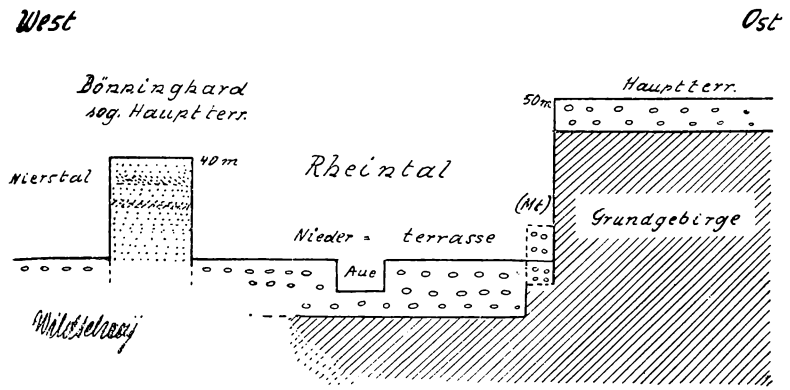


Abb. 2.

Vorläufiges Querprofil durch die niederrheinische Landschaft zwischen der Bönninghard und dem Dämmerwald unterhalb Wesel.

Querschlägig zur Richtung des altdiluvialen Rheintals, festgestellt am Niederrheinischen Höhenzug (Uedemer Horst). Diese Richtung ist mit der heutigen Gefällerichtung nicht mehr identisch. Daher enthält im Querschnitt die Niederterrasse eigentlich Höhendifferenzen von 5 m (zw. 25 m im SW links und 20 m im NO rechts), in der Zeichnung auf 23 m NN ausgeglichen. Die Mittelterrasse ist aus der Sterkrader Gegend in die Ebene der Zeichnung hineinprojiziert.

Niveau der Mt liegt, wie z. B. bei Ratingen oder bei Unterbach (Abb. 1), so ist sie doch von dieser durch Schotterbestand und vor allen Dingen durch den Erhaltungszustand bezw. Verwitterung sehr scharf unterschieden — trotz ähnlicher Höhenlage muß sie also selbst dann viel älter sein als die Mt. Ein allmählicher Uebergang von der Ha zur Mt existiert also am Niederrhein nicht. Der Ausdruck „mittlere Terrasse', der in vielen Fällen eine tiefere Ha umfaßt, würde daher in der Zukunft besser vermieden werden. Vor allem kann hiernach die Höhenlage am Niederrhein nur mit größter Vorsicht zur Terrassendiagnose verwertet werden

Uebrigens wird dieses Abbrechen und Einfallen der Hauptterrasse nach der Talaxe zu von großer Bedeutung sein, sobald es sich darum handelt, das Aequivalent der Hauptterrasse im linksrheinischen Zentralgebiet aufzusuchen. — — —

Im linksrheinischen Randgebiet sind analoge Störungen in der Ha schon längst bekannt. Wenn im Vergleich zum Viersener Horst die nördlich davorgelegene Terrasse als jüngere Ha bezeichnet wird, so ist das wohl so zu erklären, daß während der Absatzzeit des Ha-Schotters sich der Viersener Horst schon ganz im Anfang heraushob, sodaß er nur noch eine ganz dünne Schotterdecke mitbekam. Auch dort handelt es sich also bei beiden Stufen um eine einheitliche Bildungszeit. Sehr wichtig ist der Umstand, auf den Dr. Steeger mich aufmerksam machte, daß nur der Viersener Horst Maasschotter enthält, kaum aber die nördlich vorgelagerte „jüngere" Ha. D. h. ich bin überzeugt, daß die liegendsten Schichten auch der jüngeren Ha Maasschotter enthalten. Wenn er in den zu Tage tretenden hangenden Partien fehlt, so ist das leicht dadurch erklärlich, daß durch den im Südwesten sich heraushebenden Viersener Horst später die Maas abgesperrt wurde.

Auch hier ist das Einbrechen der Hauptterrasse nach Norden, also gegen die Rheintalaxe hin, sowie der Anteil des Maasschotters an den ältesten Partien des Ha-Schotters von großer Bedeutung, wenn es sich darum handelt, diese älteste Hauptterrasse in dem Zentralgebiet nördlich der Niers aufzusuchen.

*

Die Mittelterrasse fasse ich nicht in dem älteren Sinn bloß morphologisch als unbestimmte mittlere Terrasse, sondern im Sinne von Steinmann stratigraphisch auf. Sie ist durch folgende Merkmale bestimmt: Fast konstante Höhendifferenz gegenüber der Ni (Abb. 1), Auflagerungsfläche unter der Oberfläche der Ni (von lokalen Ausnahmen abgesehen), Oberfläche 5—8 m über der Ni. Sie ist ferner das tiefste Oberflächenelement, das noch Löß trägt (Mülheim. Uebrigens hat auch die Mt zuweilen bestimmt fluviatilen Lehm, z. B. links der Niers bei Geniel, vielleicht auch bei Duisburg). Im Schotterbestand ist die Mt von der Ha scharf unterschieden, stimmt aber im Bestand genau, im Erhaltungszustand, von der Verwitterung abgesehen, fast genau mit der Ni und dem Alluvium überein. (In besonderen Fällen, in denen die Umstände der Erhaltung günstig waren, wie z. B. bei gewissen Inselbergen, stimmt auch im Erhaltungszustand der Mittelterrassenschotter genau mit dem der jüngeren Terrassen überein, sodaß selbst dem erfahrenen Geologen eine Trennung schwer wird.)

Verbreitung: Nördlich der Wupper bis Hilden; vielleicht gehört dazu auch eine große lehmbedeckte Fläche bei Rath, die einen kaum merklichen

Abfall gegen die Ni besitzt (Abb. 1.). Von Lintorf ab ist dagegen die Mt plötzlich mit Ruhrschottern bedeckt. Dazu gehört der bekannte Aufschluß am Entenfang, in der Literatur als Block Rott an der Wedau bekannt, ferner Duisburg, ruhraufwärts Speldorf, Broich, Saarn, weiter ruhraufwärts so, wie Prof. Wunstorf und Steinmann jr. (persönl. Mitteilungen) schon festgestellt haben. Nördlich der Ruhr: bei Mülheim, östlich von Oberhausen, westlich von Sterkrade, ferner bei Barmingholten und Hiesfeld; Ende der Mittelterrasse vor Lohberg. Die Bezeichnung der im Liegenden der Ni bei Bocholt erbohrten Sande als Mt möchte ich bezweifeln. Die Verbreitung bei Krefeld-Geldern und links der Niers ist so, wie Fliegel sie auf der Karte angibt; das nördliche Ende links der Niers ist demnach bei Geniel-Lüllingen.

*

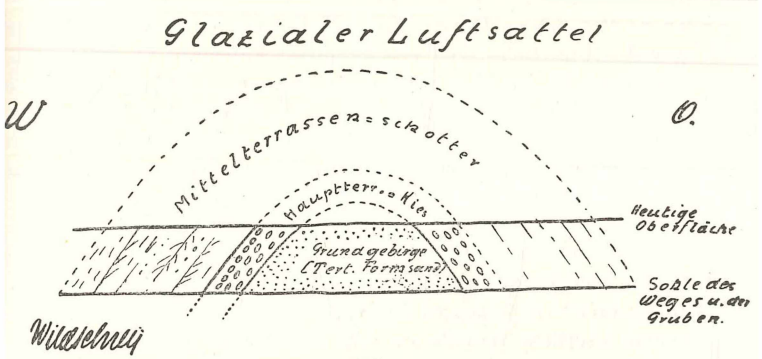


Abb. 3.

Glaciale Falte östlich von Uedem im Zug Rote Berg-Katzenberg. Der dargestellte Querschnitt entstammt dem Katzenberg. (Die Falte ist offenbar aus der Tiefe des östlich angrenzenden Uedemer Bruches auf die Oberfläche des Höhenzuges heraufgeschoben — wurzellose Überschiebung!).

Bekanntlich ist der Gletscher der nordischen Hauptvereisung bis zum Niederrhein vorgedrungen. Seine Grundmoräne hat hier eine weit größere Mannigfaltigkeit, als bislang angenommen wurde. Es gibt fast nur lokale Möränen, von einer Zusammensetzung, wie sie das Anstehende der nächsten Umgebung aufweist. Diese Mannigfaltigkeit, die unter Umständen schon auf meterlange Strecken hervortritt (Schlierenbildung, unreife Mo!), und die glazialen Störungen sind die Hauptmerkmale der Eiswirkung. Nordisches Material kann strichweise häufig sein, wie z. B. in den Ziegeleien von Mülheim, kann aber auch auf große Strecken selbst bei zweifelloser Moräne fehlen. Geschrammtes Geschiebe ist nicht übermäßig häufig. Dafür leistet dann aber ein oberflächlich eigenartig verwitterter und dadurch weiß-braun geflammter Grauwackensandstein, den ich nur in der Moräne fand, wieder gute Dienste. — — —

Die brennendste Frage der niederrheinischen Diluvialforschung hieß bislang: Welcher Terrasse entspricht dieser Eisvorstoß? In dem rechtsrheinischen Randgebiet habe ich die Mo ausnahmslos auf der Ha gefunden, und zwar auf mehrere qkm große Erstreckungen. Nämlich bei Ratingen, Duisburg, Speldorf, Mülheim, Sterkrade, Kirchhellen, Hünxe, Bocholt. (Das angebliche Vorkommen unter der Ha bei Bocholt habe ich schon vor Jahren bestritten. Die Essener geologische Gesellschaft hat bei einer besonderen Begehung diese Auffassung bestätigen können. (Siehe Arbeit von Steinmann.)

Häufig senkt sich die Mo auch den großen Erosionshang hinab. Z. B. bei Duisburg, Speldorf, Broich, Mülheim, Sterkrade, Lohberg und Bocholt.

Vor allem aber liegt sie auch auf der Mt, und zwar unter normalen Umständen auf dem Schotter: Entenfang an der Wedau, (eine eigentliche Mo ist hier nicht mehr erhalten, dafür aber deutliche Störungen im Mt-Schotter), Duisburg, Speldorf, Broich (dort fand ich bei meinem regelmäßigen Begehen neuer Aufschlüsse ganz unten auf dem liegenden Gründsandmergel einen wahrscheinlich durchgesunkenen riesigen Dioritblock, den ich vor dem Vernichten retten konnte), Mülheim, Oberhausen und Sterkrade (hier in großer Ausdehnung und mächtiger Ausbildung). In dem Abschnitt Duisburg-Lintorf hat Prof. Aulich in Duisburg lt. mündlicher Mitteilung Mo und unzweifelhafte Gletscherschrammen mehrfach im Liegenden des Mt-Schotters beobachtet. Hier liegen aber insofern besondere Verhältnisse vor, als offenbar die Mt-Ruhr durch einen Gletschervorstoß zum Ausweichen nach Süden gezwungen wurde. (sog. Randterrasse). Bei dieser Gelegenheit hat sie auch das Durchbruchstal zwischen der Monning und dem Duisserschen Berg (Kaiserberg) geschaffen, ferner vielleicht im Verein mit der Emscher, die damals als Urstromtal weit mehr Waser als heute führte (vergl. auch Mitteilung von Dr. Loescher), die von mir sogenannte Oberhausener Bucht erzeugt. (Die weiteren Durchbruchstäler: Nachtigallental zwischen Speldorf und Wedau, sowie das Rotter Tal zwischen Saarn und Großenbaum sind dagegen in ihrer ersten Entstehung wohl etwas älter. Auch das Aatal muß eine alte Schmelzwasserrinne sein, da es für den heutigen Aafluß viel zu groß ist. Außerdem ist, nach frdl. Mitteilung von Prof. Bärtling, im Liegenden Mo erbohrt. Jedenfalls habe ich Absätze von Emscher, Lippe und Aa im Ha-Schotter mit Sicherheit nicht auffinden können.)

Auf der Ni und in der Aue finden sich primäre Gletscherspuren nie. Wohl aber sind Gletscherablagerungen durch die Ni angeschnitten (Duisburg, Speldorf) oder tauchen anscheinend unter die Ni unter (Sterkrade).

Nach dieser Verbreitung der Eisablagerungen, ferner nach dem merkwürdigen Verlauf der Ruhr der Mt-Zeit von Duisburg aus rheinaufwärts, die sich nur durch Eiswirkung erklärt, kann es keinem Zweifel

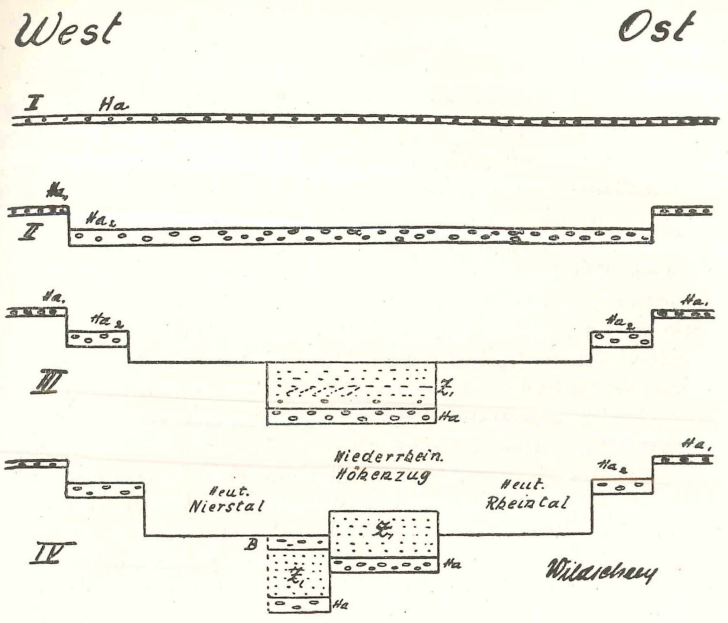


Abb. 4.

Schematischer Versuch einer Entwicklung der nördlichen niederrheinischen Landschaft zwischen den beiden Randgebieten, von der Hauptterrassenzeit bis unmittelbar vor der Mittelterrassenzeit, d. h. von E_1 bis Ende Z_1, unmittelbar vor E_2.

1. Beginn der Hauptterrassenzeit (E_1).

2. Höhepunkt der Hauptterrassenzeit, sog. jüngere Hauptterrasse Ha_2.

3. Gegen Mitte der ersten Zwischeneiszeit Z_1. In beiden Randgebieten Hebung und Erosion, sodaß heute das Grundgebirge unter dem Ha-Schotter zu Tage tritt. Im Zentralgebiet aber Einbruch, sodaß dort die interglacialen Sande der Niederrheinischen Stufe Z_1 sich absetzen können.

4. Der heutige Niederrheinische Höhenzug (Uedemer Horst) fängt an, vielleicht im Zusammenhang mit dem östlich anschließenden heutigen Rheintal, der allgemeinen Hebung nachzugeben und wird dadurch im Osten und Westen isoliert (Horst?). Dagegen südwestlich von ihm, im Bereich der heutigen Inselberge (über der Papierebene zu denken) dauert die Einsenkung noch an, sodaß sich der blasse Basisschotter B ablagern kann. Das Kälterwerden des Klimas kündet sich durch etwas größeres Korn an (Kies).

Die Ha im Bereich des Höhenzuges (rechts) ist nachgewiesen; bei den Inselbergen (links nur vermutet. Möglicherweise kann sie hier fehlen.

mehr unterliegen, daß die Hauptvereisung zur Mt-Zeit stattgefunden hat.

*

Die Niederterrasse ist die bekannte breite, bis zum mittleren Niederrhein hochwasserfreie Talfläche, die die meisten Siedlungen trägt. Nach Norden konvergiert sie gegen die Aue. Dasselbe geschieht auch in den Nebenflüssen bergwärts zu — vielleicht ein Beweis, daß die Alluvialerosion bei den Nebenflüssen nur langsam von der Mündung aus fortschritt.

Ihre Decke ist meist Hochflutlehm, der in den ersten Zeiten der Aue-Eintiefung abgesetzt wurde. Am rechten Niederrhein habe ich etwa von Kaiserswerth abwärts die interessante Beobachtung machen können, daß den Fluß, wenigstens nach Osten zu, nur ein wenige km breiter Lehmstreifen begleitet — offenbar reichte das Hochwasser landeinwärts nur bis dahin. Weiter nach Osten folgt ein auch nur wenige km breiter Streifen ungedeckter Terrasse. Dann kommt gegen den Hauptterrassenanstieg hin ein schmaler Dünenstreifen, der auch noch ein paar km weit auf der Hauptterrasse nach Osten kriechen kann. Offenbar entstammt das Flugsandmaterial diesem mittleren Streifen ungedeckter Terrasse. Die Flugsandbildung schließt sich aber nicht direkt an den Absatz des Ni-Schotters an, sondern ist von ihm häufig durch eine ¾ m mächtige Lehmlage getrennt. Wo diese fehlt, ist wenigstens vielfach die Oberfläche der Ni noch verwittert. Ich setze die niederrheinische Steppenzeit, in der der Flugsand sich absetzte, dem Grenzhorizont der nordischen Moore gleich[1]).

Die von Fliegel und Krause als Mittelterrasse aufgefaßten Höhen von Schwafheim und Baerl bei Moers haben sich bei meinen Untersuchungen nur als besonders mächtige Dünenzüge auf der Niederterrasse herausgestellt.

*

Auch über das Alter der Terrassen kann ich bestimmte Mitteilungen machen. In den großen Kiesbaggereien und Kiesgruben am mittleren Niederrhein finden sich häufig Reste der großen diluvialen Säuger, zuweilen noch im natürlichen Zusammenhang aller Teile und ohne eine Spur von Abrollung. Die Tiere müssen also an Ort und Stelle verendet sein. Stets finden sie sich nur bis zu einer mittleren Schicht aufwärts; die hangendsten Schichten sind nach den bisherigen Beobachtungen stets frei davon. Bekanntlich sind diese großen Säuger mit dem Höhepunkt der letzten Vereisung ausgestorben. Also entspricht diese mittlere Schicht dem Höhepunkt von E_3, die hangendsten Schichten dem Aus-

1) Während des Druckes werde ich von Herrn Prof. Wolff darauf aufmerksam gemacht, daß nach Dr. Breddin sich auf Blatt Straelen die Flugsandbildung direkt an den Ni-Absatz anschließt. Danach scheint sie sich über längere Zeit ausgedehnt zu haben.

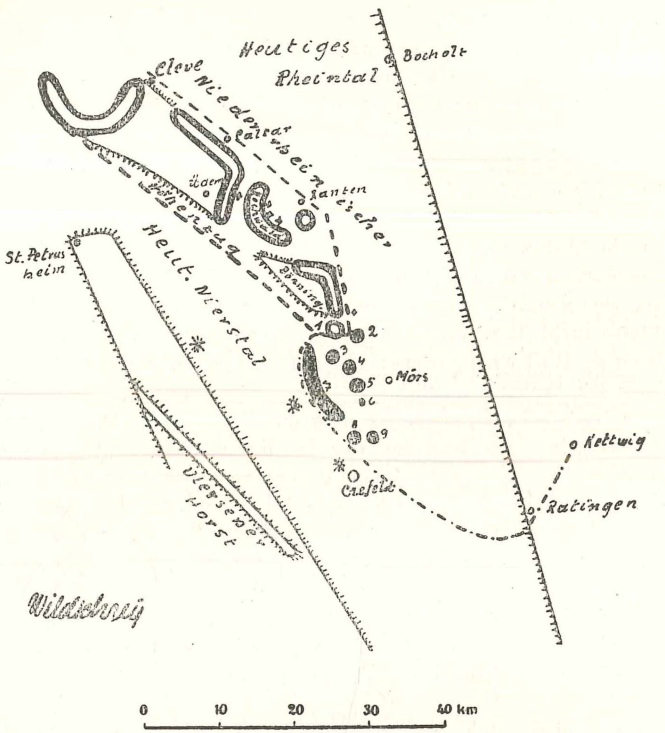


Abb. 5.

Schematischer Plan des Niederrheins.

— — — — — Umrahmung des Niederrheinischen Höhenzuges (Uedemer Horst?). Man beachte, daß die Grenzen dem Viersener Horst parallel laufen — Verwerfungsspalten?

— . — . — . — Grenze der Staumoränen im Bereich des Mittelterrassentals zwischen Kamp (1) und Ratingen. Man bemerkt, daß diese Grenze gegenüber dem Niederrheinischen Höhenzug (Uedemer Horst) um einige km weit nach SW vorquillt.

(Dick schwarz umrahmt): Endmoränenzüge im Bereich des Niederrheinischen Höhenzuges (Uedemer Horstes), der bisher sog. „Hauptterrasse". Südlichster Punkt = Kamperberg (1).

+ + + Mittelterrassenmaterial in der Moräne des Niederrheinischen Höhenzuges bei Xanten; es beweist, daß die Talfurchen von Xanten bei Ankunft des Gletschers schon vorgebildet waren.

(Schwarz ausgefüllt): Südliche Staumoränen auf der Mittelterrasse (Inselberge). 2 = Niersenberg, 3 = Dachsberg, 4 = Eyll'scher Berg, 5 = Rayer Berg, 6 = Gülixberg, 7 = Schaephuysener Endmoräne, 8 = Hülser Berg, 9 = Egelsberg.

✳ ✳ ✳ Gletscherspuren im Vorfeld.

klingen der Vereisung. Dann muß aber die Ni als Ganzes der E_3 als Ganzes entsprechen.

Daß Mt = E_2 ist, habe ich oben schon nachgewiesen. Daß Ha = E_1, ist dann durch Analogie wahrscheinlich; ich werde aber dafür im Folgenden noch genauere Anhaltspunkte beibringen. D. h. also: Jede Terrasse entspricht einer Eiszeit und umgekehrt. — — — An andern niederrheinischen Stellen, wo auch zwischeneiszeitliche Absätze erhalten blieben, sind diese an Gesamtmasse und Korngröße gering; ebenso die Absätze aus der wärmeren Pliocänzeit. Den Rhythmus in der Terrassenbildung erkläre ich hiernach so, daß durch die Temperaturerniedrigung eine gewaltige Gebirgszerstörung (grobes Material) einsetzte, deren die Flüsse nicht Herr werden konnten. Echte diluviale Terrassen setzen gleichzeitige Hebung voraus; pliocäne und interglaciale Ablagerungen sind nur bei Senkung möglich.

Von besonderem Interesse ist auch das Vorkommen von Bimssand am Niederrhein. Ich fand ihn nur in den obersten Schichten der Ni, vielleicht in den obersten 4 m, häufig noch von einer bimsfreien Sandlage überdeckt. Die Bimssande finden sich in den meisten Gruben zwischen Homberg am Rhein und Neukirchen westlich von Moers (wenigstens gehen bis dahin die Aufschlüsse); dieser Streifen stellt also das Verbreitungsgebiet des Rheins zur Zeit des Ausbruches des Laacher Vulkans und kurze Zeit darauf dar. Hiernach erfolgte der Ausbruch des Laacher Vulkans gegen Ende der Ni-Zeit, vielleicht in der Yoldiazeit oder um die Wende zur Ankyluszeit hin — jedenfalls nach dem Höhepunkt von E_1.

* * *

Ganz anders sind die Verhältnisse in dem Zentralgebiet zwischen Niers und Rhein. Hier erhebt sich eine ganze Reihe von Höhen aus der Ebene. Die südlichen Kuppen in der Umgebung von Krefeld-Mörs nennt man die Inselberge; sie enden mit dem Niersenberg bei Kloster Kamp. Dagegen vom Kamper Berg an zieht sich ein jetzt geteilter, ehemals aber zusammenhängender Höhenzug über Bönninghardt-Calcar-Kleve und weiter über die Landesgrenze hinüber. Er ist stratigraphisch und morphologisch einheitlich und von den Inselbergen bestimmt unterschieden; ich nenne ihn den niederrheinischen Höhenzug oder Kamp-Klever Höhenzug.

In diesen Höhen tritt nirgendwo — weder bei gestörten noch ungestörten Schichten — an den Steilrändern unter einer Schotterdecke das Grundgebirge zu Tage (Abb. 2). Die Schottermassen setzen vielmehr den ganzen Hang hinab, bis unter die Talfläche durch, und erreichen die bei uns ungewöhnliche Mächtigkeit von mindestens 15 m, ohne daß das Liegende aufgeschlossen wäre.

Auch früher war außerdem schon bekannt, daß hier ältere Schotter — Basisschotter oder „Aeltestes Diluvial" genannt — unter jüngeren Schottern liegen. Im Gegensatz zu den Randgebieten, die während des Diluviums

sich heraushoben, muß also hier in dem Zentralgebiet zu derselben Zeit eine allgemeine Senkung stattgefunden haben. Das ist bei der Terrassenbestimmung bislang nicht recht berücksichtigt worden, und darin liegt die Quelle zu den Widersprüchen, die bislang bei der

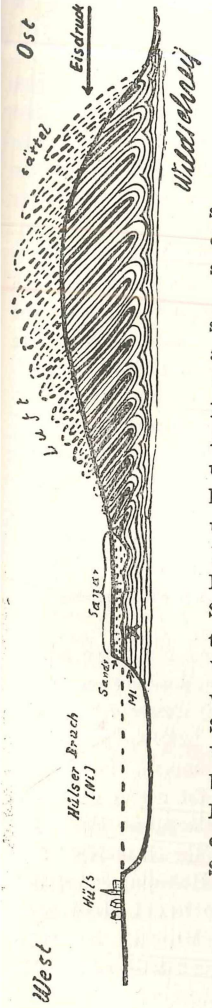


Abb. 6.

Idealer Ost-Westschnitt, von Süden gesehen, durch den Hülser Berg. Zeigt als Typus der südlichen Inselberge die Entstehung durch Zusammenstauchen der normalen Mittelterrasse.

Die stauchende Kraft kommt aus dem Osten und schiebt die Oberflächenschicht — beim Hülser Berg aus dem Raum zwischen diesem und dem Egelsberg — zu Falten zusammen, die nach W überkippt sind. Die verbindenden Brücken der Luftsättel konnten die Arbeiter am Eyll'schen Berg (Mitteilung an Krause und mich) beobachten. Die stauchende Kraft erlahmte im Westen; daher verklingen die Falten dort und gehen stetig in die ungestörten Schichten über. × Uebergangsstelle, in Abb. 7 vergrößert dargestellt. Man beachte, daß ohne den „Sandr" die ungestörten Schichten genau dieselbe Höhe wie die normale Mittelterrasse gegenüber bei Hüls haben. In derselben Weise sind alle Inselberge zusammengesetzt aus sich wiederholenden, meist nach NO einfallenden, also nach SW überkippten Falten. Wo außerdem an ihrer Westseite noch ungestörte Schichten anstehen (Dachsberg, Egelsberg), haben diese ohne Decke stets Mittelterrassenhöhe. Der Egelsberg besteht, soweit er augenblicklich aufgeschlossen, ganz aus ungestörten Schichten.

Untersuchung des niederrheinischen Diluviums zu Tage getreten sind.

Die Beobachtung zeigt schon in dem petrographisch-stratigraphischen Bestand der Terrassenschotter einen scharfen Unterschied zwi-

schen den Inselbergen und dem Niederrheinischen Höhenzug. Bei den Inselbergen eine unruhige Kreuzschichtung, wie bei der Flußschichtung üblich; beim Höhenzug dagegen entweder ebenflächige Parallelschichtung bezw. grobe Bänke, wie bei Seenabsatz — oder aber, wenn Kreuzschichtung auftritt, ist diese groß geschwungen, ruhig, in Bänken bis 1 m Mächtigkeit.

Ebenso verschieden ist das Material. Bei den Inselbergen ist der Schutt durchschnittlich grobkörnig: er enthält viel Geröll, z. T. sogar in sehr großen Brocken. Das Aussehen ist besonders frisch und im petrographischen Befund und Erhaltungszustand den jüngeren Terrassen der Randgebirge (Mt und Ni) entsprechend. In der Zwischenzone zwischen der hangenden Verwitterungszone und dem Grundwasserspiegel ist der Schotter sogar genau so frisch wie in der Ni. — — —

Im Höhenzug dagegen bestehen — wenigstens längs der S.W.-Seite — die erwähnten horizontal gelagerten ungeteilten Bänke aus einem feuchten lehmigen grauen Feinsand von der Natur des Beckensandes. Auch die kreuzgeschichteten Bänke aus blaßrosa Flußsand sind sehr kiesarm. Die rosa Farbe ist im Durchschnitt etwas heller als bei den südlichen Inselbergen; doch ist große und fortdauernde Uebung notwendig, um diesen feinen Unterschied festzustellen. (Abgesehen wird dabei natürlich von den rotbraunen Verwitterungsbändern, dem sogenannten Ferretto.) Die wenigen Gerölle besitzen außerdem mehr den Charakter der Ha-Gerölle. Mehr Geröll führende Schichten kommen nur lokal vor.

Der geringen Korngröße und der Beschaffenheit der Schichten nach zu urteilen, muß der Absatz des Schotters des niederrheinischen Höhenzuges in einem sumpfigen Seengelände erfolgt sein, das aber doch stellenweise von langsam sich bewegenden Flüssen durchströmt war.

Ferner zeigt die Höhenlage der ungestörten Schichten scharf bestimmte Unterschiede zwischen S und N. Auch bei den Inselbergen finden sich an der Westseite ungestörte Schichten (Hülserberg, Egelsberg, Dachsberg). Wenn man dort eine mit nordischem Geschiebe durchspickte Deckschicht abrechnet, die Steeger und Gagel als jüngere Ha, andere Forscher und ich dagegen als Sandr auffassen, dann bleibt genau die Höhe der benachbarten Mt und nichts mehr übrig (am Hülserberg und Egelsberg z. B. die Höhe der Krefeld-Hülser Mt-Platte von ungefähr 37 m NN; 5 m über der dortigen Ni von 32 m. Vgl. Abb. 6.) Nach Höhenlage, Art der Schichtung, Bestand und Erhaltungszustand des Schotters besteht also nicht mehr der geringste Unterschied gegenüber der Mt. D. h.: Die Inselberge im Raum Krefeld-Mörs gehören zur Mittelterrasse und nicht zur Hauptterrasse.

Die mehr sandigen Schichten des Niederrheinischen Höhenzuges dagegen sind auffällig höher als die ungestörten Schichten der Inselberge: 12—15 m über Ni, also 2—3 mal so viel wie bei Krefeld. Schon aus diesem Grunde, aber auch wegen des Kiesbestandes und der im Durchschnitt

etwas blasseren Farbe müssen sie also eine ältere Ablagerung darstellen. —

Das Liegende des Niederrheinischen Höhenzuges ist unter normalen Umständen nirgendwo aufgeschlossen. Nach dem in den Randgebieten beobachteten Einfallen der ganzen Ha-Decke nach der Talachse zu müssen wir aber die Ha am Höhenzug ganz im Liegenden erwarten, das indes im natürlichen Zustand nirgendwo zu Tage tritt. Aber mehrfach ist das Liegende durch die Aufpressung des Eisdruckes nach oben befördert worden. Am besten aufgeschlossen ist es östlich von Uedem und, offenbar aus dem Uedemer Bruch heraus, auf die Oberfläche des Höhenzuges heraufgeschoben. Da hat das Eis in dem Zug Rote Berg-Katzenberg

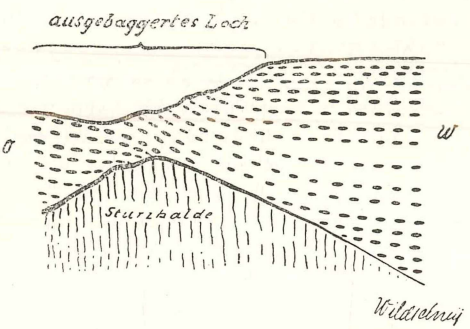


Abb. 7.

Hülserberg. Vergrößerung der in Abb. 6 mit × markierten Stelle. Sie befand sich an dem Querdamm der Carstanjen'schen Grube und war nur vom Norden aus zu beobachten; daher sind gegen Abb 6 Ost und West mit einander vertauscht. Das Bild habe ich am Tage vor dem vollständigen Wegbaggern abgezeichnet. Schon ist oben eine größere Lücke hineingerissen. Trotzdem sieht man aber noch deutlich, wie die von links = Ost kommenden gefalteten Schichten allmählich nach rechts in die ungestörten Schichten übergehen. Größe des Aufschlusses wenige Meter.

eine vollständige Falte mit dem liegenden Gebirge hervorgepreßt. Den Kern bildet das Grundgebirge — ein zäher sandiger Lehm, dunkel sepiabraun, für oligozänen Formsand anscheinend etwas zu fett, wahrscheinlich verwitterter miozäner Glimmerton (Versteinerungen habe ich nie auffinden können). Ferner wurde ein paar km weiter östlich, als vor Jahrzehnten der Hochwald bei Labbeck von der Boxteler Bahn durchschnitten wurde, eine Wirbelsäule wahrscheinlich eines Cetaceen gefunden (Xantener Museum), die wohl auch auf einen Faltenkern aus miozänem Glimmerton hinweist. — Bei Uedem folgt dann auf den beiden Flügeln der Falte zunächst eine geringe Schicht, 1½ m mächtig, offenbar Erosionsrest von Hauptterrassenschotter: grober Kies, fast frei von Sand, von der typischen Ha-Zusammen-

setzung mit vielen Maasschottern, wie sie in den Randgebieten bei der älteren Ha auftreten (Viersener Horst). Besonders charakteristisch ist der Umstand, daß diese Schicht mit Brauneisenstein von unten her vollständig durchtränkt ist — eine Färbung, die aber die hangende Schicht nicht mit ergriffen hat! (Vergleiche die Randgebiete.) Diese liegende Schicht entspricht also ganz zweifellos der randlichen Ha. Auch anderwärts habe ich in den Falten der nördlichen Staumoräne häufig solche Schotter von der beschriebenen typischen Ha-Beschaffenheit aufgefunden. Ebenso gehört das sog. „Aelteste Diluvial" Fliegels, soweit er es im Norden bei Kleve vorfand, (sein „Aeltestes Diluvial" aus der Krefeld-Mörser Gegend hat stratigraphisch eine andere Stellung), nach seiner Beschreibung hierher. Ich bin überzeugt, daß sich eine solche Ha-Schicht bei Bohrungen überall im nördlichen Höhenzug als Schotterbasis würde nachweisen lassen. Auch glaube ich sie am Bergfuß in allerdings kümmerlichen Aufschlüssen in ungestörter Lage festgestellt zu haben.

Die feinsandigen Schichten, die an den Rändern des Höhenzuges zu Tage treten, und die man bisher als Ha bezeichnete, müssen daher offenbar jünger sein. Sie werden einer Zwischeneiszeit entsprechen, die infolge wärmeren Klimas nicht solch groben Schotter liefern konnte, wie bei den eigentlichen eiszeitlichen Terrassen[1]). Zwischeneiszeitliche Absätze müssen aber auch an Quantität weit geringer als die eiszeitlichen sein und würden unter normalen Umständen, wie sie im Randgebiet vorliegen, überhaupt nicht zum Absatz gelangen, sondern höchstens als Schleifpulver Verwendung finden. Wenn sie sich aber hier im Zentralgebiet niedersetzten, so konnte das wieder nur deswegen geschehen, weil in derselben Zeit, in der in den Randgebieten Hebung und Erosion stattfand, das Zentralgebiet sich einsenkte. So mußten hier neben langsam schleichenden Flußmäandern noch Sümpfe und Seenbecken mit den charakteristischen Beckensanden und Schlickabsätzen entstehen. — Ein weiterer Beweis dafür sind auch die vielen Einlagerungen von Ton- und Feinsandschichten mit interglazialem Versteinerungsinhalt, der im Norden eine wärmeliebende Antiquus-Fauna darstellt. Die Stufe entspricht offenbar der prähistorischen Stufe des Chelléen und Prächelléen. Aber nicht nur diese verhältnismäßig geringmächtigen versteinerungsführenden Einlagerungen, sondern die ganzen überwiegend sandigen Schichten des niederrheinischen Höhenzuges im Hangenden der groben Maasschotterführenden Kiesschichten fasse ich als Interglazial auf. (Durch die Mächtigkeit dieser Ab-

1) So weist auch die pliozäne Kieseloolithschotterterrasse als Absatz eines warmen Klimas eine geringere Korngröße auf als die eiszeitlichen Terrassen; ihr Absatz ist wohl nur durch Senkung zu erklären.

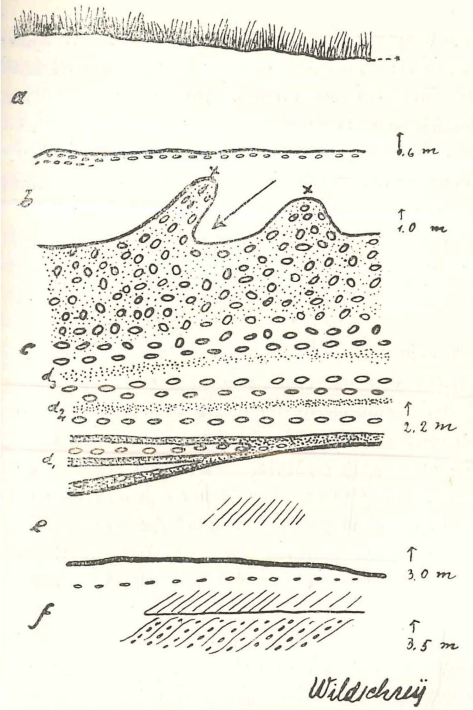


Abb. 8.

Ein Beispiel von glacialer Vorfeldstörung in der unbezweifelten Mittelterrassenplatte bei Stenden (zwischen Krefeld und Geldern, auf dem Plan Abb. 5 das mittlere der drei Sternchen). Aufschluß hinter dem Gehöft von Karl Mintmann.

f) Der blasse „Basisschotter", der auch am Hülser Berg und Egelsberg vorkommt und dort von den früheren Autoren als „ältestes Diluvial" angesehen wurde. Feiner Kies und normaler Flußsand, kreuzgeschichtet.

e) Grau-grüner „pappiger" Feinsand — Beckensand — mit sehr wenigen eingesprengten kreuzgeschichteten Streifen von rosa Flußsand. Entspricht vielleicht der Zwischenschicht der genannten Inselberge. Nach oben durch Erosionsdiskordanz abgeschlossen.

c) Dunklerer, frischerer Schotter, in Wirklichkeit mit grober Diagonalschichtung, nach links (Westen) einfallend, also vom Osten, von der Staumoräne her kommend. Enthielt einen nordischen Granit, ist wohl als Sandr anzusehen und entspricht dem hangenden Schotter, der angeblichen jüngeren Hauptterrasse der Inselberge. Die liegende Hälfte ist ungestört, normal geschichtet. Nach dem Hangenden zu, etwa von d_3 an, geht die Schichtung mehr und mehr verloren. Oben bilden die Massen ein wirres Durcheinander.

b) Unreife Grundmoräne — ein schwer zu beschreibendes Gewirre aus braunem Lehm, grau-grünem Letten, festgewordenen braunen (total ferrettisierten) Grobsand und Caput-mortuum-farbenem Kies. Diese Kiesmassen dringen in Zapfen, der Ankunftsrichtung des Gletschers entgegen, aus dem anstehenden Liegenden ein (Bei ××). Offenbar waren die Zapfen, nach ähnlichen Beispielen zu urteilen, in ihrem ursprünglichen Verband schwebend gelagerte Schichten, die von der andringenden Moräne in der Pfeilrichtung unterfaßt und aufgerichtet wurden. Isolierte „Kiesköpfe" siehe Abb. 9. In Wirklichkeit ist also b ganz mit Schlieren erfüllt zu denken, die wiederzugeben unmöglich war. Abschluss nach oben durch eine Steinsohle.

a) Kiesfreier Decklehm. (Vielleicht Lößlehm. Genau so wie hier zerfällt auch am Sintelberg bei Hameln der angeblich einheitliche Geschiebemergel in hangenden Decklehm — mager, wohl Lößlehm — mittlere Steinsohle — Erosionsrest der Liegenden — und liegende Grundmoräne.)

Dieser Aufschluß beweist schon für sich allein, daß der Gletscher nicht schon in der Hauptterrassenzeit, sondern erst in der Mittelterrassenzeit gekommen ist.

lagerungen trotz der spezifisch geringeren Gebirgszerstörung in der warmen Zwischeneiszeit wird wiederum die lange Dauer von Z_1 bewiesen.) Da es durch diese vorwiegend fluviatile Ausbildung von anderen gleichzeitigen Vorkommen unterschieden ist, bezeichne ich sie als die niederrheinische Facies von Z_1 oder kurz als niederrheinische Stufe. Stratigraphische Begrenzung nach unten durch Ha; über die obere Grenze später.

Hiernach muß es jetzt als ziemlich sicher erscheinen, daß Ha = E_1, und daß die grobe Ausbildung der Schotter der Terrassen mit dem Frost der Eiszeit zusammenhängt[1]).

Noch vor Ende von Z_1 hob sich der niederrheinische Höhenzug empor. Sein Hangendstes stellt also nicht den oberen Abschluß der niederrheinischen Stufe dar. Die Grenzlinien verlaufen querschlägig zum variskischen Streichen und parallel zum Viersener Horst (Abb. 5); ich möchte also wohl annehmen, daß das Herausheben horstartig erfolgte. Als Horst schlage ich für den niederrheinischen Höhenzug den Namen „Uedemer Horst" vor. Ob allerdings diese Verwürfe übereinstimmen mit denen, die vorher das Einsenken des Zentralgebietes bedingten, vermag ich natürlich nicht zu sagen, glaube es auch nicht einmal. Jedenfalls wurde die bis dahin einheitliche niederrheinische Bucht von diesem Augenblick an in die beiden Untertäler: das heutige Rhein- und das heutige Nierstal gespalten. — —

In der südlichen Fortsetzung des Höhenzuges von Kamp an gegen Krefeld zu muß aber die Einsenkung noch weiter angedauert haben. Nur so ist es zu verstehen, daß sich dort auch noch weiterhin interglaziale Absätze bildeten. Der helle Basisschotter der Inselberge gehört z. T. hierher; sein Schotterbestand nähert sich schon stark dem der Mt

---

1) An der Weser ist die Beschotterung der Mittelterrasse außerordentlich mächtig (25 m). Bei den Exkursionen der Deutsch. Geol. Ges. 1925 erfuhr ich von Prof. Wegner-Münster, daß man vielleicht auch dort eine Abnahme der Korngröße nach dem Liegenden hin feststellen könne. Sollte sich das bestätigen, so würde auch da der Verdacht auf Interglazial auftauchen.

Ueberhaupt dürfen wir, wenn meine Auffassung vom Terrassenrhythmus richtig ist, zwischeneiszeitliche Ablagerungen nur in Senkungsgebieten suchen. Als solches kennen wir am Rhein außer dem großen Senkungsfeld der Niederrheinischen Bucht auch noch das Mainzer Becken. Und in der Tat finden sich dort die Mosbacher Sande und die von Mauer! Das Profil von Mosbach möchte ich folgendermaßen deuten: Die liegenden Diluvialschotter, die von Tertiär unterlagert werden (Taunusschotter, vielleicht auch der Mainschotter) entsprechen unserer Hauptterrasse = I. Eiszeit. Die eigentlichen Mosbacher Sande unserer Niederrheinischen Stufe = Z_1, und zwar wahrscheinlich der ersten Hälfte von Z_1, wie aus den Anklängen der Fauna an das Forestbed, und der Discordanz im Hangenden vielleicht zu erschließen ist. Das Hangende wäre dann wohl als Aequivalent von Mt (= E_2) und Z_2 (Lößlehm) aufzufassen.

(in der vorhergehenden Zwischenzeit hat also der Uebergang von der Schotterführung der Ha zur Mt stattgefunden). Nur durch die stärkere Ausbleichung, die geringere Korngröße und die großzügigere Schwingung der Kreuzschichtung ist vielleicht der Basisschotter von der Mt zu unterscheiden; die Merkmale weisen noch auf die Zwischeneiszeit hin. Ferner gehören auch die versteinerungsführenden Horizonte der Mörser Gegend hierher. Charakteristischer Weise enthalten sie aber gegenüber der Antiquus-Fauna der nördlicheren Gebiete eine gemäßigtere Fauna vom Paludinencharakter — das Klima weist auf das Ende von Z_1, auf die Zeit der Acheuléenstufe hin. (Dadurch wird auch die stratigraphische Stellung des Berliner Paludinenhorizontes genauer bestimmt und in das Ende von Z_1 verwiesen.)

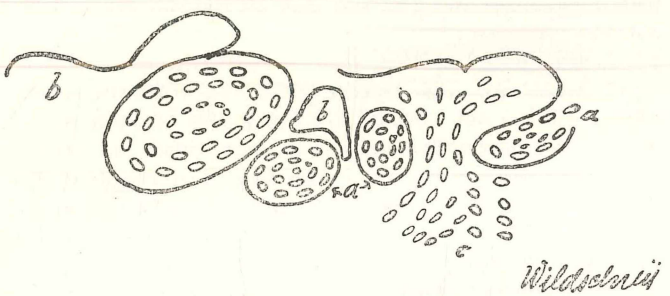


Abb. 9.

Charakteristische Schlierenbildung in der Grundmoräne des vorigen Aufschlusses. (Vgl. Abb. 8.)

a) Braune „Sandköpfe“ mit Kies, undeutlich, aber unverkennbar konzentrisch geschichtet, offenbar in der Moräne gerollt — Wickelgeröll.

b) Grauer Ton.

c) Aus dem Liegenden heraufgepreßter Kies mit diffuser heller Caput-mortuumfarbe.

Dieser helle Krefeld-Mörser Basisschotter ist also kein „Aeltestes Diluvial“, auch nicht einmal Hauptterrasse, wie ich noch im vorigen Jahr annahm, sondern ein der Mittelterrasse nahestehendes oberes Interglazial, und ist von dem „Aeltesten Diluvial“ der Klever Gegend ganz bestimmt zu unterscheiden.

Hiernach müßte also die niederrheinische Stufe von dem liegenden Ha-Schotter des nördlichen Höhenzuges bis zu dem hangenden Mt-Schotter der Inselberge eine geschlossene Folge von Z_1 bieten; es wird Aufgabe der Spezialforschung sein, dies zu prüfen und festzustellen. (Vergleiche zu dieser ganzen Entwicklung Abbildung 4.) — — —

In der hangenden, aber noch glazialfreien Mt-Schicht der Inselberge ist das Korn wieder gröber. Offenbar macht sich die

herannahende Eiszeit E_2 durch eine stärker werdende Gebirgszerstörung bemerklich. Die unruhige Kreuzschichtung an Stelle der groß geschwungenen, ruhigen Kreuzschichtung oder der Beckenschichtung weist auf erhöhte Flußtätigkeit hin — sei es durch größeren Wasserreichtum, sei es dadurch, daß durch stärkere Schotterablagerungen die Senklücken des Tales ausgeglichen und so das Gefälle wieder erhöht worden ist, sodaß nur schnelle Fluß-Strömung noch in Frage kommt. Kurz vor Mitte der Hauptvereisung, d. h. vor Ankunft des Gletschers, hatten also Rhein- und Nierstal als Talboden die Mt; getrennt waren sie in der Mittellinie von Camp an durch den Niederrheinischen Höhenzug (Uedemer Horst?), der aber bis Xanten-Calcar noch vielfach durch mit Mt-Schotter bedeckte Talfurchen zerschnitten war (wie aus dem Mt-Material des dortigen Mo hervorgeht. — — —

Nun kommt auch die Zeit, daß das Skandinavische Inlandseis heranrückt. Es brandet gegen den Höhenzug und preßt den östlichen Talrand auf. Südlich von Camp wird es durch den Höhenzug nicht mehr gehemmt und kann dann noch einige km weiter nach Südwesten vordringen. (Siehe Abb. 5. und 10.) Weit aber nicht mehr — höchstens noch 10 km. Da erlahmt seine Kraft endgültig. Hier hat es sich in dem Schaephuysener Höhenzug eine Staumoräne aufgeworfen, die einem weiteren Vordringen — wenigstens in großen Massen — ein Ziel setzt. Dieser Höhenzug besteht aber schon aus dem Material des Mt-Talbodens, ebenso wie auch die Inselberge hinter dieser Front. (Siehe Abb. 5, 6 und 10.)

Noch zwei besondere Beweise habe ich dafür, daß auch linksrheinisch die Steinmann'sche Mittelterrasse und keine ältere Terrasse es war, die zur Zeit der Hauptvereisung den Talboden darstellte:

1. Da ist zunächst die schon genannte Uedemer Glazialfalte Katzenberg — Rote Berg. Abb. 3. Dort ist eine unzweifelhafte Schicht von verwittertem Ha-Schotter von einer ebenso unzweifelhaften Schicht von unverwittertem Mt-Schotter überlagert. Diese hangende Schicht stimmt in allen Merkmalen — Verteilung von Sand und Kies, unruhige Kreuzschichtung, petrographischer Befund der Gerölle, Erhaltungszustand des Schotters, Rosafärbung des Sandes — genau mit dem Mt-Schotter der Inselberge überein, ist also auch unzweifelhaft Mittelterrasse. Diese Mt-schicht ist mitgefalten!

2. Vielfach findet man in dem ganzen Vorfeld: Krefeld-Nieukerk — ja bis jenseits der Niers bei Geniel auf der bisher nie bezweifelten Mittelterrassenplatte ebenso unzweifelhafte Eisstörungen: nicht nur tektonische Störungen, sondern deutliche Absätze einer unreifen Grundmoräne (Beispiele siehe Abb. 8 und 9). Westlich von Krefeld z. B. findet sie sich in allen Kiesgruben. Sie besteht fast nur aus den typischen Schlieren einer unreifen Moräne; auch enthält sie anscheinend viel von dem inter-

glazialen Ton, der weiter aus dem Osten stammt, sowie von den stark ferettisierten Sand- und Kiesmassen der weiter östlich zu denkenden Staumoräne. Auch sogar bei Kempen hat Dr. Steeger solche Erscheinungen auf der Mittelterrasse beobachtet. Charakteristischer Weise finden sich solche Erscheinungen, soweit mir bekannt, nur auf der Mittelterrasse vor der Hauptstillstandslage, nirgendwo sonst — weder auf der Mittelrheinischen Mittelterrasse noch irgendwo auf der Niederterrasse. Schon dies begrenzte lokale Vorkommen zeigt, daß nicht, wie Steeger möchte, eine allgemeine Ursache dafür verantwortlich gemacht werden darf, daß vielmehr ein Causalzusammenhang zwischen Staumoräne und Vorfeld besteht.

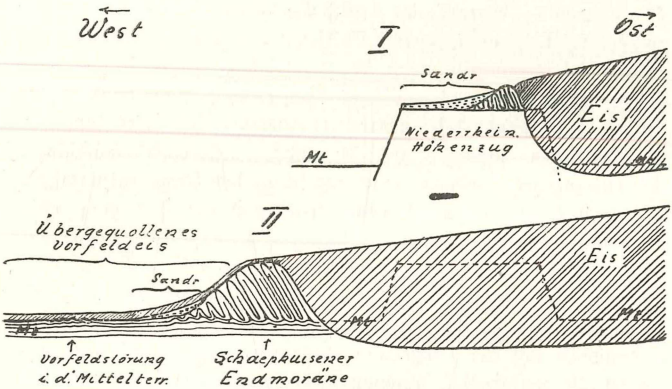


Abb. 10.

Verschiedenes Verhalten des Gletschers am Niederrheinischen Höhenzug (Uedemer Horst) und südlich davon im Mittelterrassental.

1. Nördliches Rheintal. Das Eis brandet vom Talboden der Mittelterrasse aus gegen den Höhenzug der sog. „Hauptterrasse" an und baut aus dem abgequetschten Teil des Höhenzuges, vielleicht auch aus Oberflächenteilen des Talbodens — vgl. Abb. 3 — eine zusammengeschobene Staumoräne auf der Oberfläche des Höhenzuges auf. Vgl. die stark eingerahmten Moränenzüge der Karte Abb. 5

2. Rheintal südlich Kamp im Bereich der Inselberge — den weiter nördlich gelegenen „Uedemer Horst" sieht man durchschimmern. Da das Eis hier durch keinen Höhenzug gehemmt wird, fließt es weiter nach Westen durch. Es bleibt hier an einer Staumoräne stecken, die es sich aus dem Talboden der Mittelterrasse (Mt) selbst aufgeworfen hat. Beispiel: Schaephuysener Endmoräne. Zeitweise quillt es über den Rand bis weit in das Vorfeld hinein und hinterläßt dort überall noch Störungen mit Grundmoräne. — Man beachte, daß der Sandr hier in Höhe der Mittelterrasse liegt (Egelsberg, Hülser Berg, Dachsberg), im Norden aber auf dem Höhenzug — also in verschiedenen Höhenlagen. Er kann somit nicht im Sinne Steegers eine einheitliche Flußterrasse mit konstanter Höhenlage darstellen.

Damit ist die niederrheinische Eiszeitchronologie jetzt endgültig entschieden.

Für die qualitative Bestimmung der Eisstörungen und ihren Grad bildet die glaziale Verwitterung — ich bezeichne sie vorläufig mit dem für ähnliche Erscheinungen in Oberitalien gebräuchlichen Ausdruck als Ferretto — eine vorzügliche Handhabe: Es sind rotbraune Verwitterungsstreifen. Meist bilden sie an der Oberfläche eine zusammenhängende Masse, die sich nach unten zu in einzelne Streifen auflöst. Am stärksten findet sich diese Erscheinung immer nur am Eisrand, aber im Mt-Material vielleicht etwas stärker als in älteren Schichten.

Sie hängen — worauf das beständige Zusammenvorkommen mit dem Eisrand hinweist — offenbar mit Gefrieren und Wiederauftauen zusammen. Ihre Form ist genau die eines Wasserstreifens — d. h. der Grenzlinie einer Wassermasse im porösen Mittel. Ich stelle mir die Sache so vor, daß die einzelnen Streifen Jahresringen entsprechen, die sich an der Oberfläche überlagern müssen; die liegendsten, deutlich individualisierten Streifen entsprechen besonders extremen jährlichen Temperaturverhältnissen. Zum Teil sind sie erst nach dem Höhepunkt der Vereisung entstanden und sind dann nicht mehr gestört worden; z. T. sind sie aber noch von der Eisstörung mitbetroffen. In dem Grade, wie die auf materiellen Unterschied beruhende Schichtung untergeht, werden auch die Ferrettobänder undeutlich: zuerst gekräuselt, verlieren dann ihre scharfen Konturen, beginnen mit der Umgebung zu verschwimmen und machen schließlich, wenn die materielle Durchmischung vollkommen geworden ist, einer gleichmäßigen rosa- oder hellen Caput-Mortuumfärbung des ganzen Schotters Platz. Bei einiger Uebung kann man hieraus einen guten Maßstab für den Grad der Störung gewinnen. Diese gleichmäßige rötliche Färbung der linksrheinischen Kies- und Sandmassen ist übrigens ein bezeichnendes Erkennungsmerkmal für die kiesig-sandige Ausbildungsform der Grundmoräne.

Die jüngere, glazialführende Hauptterrasse Steegers und Gagels halte ich für einen Sandr[1]). Meist ist die Aufbereitung des Materials nicht vollkommen gewesen. Sand- und Kiesmassen sind dann, wenn auch fein geschichtet, so doch durcheinandergemischt — ein Zeichen, daß die Ursprungstätte nicht sehr weit entfernt lag — vielleicht auch, daß der Boden etwas stärker geneigt war, wie z. B. bei einer Sturzhalde, sodaß er immer nur von einer dünnen Wasserschicht bedeckt sein konnte (Goch-Fortsberg, Winkeler Busch bei Sonsbeck, Hülser Berg usw.). Nur ausnahmsweise findet sich eine gute materielle Sonderung und ausgesprochene

1) Mit Steeger stimme ich in dem Punkte überein, daß nur eine Eiszeit für den Sandr (= Steegers jüngere Ha) und die Staumoräne verantwortlich zu machen sind, und nicht, wie Fliegel meinte, 2 verschiedene Eiszeiten.

Kreuzschichtung, wie z. B. am Gocher Berg, in dem großen Aufschluß an der Wirtschaft Teroerde. Das Aussehen der Ablagerung ist an dieser Stelle gar nicht das gewöhnliche des Sandrs. Aber aus der Richtung und dem Einfallen der einzelnen kreuzgeschichteten Lagen habe ich als Ursprungsrichtung Nordosten, d. h. die große Clever Endmoräne, wahrscheinlich machen können[1]). Dieser Aufschluß liegt in größerer Entfernung von der Endmoräne, wo der Boden bereits wieder eben ist. Hier war schon ein mächtiger Fluß möglich, der die Voraussetzung für die Kreuzschichtung ist; außerdem gestattete die größere Entfernung eine Aufbereitung des Materials. Der Sandr umfaßt hier nur die hangendsten Partien des Höhenzuges, ebenso wie auch an der benachbarten Asper Mühle. Auch Steeger hat hier nordisches Material nur in den hangenden Schichten gefunden; meine Deutung als Sandr wird also dadurch nicht erschüttert. —

Steeger hält diese Ablagerungen für eine einheitliche Flußterrasse. Dann müßten sie eine konstante Höhenlage mit normalem Gefälle besitzen. Ihr Liegendes ist aber im Norden, also talwärts, die niederrheinische Stufe — konstant 13 bis 15 m über der Ni — im Süden, also bergwärts, die Mt — ebenso konstant 5 m über der Ni. Vom Terrassenstandpunkt aus wäre diese verschiedene Höhenlage einer zeitlich einheitlichen Bildung unverständlich, als fluvio-glaziale Bildung dagegen sehr gut verständlich. Diese Sandr werden es auch wohl sein (Aufschlüsse fehlen), die bei Cleve die schräge Ebene zwischen der Endmoräne und der niederrheinischen Stufe bilden. (Vgl. auch Abb. 10.)

Steeger, Gagel und Keilhack sind bekanntlich überzeugt, daß das Eis in der Ha-Zeit hierher gekommen ist. Ihr System beruht, wie ich oben schon erwähnte, auf einer irrtümlichen Terrassenbestimmung durch Fliegel und Kaiser. Wenn sich links der Niers bei M.-Gladbach und Viersen eine jüngere, d. h. tiefere Ha fand, so durfte man, bei Berücksichtigung der dort schon bekannten diluvialen tektonischen Störungen, eigentlich nicht erwarten, dieselbe Terrasse rechts der Niers in gleicher Höhe wiederzufinden. Viel wahrscheinlicher war von vornherein, daß die Störungen sich rechts der Niers in demselben Maße fortsetzten, und daß ein und dieselbe Terrasse, die noch bei Viersen auf der Höhe oder wenigstens auf halbem Hang lag, bei Krefeld und weiter nördlich in der Tiefe zu finden war. Oder aber eine Terrasse, die in gleicher Höhe lag, mußte jünger sein. Die große Höhe der südlichen Inselberge erklärt sich in jedem einzelnen Fall durch glaziale Aufpressung. (Siehe Abb. 6 und 10.) Ungestörte Schichten sind, wenn man etwaige Decken abrechnet, kaum höher als die benachbarte Mt.

---

1) An einer Wand parallel der Flußrichtung geht das Einfallen der Kreuzschichtung in Richtung der Strömung; an einer Wand senkrecht dazu sieht man Muldenschichtung.

Aber meine Ableitung stützt sich nicht auf diese allgemeinen Erwägungen, sondern hat auch, wie ich oben schon auseinander setzte, viel konkretere Anhaltspunkte. — — —

Natürlich hat der Niederrhein in der Welt- oder Erdgeschichte keinen Augenblick lang eine Einzelrolle gespielt, sondern hat stets in engster Wechselbeziehung zu dem allgemein geologischen Geschehen gestanden. Es ist daher nicht eine „vorgefaßte Meinung", sondern ein Postulat wissenschaftlicher Methode, wenn man die Ergebnisse der lokalen Forschung mit der allgemeinen in Einklang zu bringen sucht. Von keiner Seite wird aber mehr bestritten, daß die Riß-Eiszeit R = E_2. Da Steinmann, nach meiner Ansicht unwiderleglich, nachwies, daß Mt = R, so mußte mit logischem Zwang Mt = E_2 sein. Und wenn die Resultate der lokalen Untersuchungen anders zu lauten scheinen, dann ist eben zu vermuten, daß ein Untersuchungsfehler vorliegt. Wenn auch nicht gerade in der Beobachtung, so doch in der Methode. Ich glaube diesen Fehler oben nachgewiesen zu haben.

Durch meine Untersuchungen gliedert sich jetzt der Niederrhein zwanglos in das allgemeine nordische Diluvialschema ein. Ferner bietet sich jetzt die Möglichkeit, für die ganze Z_1 in der niederrheinischen Stufe einen zusammenhängenden geschichtlichen Verlauf festzustellen. (Ganz einfach wird dies allerdings nicht sein, da bei Absätzen in Süßwasserbecken die durchgehenden Horizonte fehlen; man trifft solche versteinerungsführenden Schichten außerdem kaum jemals in ungestörter Lagerung an.) Schließlich scheint sich auch der Kampf zwischen der alpinen und der nordischen Diluvialgliederung am Niederrhein zu Gunsten der nordischen zu entscheiden. Drei Terrassen finden sich hier — sowohl im Zentral- wie im Randgebiet. Das will besagen, daß es sich auch nur um drei Eiszeiten handeln kann. Allerdings liegen, wie ich oben schon kurz andeutete, tatsächlich Anzeichen vor, daß sich auch die Ha vielleicht noch spalten könnte; dann müßte natürlich auch E_1 in zwei gesonderte Vorstöße zerfallen. Ich habe dieser Frage aber noch nicht näher treten können. — — —

Zur Tektonik des Flözleeren Karbons.

Von A. Franke (Dortmund).

Die außerordentlich intensive Faltung, die zahllosen Verwerfungen und Überschiebungen im Flözleeren sind eine auffallende Erscheinung, sie sind umsomehr bemerkenswert, als weder die liegenden Schichten des Kulm und Devon noch die Hangenden des Produktiven Ähnliches zeigen. Wandern wir vom Mitteldevon quer-

schlägig zum Produktiven, beispielsweise von Letmathe über Grürmannsheide, Schwerte nach Hörde, dann beobachten wir zwischen Letmathe und Östrich ein gleichmäßiges Einfallen der Schichten nach NNO von 80—50°; es handelt sich um den Nordflügel eines Sattels, dessen Axe ungefähr 10 km weiter nach S liegt. Bei Östrich bemerkt man eine kleine Spezialfalte, deren Ausmaß nach Tiefe und Breite nicht 1 m beträgt. Das Einfallen verringert sich in den Schichten gleichmäßig und beträgt im Kulm etwa 50°. Die erste größere Falte befindet sich in dem Horizonte der vorwiegenden Kieselkalke im Kulm und ist in einem Bruche im Hasselbachtale östl. von Bad Henkhausen aufgeschlossen. Sie ist als Vorläufer der Ennepetalstörung zwischen Hagen und Gevelsberg zu betrachten, die bereits beim Durchbruche der Lenne durch den Kulm bei Reh (Kr. Hohenlimburg) beginnt. Die folgende größere Falte findet sich in den hangenden Alaunschiefern des Kulm, die im Gebiete nur in der Ziegelgrube Rosenhof auf Bl. Menden (vom Blattrand O 218 mm, Blattrand S 12 mm) aufgeschlossen sind; auch zeigt diese Grube bereits die liegendsten Schichten des Flözleeren. Fast sämtliche Aufschlüsse des Flözleeren zeigen intensive Faltung, die sich steigert, je weicher die Schichten sind. Sie ist geringer im unteren Flözleeren, das von Grauwacken, quarzitischen Grauwacken, Konglomerat und untergeordnetem Schieferton gebildet wird; sie wird stärker in der aus Grauwacken und Schieferton bestehenden mittleren Zone und ist am größten im oberen Flözleeren, das aus weichem Schieferton mit ganz untergeordneten Grauwacken besteht, wo in allen Aufschlüssen bereits bei wenigen Schritten das tektonische Bild wechselt.

Die verschiedene Härte des Gesteins spielt bei der Faltung sicher eine große Rolle, doch lassen sich nicht alle tektonischen Erscheinungen im Flözleeren daraus erklären; denn im Oberdevon gibt es auch Schichtenkomplexe von weichen Schiefern von bedeutender Mächtigkeit, wie die Cypridinenschiefer, und doch fehlen Spezialfalten vollständig; dagegen finden sie sich in den harten Kieselschiefern des Kulm. Wären die Faltungen im Flözleeren nur bei der Auffaltung am Ende der Karbonzeit entstanden, so müßten die liegenden Sandsteinbänke des Produktiven, die vor der Abtragung das obere Flözleere zum Teil überlagerten, in demselben Ausmaße mitgefaltet worden sein, was nicht gut denkbar ist. Wir müssen nach einer anderen Deutung suchen.

Die Oberfläche des Produktiven sinkt nahezu nach N gleichmäßig ein. Während das Produktive im Ardey ansteht, ist es bei Münster bis zu einer Teufe von ca. 1300 m von den Ablagerungen der Kreide und des Diluviums bedeckt. Es muß also ein Absinken erfolgt sein, die die Transgression des Kreidemeeres ermöglichte

und andernteils muß später wieder eine Hebung stattgefunden haben. Wir können dieses einseitige Absinken mit einem Pultdeckel vergleichen, und wir haben die Angel in den gestörten Schichten des Flözleeren zu suchen. Bei der Bewegung müssen in der Drehungsachse in den oberen Schichten Dehnungen, in den tieferen Quetschungen erfolgt sein. Die oberen gedehnten Teile sind der späteren Abtragung größtenteils zum Opfer gefallen, wohl aber ist der Ennepetalgraben zwischen Hagen und Gevelsberg als Zerrungsgraben anzusprechen, der ebenfalls durch dieses Absinken entstanden ist. Die Faltungen und Verwerfungen im Flözleeren würden demnach nur zum geringen Teil bei der Auffaltung am Ende der Karbonzeit entstanden sein und hauptsächlich bei dem einseitigen Absinken der großen Karbonscholle sich gebildet haben.

Die Störungen zeigen sich auch an der Grenze von Flözleerem und Produktivem. Von Volmarstein bis Opherdicke, wo die Überlagerung der Grenze von der Kreide beginnt, lassen sich drei Zonen unterscheiden. Zwischen Volmarstein und Herdecke lagert das Produktive konkordant dem Flözleeren auf. Zwischen Herdecke und der Westhofener Störung ist das Produktive gegen das Flözleere abgesunken, da in diesem Teile die Schichten des Produktiven nach Süden einfallen und sich also jüngere Schichten auflagern. Bei der Hohensyburg und dem gegenüberliegenden Klusenberg kann man am Schluß eine kleine Mulde beobachten. Die letzte Sandsteinbank ist also an der Grenze nicht die älteste, und es muß ein Absinken gegen das Flözleere stattgefunden haben. Die Grenze die wahrscheinlich durch streichende Verwerfungen bedingt wird, ist nicht zu beobachten, da sie durch das Alluvium und die Terrassen der Ruhr verdeckt wird. Von der Westhofener Verwerfung bis Opherdicke ist das Produktive auf das Flözleere überschoben. Besonders gut ist die Überschiebung in dem Steinbruche bei Ostberge auf Bl. Hörde (vom Blattrand W 220 mm, N 120 mm) aufgeschlossen, und ein verlassener Steinbruch im Produktiven in der Nähe dieses Aufschlusses (Bl. Hörde vom Blattrand N 110 mm, W 213 mm) bietet das Bild der vollständigen Zerrüttung des Sandsteins. Auch an anderen Stellen, wo die letzte Sandsteinbank aufgeschlossen ist, fällt sie nach S ein.

Ruhrgeröll auf Blatt Dortmund.

Von A. Franke (Dortmund).

Bereits früher wurde festgestellt, daß die Ruhr sich ehemals von Witten nach dem Austritt aus dem Produktiven nach N wandte und erst durch das Inlandeis und seine Endmoräne bei Langendreerholz nach W abgedrängt wurde. Weitere Auffindung von Ruhrgeröllen von Herrn Bärtling auf Bl. Herne bestätigte diese Ansicht. Neuerdings ist es mir gelungen, auch auf Bl. Dortmund Ruhrschotter an verschiedenen Stellen zu finden, und hiermit ist bewiesen, daß entweder die Ruhr sich im Bogen nach O gewendet hat oder ihre Talaue auf dem Kreideplateau von bedeutender Ausdehnung gewesen sein muß.

Ich fand die Gerölle zuerst östl. von Bodelschwingh, nördl. der Zeche Westhusen als Steinbestreuung auf dem Acker. Sie bestehen aus Lyditen, Milchquarzen und untergeordnet Grauwacken; das ist zweifellos Material aus dem Sauerlande; danach fand ich sie in verschiedenen Aufschlüssen, so in einem Wegeeinschnitt bei Dingen (50 mm vom Blattrand W, 200 mm vom Blattrand N), in der großen Ziegeleigrube bei Merklinde, in der Emschermergel für Ziegeln gewonnen wird, unter dem Diluvium und einigen anderen wenig bemerkenswerten Stellen.

Von besonderem Interesse ist das Vorkommen in einer Mergelgrube bei Frohlinde, wo der Aufschluß folgendes Profil zeigt:

3. Grundmoräne mit großen und kleinen Geschieben, hauptsächlich nordisches Material, u. a. einen größeren Granitblock und aufgearbeitete Ruhrschotter.

2. Ruhrschotter, in Lehm eingebettet.

1. Emschermergel.

Das Profil beweist, daß die Ruhrschotter präglazialen Alters sind. Es ist wahrscheinlich, daß sie mit der für ? Pliozän gehaltenen Drüfelterrasse auf Bl. Hörde (215 mm vom Blattrand N, 145 mm vom Blattrand W) gleichalterig sind. Hierfür spricht auch die petrographische Beschaffenheit; denn auch diese Terrasse führt hauptsächlich Lydite und Milchquarze. Die Schotter der Drüfelterrasse sind bedeutend größer als die auf Bl. Dortmund; denn auf dem weiteren Transporte müssen sie auch mehr abgeschliffen worden sein.

Schnecken und Muscheln im Dienste des Geologen.

Von Heinr. Brockmeier (M.-Gladbach).

Unter den für den Geologen besonders wichtigen Tieren nehmen die Mollusken oder Weichtiere einen ganz hervorragenden, wenn nicht gar den ersten Platz ein. Ganze Klassen von Weichtieren bewohnen ausschliesslich das Meer. Die leicht erkennbaren Schalen dieser Formen machen schon dem jungen Geologen die Erkennung von Meeresschichten möglich.

Schnecken und Muscheln leben zwar auch in grosser Artenzahl im Meere, haben aber ausserdem noch so verschiedenartige Wohngebiete, dass man kurz sagen kann, sie sind überall, nur fliegen sie nicht, wie Schwalben, in der Luft herum.

Limax arborum traf ich in Ochtendung auf vulkanischen Schlacken, wo weder Baum noch Strauch zu sehen war. Heisse Quellen, ja selbst schwefelwasserstoffhaltige Gewässer haben Schnekken aufzuweisen.

Auf der Taimyrhalbinsel beobachtete v. Middendorff *Physa hypnorum* in einem Tümpel, der Ende Juni noch dickes Bodeneis aufwies.

Helix arbustorum fühlt sich im Hochgebirge noch oberhalb der Baumgrenze wohl (var. *alpicola).*

In winzigen Waldwegtümpeln (M. Gladbach) fand ich *Limnaea truncatula* und Pisidien.

An feuchter Felsenwand (Plettenberg) beobachtete ich *Ancylus fluviatilis.*

Dreissensia polymorpha hatte sich in Rotterdam massenhaft in Wasserleitungsröhren angesiedelt.

Hiernach scheinen Schnecken und Muscheln wenig geeignet zu sein, die Enstehung von Schichten aufzuklären. In Wirklichkeit übertreffen sie die Kopffüsser etc. an Brauchbarkeit, erfordern aber ein sehr eingehendes Studium, wenn man sich ihrer mit Erfolg bedienen will. Wohl leben Schnecken und Muscheln an allen möglichen Stellen, aber nicht jede Familie lebt an jeder Stelle. Warme und kalte Länder und Gewässer weisen bestimmte Formenkreise auf. Felsengrund, Sand- und Schlammgrund, flaches und tiefes Wasser etc. haben ihre Liebhaber. Durch diese für die Gesamtheit geltende Mannigfaltigkeit der Wohngebiete in Verbindung mit der Einschränkung für die einzelnen Familien vermögen sie dem Geologen nicht eine, sondern gleich eine Reihe von Fragen zu beantworten. Darüber hinaus enthüllen sie ihren Freunden noch zahlreiche Feinheiten und Wechselbeziehungen, die immer wieder freudiges

Erstaunen hervorrufen und zur Vorsicht im Urteilen erziehen. Aus verschiedenen Gründen ist diese Vorsicht sehr empfehlenswert.

Es kommt vor, dass einzelne Arten innerhalb der Familie eine Sonderstellung hinsichtlich des Wohngebietes einnehmen. (*Pupa maritima*, *Martesia rivicola*, Archenmuschel *Scaphula* im Ganges, *Neritina virginea* im Meere etc).

Weiter ist zu beachten, dass die Schalen von Schnecken und Muscheln schon vor ihrer Einbettung in Gesteinsschichten eine weitgehende Verschleppung erlitten haben können. Fliessendes Wasser spült Land- und Süsswassermollusken ins Meer. Auf St. Thomé schleppen Einsiedlerkrebse Gehäuse von Meeresschnecken landeinwärts bis über 800 m Meereshöhe und bringen von dort, beim Wohnungswechsel, Gehäuse von Landschnecken an die Küste (Greeff). Mit Algen besetzte Schnecken- und Muschelschalen werden durch Meeresströmungen fortgeführt und kommen unter Umständen da zur Ruhe, wo die Tiere gar nicht leben konnten. Im Oligozän von Waldhausen, (M. Gladbach) finden sich hin und wieder die Abdrücke einer langgestreckten Auster. Eine Austernbank ist dort auf alle Fälle nicht gewesen. Die Schalen werden schwebend unter Mitwirkung angehefteter Algen, wie ich das auf Borkum beobachtete, die Lagerstätte erreicht haben. Das eigenartige Vorkommen von Geröllen in den Schichten daselbst — ich sammelte solche bis zu 78 g Gewicht — ist wohl in derselben Weise zu erklären. Bekannt ist, daß Möven, Krähen und andere Vögel nicht selten Schalen verschleppen.

Versteinerungen auf sekundärer Lagerstätte werden oft beobachtet. Ihre Abrollung verrät ihre Wanderung. Eine Umlagerung von Versteinerungen kann aber auch ohne eine Spur von Abrollung erfolgen. Schwimmend können wohlerhaltene Schneckenschalen aus älteren in jüngeren Löß gelangen. Wiederholt habe ich am Rheinufer gut erhaltene Lößschnecken, gemischt mit den Schalen lebender Schnecken und Muscheln, an den bei Hochwasser entstehenden Muschelplätzen angetroffen. Wie durch das Zusammenleben der Ackerschnecke mit dem Regenwurm die Kalkplättchen derselben in tiefe Bodenschichten, z. B. in den Löss, gelangen können, habe ich im Kosmos näher ausgeführt (1922, Heft 6, Seite 167 und 168). — Besondere Schwierigkeiten, die manchmal überhaupt nicht zu überwinden sind, ergeben sich auch dadurch, dass die Formenkreise verschiedener Gattungen sich bis zum Verwechseln einander nähern. Die Unterscheidung einer Patella von einer Tectura, einer Helix von einer Nanina etc. bietet dem Zoologen keine Schwierigkeiten, aber der nur auf die Schalen angewiesene Geologe vermag eine sichere Trennung nicht vorzunehmen.

Die in jüngster Zeit in die Nordsee eingewanderte *Petricola pholadiformis* Lam.[1]) kann leicht mit *Pholas candida* L. verwechselt werden. Die Untersuchung des Schlosses gestattet eine sichere Bestimmung.

Liegt von einer Muschel nur die Epidermis vor, fehlen also Tier, Kalkschale und auch ein Abdruck der Kalkschale, so handelt es sich um ein Meisterstück der Bestimmung, an welches man sich nicht so leicht heranwagt. Fliegel hat es getan. In seiner Arbeit: Pliocäne Quarzschotter in der Niederrhein. Bucht (Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanst. 1907) schreibt er auf S. 101: „Als Unikum sei aus diesen Tonen ein nur mit der Epidermis erhaltener, zweiklappiger Unio genannt. Er ist durch 2 vom Wirbel nach dem Hinterrand verlaufende Falten ausgezeichnet. Wenn es überhaupt zweifelhaft gewesen wäre, so spricht dieser Fund für den Charakter der Ablagerung als Süßwasserbildung." Der Werdegang dieser seltsamen Bestimmung wird nicht mitgeteilt, was gerade in diesem Falle besonders angebracht gewesen wäre.

Eine Verwechselung verschiedener Gattungen ist für den Geologen besonders dann sehr unangenehm, wenn die Gattungen ganz verschiedene Lebensweise haben. Die umfangreichen Lücken in der Reihe der fossilen Landschnecken sind zum Teil vielleicht dadurch bedingt, daß ins Meer geschwemmte Landschnecken in die Liste der Meeresschnecken geraten sind.

Wir bilden das System, richten Schranken auf, aber die Natur kümmert sich nicht um unsere Schranken. Das gilt für die lebenden und noch mehr für die fossilen Formenkreise.

Die Grundlage des Systems ist die Art. Jede Art ist bestrebt den von den Eltern ererbten Bauplan zu verwirklichen. Sind alle Verhältnisse günstig, so entsteht die Normalform, die am häufigsten von den raschwüchsigen Arten hervorgebracht werden kann. Erstreckt sich aber die Bauzeit auf mehrere Jahre, so können leicht ungünstige Verhältnisse eine mehr oder weniger weitgehende Abänderung des ererbten Bauplanes zu Folge haben. Das ist von krankhaft fleissigen Artfabrikanten häufig unbeachtet geblieben. Der Systematiker richtet sein Augenmerk auf die starre Form, er sucht Unterschiede, findet sie, und eine neue Art folgt der andern. Im Uebereifer geschieht es dann wohl, daß die unausgewachsene Schale einer Art zum Vertreter einer neuen Art gemacht wird. So hat sich herausgestellt, daß die für das Mittelmeer beschriebene *Ancillaria pumilio* Brus. eine junge *Cypraea lurida*

---

1) Ich traf sie im Aug. 1909 massenhaft am Nordstrande von Borkum.

L. ist. Die von Greeff von St. Thomé beschriebene *Pseudachatina vitrea* ist ein junger *Bulimus exaratus* Müll. Im Jahre 1887 kam ich bei der Untersuchung der Originalstücke zu diesem Ergebnis.

Durch Einsiedlerkrebse können Spindelfalten in einem Schnekkengehäuse abgescheuert werden. So ist *Auricula Malchi* eine durch einen Krebs veränderte *Auricula subnodosa.*

Die Bohrmuscheln der Gattung *Lithophaga* haben auf der Epidermis eigenartige, als Artmerkmale benutzte Kalkkrusten, welche über das Hinterende der Muschel oft weithinauswachsen, z. B. bei einer *Lith. attenuata* Desh. im Loebbecke-Museum in Düsseldorf 18 mm. Die auf die Kalkkrusten gegründeten Arten können getrost eingezogen werden. In ihrer Wertlosigkeit für die Systematik entspricht die Kalk- der Schmutzkruste eines Soldaten, der einen Parademarsch durch eine Pfütze machte. Bekannt ist die Kalkabscheidung durch Algen in kalkhaltigen Gewässern. Bekannt sind auch die Chladnischen Klangfiguren. Aehnliche Figuren zeigte ich in Essen auf Schnecken- und Muschelschalen aus einem Bache (Triet) der Gegend von M.-Gladbach. Das Wechselspiel beider Ursachen scheint mir die Erklärung für die oft verblüffende Regelmässigkeit der Kalkkrusten auf Lithophaga zu sein.

Aus der Triet bei M.-Gladbach besitze ich *Limnaea ovata* Drap. mit einer durch Blutegel (*Clepsine*) verursachten Einbuchtung an der rechten Mundlippe, wie sie beim Männchen von *Helicina regina* Mor. als Arteigentümlichkeit zu beobachten ist.

Man pflegt Formen, die durch Übergänge verbunden sind, zu einer Art zusammen zu fassen. Das ist aber nur richtig, wenn man sicher ist, daß die Zwischenformen keine Bastarde sind, die in der Natur häufiger vorkommen, als man gewöhnlich glaubt. Ich beobachtete in Marburg zweimal (am 20. 4. 1886 und am 2. 5. 1888) die Begattung von *Helix nemoralis* L. mit *Helix hortensis* Müll. Zu Zuchtversuchen nahm ich die Tiere mit und erhielt von ihnen 461 Bastarde, hätte aber noch mehr erhalten können. Hierbei stellte ich die Tatsache fest, daß eine Begattung für mehrere Jahre ausreicht.

Kommen verschiedenartige Formen an derselben Stelle vor, so glaubt man mit einem gewissen Gefühl der Sicherheit verschiedene Arten annehmen zu dürfen. Auch dies ist sehr voreilig. Ein Beispiel. Langjährige Beobachtungen in der Natur und Zuchtversuche haben mich überzeugt, daß *Limnaea truncatula* Müll. die Zwergform der *Limnaea palustris* Müll. ist. Trifft man ausnahmsweise beide Formen an derselben Stelle, so kann man sicher sein, daß beide nicht an derselben Stelle aufgewachsen sind; es liegt dann stets eine Verschleppung ausgewachsener Stücke vor.

Viele Arten sind ohne Kenntnis der Tiere und erst recht ohne Kenntnis ihrer Lebensweise gebildet worden. Ich nenne sie kurz

morphologische im Gegensatze zu den biologischen, die unter Berücksichtigung der Lebensweise gebildet wurden. Die morphologische Art verhält sich zur biologischen, wie ein leeres Gefäß zu einem gefüllten, oder wie die Vokabeln in einem Lexikon zu einem schönen Gedicht.

Eine 3. Gruppe von Arten bezeichne ich als theoretische. Sie schließen sich den nichtssagenden morphologischen an und haben einen noch geringeren Wert. Allgemein bekannt ist die große passive Wanderfähigkeit der sprichwörtlich Langsamen. In der hiesigen Gegend habe ich im Laufe von 5 Jahren rund 2000 nicht mehr gebrauchte Flachsgruben auf Mollusken genau untersucht, um die Arten kennen zu lernen, welche durch die Luft überführt werden. Das Ergebnis ist kurz mitgeteilt in einer Arbeit: Die höheren Pflanzen und die Mollusken in den sich selbst überlassenen Flachsgruben zwischen Rhein und Maas. (Bericht der der Naturforscher-Versammlung in München 1899, Seite 228—232). Verlassene Kiesgruben, Erdlöcher in Feldgebieten und ähnliche Stellen boten mir Gelegenheit, die durch die Luft wandernden Landschnecken kennen zu lernen. Gewisse Landschnecken haben ihr Wohngebiet über mehrere Erdteile ausgedehnt. Das Meer beherbergt circumpolare Arten und auch Kosmopoliten. Anpassungsfähige und leicht wandernde Arten sind gezwungen, sich sehr verschiedenen Verhältnissen anzupassen, und natürlich wäre es, für sie den Artkreis etwas weiter zu ziehen. Was geschieht aber? Aus 2 Formen, die keinen oder keinen nennenswerten Unterschied aufzuweisen haben, werden 2 Arten gemacht, wenn nur die Fundplätze derselben recht weit auseinander liegen. Ein geographischer Grund, die große Kilometerzahl, wird zum trennenden Artmerkmal dieser theoretischen Arten. Ähnlich ist es bei fossilen Arten mit den geologischen Gründen. Hier ist der Formationsabstand ausschlaggebend.

Diese allen natürlichen Verhältnissen hohnsprechende Hochachtung vor den geogr. und geolog. Gründen ist das Grab richtiger Erkenntnis; sie liefert uns Steine an Stelle von Brot. Wir werden beglückt mit einer Fülle von Artnamen, weil Wanderfähigkeit und Langlebigkeit nicht beachtet und eine durch veränderte Verhältnisse bedingte Formveränderung nicht richtig gewürdigt wird.

Biologische Arten kann der Geologe nicht aufstellen. Um so eifriger sollte er die lebenden Arten studieren, um aus der Form der Schale auf die Lebensverhältnisse schließen zu können. Ganz besonders empfehlenswert und fruchtbar wird sich dies bei der Beurteilung neuzeitlicher Formen erweisen. Ich denke dabei an den Löß. 1920 ist in den Monatsberichten der Deutsch. Geolog. Gesellschaft eine Arbeit von Keilhack erschienen: Das Rätsel

der Lößbildung. In der Einleitung schreibt der Verfasser auf Seite 146: „Seit vielen Jahren und in den verschiedensten Teilen Europas mit den Ablagerungen der Lößformation vertraut, habe ich immer mehr die Erkenntnis gewonnen, daß die Sicherheit, mit welcher unsere Lehrbücher sich zur Frage der Entstehung des Löß und seiner Herkunft äußern, im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Begründung steht . . .“ Die hier zum Ausdruck gebrachte Unzufriedenheit mit der herrschenden Windtheorie teile ich vollkommen. In einer so schwierigen Frage sollten alle Umstände sorgfältig geprüft werden; nur dann kann eine zufriedenstellende Antwort erhalten werden. In den meisten Arbeiten werden aber die Lößschnecken mehr als stiefmütterlich behandelt. Das rächt sich. Im August 1914 stellte ich in der Naturw. Wochenschrift „Kritische Betrachtungen über den Löß“ an und knüpfte meine Ausführungen an die Beweise, welche E. Kayser in seinem Lehrbuche der Geologie aufzählt. In einer zweiten Arbeit, auf die ich schon hinwies, wollte ich auf die Schnecken näher eingehen. Hier kann es leider aus Platzmangel nicht geschehen.

1917 erschien eine Arbeit von Dav. Geyer in Stuttgart: Die Mollusken des schwäbischen Lösses in Vergangenheit und Gegenwart (Jahreshefte des Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg. 73. Jahrg. S. 23—92). Hierauf werde ich noch näher eingehen und bemerke hier nur, daß ich in der Arbeit, die ich mit großem Interesse gelesen habe, keine Tatsachen finden kann, die gegen meine Auffassung sprechen, wohl aber solche, die mich in meiner Ansicht bestärken. Einen Punkt möchte ich hier gleich richtig stellen. Auf Seite 54 hält Geyer mir entgegen: „Das Hauptgewicht ist nicht einmal auf das Verhältnis der Land- zu den Wassermollusken zu legen, sondern auf die Art der Sedimentierung und Lagerung der Fossilien. Sie unterscheiden sich ja von einander recht weitgehend nach Größe und Schwere, würden also bei einer Verfrachtung durch das Wasser auch nach diesen Gesichtspunkten gesammelt und abgesetzt worden sein.“ Angesichts dieses unerwarteten Hinweises muß ich hier noch einmal wiederholen, was ich schon in meiner ersten Lößarbeit erledigt zu haben glaubte. Im scharfen Gegensatze zueinander stehen in einem Flusse die Kies- und Sandzone einerseits und die Lößzone anderseits. In der Kies- und Sandzone schiebt der Fluß und ordnet nach der Schwere, in der Lößzone aber trägt er, und zwar die den Löß liefernden Mineralbestandteile fein verteilt durch die ganze Wassermasse und an seiner Oberfläche friedlich nebeneinander große und kleine Mollusken, wie große und kleine Schiffe. In der Kieszone werden die Schalen oft zerrieben, ehe sie zur Ruhe kommen; in der Sandzone werden sie zwar gerieben, aber doch in größerer Menge ein-

gebettet. In tadellosem Erhaltungszustande werden aber die schwimmenden Gehäuse an ruhige Uferzonenabschnitte abgegeben und früher oder später eingebettet von den sich dort aus dem Wasser absetzenden schwebenden Mineralbestandteilen. Den verschiedenen Uferverhältnissen entsprechend erfolgte an der einen Stelle eine mehr zerstreute und strichweise Ablagerung der Gehäuse, während an einer anderen Stelle die Verhältnisse für die Bildung eines Muschelplatzes günstig waren, wie man das auch jetzt noch am Ufer der Flüsse beobachten kann.

Die Süd-West-Enden der Blankenheimer und Dollendorfer Mulde in der Hohen Eifel.

Von Leo Kuckelkorn (Köln).

Mit einer geologischen Karte, drei tektonischen und einem Faziesprofil (Taf. I).

Geschichtlicher Rückblick.

Nachdem Beyrich, F. Römer und besonders Em. Kayser gegen Ende des vorigen Jahrhunderts in mehreren grundlegenden geologischen und paläontologischen Arbeiten das Eifler Devon im Allgemeinen behandelt hatten, veröffentlichte E. Schulz im Jahre 1883 die erste eingehendere Arbeit über ein engeres Gebiet, seine bekannte Schrift über die Hillesheimer Mulde. Da sich aber seine dort aufgestellte Schichtfolge in anderen Mulden nicht wiedererkennen ließ, zweifelte man, ob sich eine durchgehende genauere Gliederung, über die Kayserschen Arbeiten hinaus, überhaupt durchführen lasse. 1895 erschien die wertvolle Monographie von Holzapfel über das obere Mitteldevon. Eine Kartierung lag dieser Arbeit nicht zugrunde, vielmehr hat sie vorwiegend paläontologischen Inhalt. Seine nächste bedeutende Arbeit über den „Nordabfall der Eifel" war zwar mehr geologischer Natur, doch war an einen Vergleich der beschriebenen Schichten mit denen der Hohen Eifel nicht zu denken, geschweige denn an eine Parallelisierung. 1911 gab Rauff seinen Führer durch die Gerolsteiner Mulde heraus. Diese gemeinverständliche Schrift brachte keine nähere Erörterung der faziellen Fragen, doch veranlaßte sie einen regen Meinungsaustausch über den Wert der von Schulz aufgestellten Leitfossilien, in dessen Verlauf Schulz 1913 einige wichtige Beobachtungen, zum Teil aus dem vorliegend behandelten

Gebiet veröffentlichte. 1914 erschienen dann die Quiringschen Arbeiten über die Ahrdorfer und über die Sötenicher Mulde. Die erstere zeigte, daß sich das untere Mitteldevon der Ahrdorfer Mulde eng an das der Hillesheimer Mulde anschließt, wodurch zum ersten mal eine Parallelisierung, wenn auch nur weniger Schichten, auf einer größeren Fläche erzielt war. Die für die Sötenicher Mulde aufgestellte Schichtfolge war jedoch von allem bisher aus der Eifel bekannten so verschieden, daß zwischen dieser „nördlichen Eifelfazies" und der der übrigen Mulden nun erst recht jeder Zusammenhang fehlte. Die Hoffnung auf eine durchgehende Parallelisierung des Eifeler Mitteldevons, die die Frechsche Korallenarbeit (1886) gegeben hatte, schien damit vernichtet zu sein.

Von den Kartierungsarbeiten Vorsters im Gebiet der Dollendorfer, Rohrer und Blankenheimer Mulde auf Meßtischblatt Aremberg ist leider erst ein Auszug veröffentlicht worden (1916). Dies ist um so mehr zu bedauern, als gerade hier das untere Mitteldevon Uebergänge von der kalkig-mergeligen Fazies von Hillesheim zur sandigen von Sötenich aufweist. Nach mündlichen Mitteilungen von Herrn Bergassessor Vorster und gemeinschaftlichen Begehungen im Gelände bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, daß sein Gebiet von dem vorliegend bearbeiteten nicht so sehr verschieden ist, daß sich einer Anwendung der unten gegebenen Schichttabelle größere Schwierigkeiten entgegenstellen würden. Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit verdanke ich Herrn Geh. Bergrat Prof. Dr. Steinmann, dem ich hierfür, sowie für das rege Interesse, das er meiner Arbeit stets entgegenbrachte, zu besonderem Dank verpflichtet bin. Ebenfalls möchte ich Herrn Pastor P. Windelschmidt in Kronenburg meinen Dank aussprechen, der mir durch sein weitgehendes Entgegenkommen in schweren Zeiten die Arbeit im Gelände überhaupt erst ermöglichte, und Herrn Dr. Kuiper in Comodore Rivadavia, der mir seine aus vorliegend bearbeitetem Gebiet stammende Sammlung zur Verfügung stellte.

Geographisches.

Das Mitteldevon der Blankenheimer Mulde zieht sich parallel zum variskischen Streichen des Gebirges von dem größeren Mitteldevongebiet bei Tondorf als schmaler Streifen über Blankenheim nach SW, über die Urft-Kyll Wasserscheide bei Schmidtheim bis nach Kronenburg hin. SO davon dehnt sich die Dollendorfer Mulde breit aus, die von dem von Vorster kartierten Gebiet über Ahr, Ahr-Kyll-Wasserscheide und stellenweise noch über die Kyll hinausreicht. Durch das Ausheben der Mulden nach SW ist hier eine natürliche Grenze des kartierten Gebietes gegeben. Nach Norden und Osten habe ich nicht über die Grenzen des Meßtischblattes Stadtkyll hinauskartiert und zwar in der Dollendorfer Mulde, um den Arbeiten des Herrn Bergassessors Vorster nicht vor-

zugreifen; in der Blankenheimer Mulde, weil mir die Franzosen dort das Arbeiten unmöglich machten. Das Mitteldevon der Dollendorfer Mulde bedeckt auf Meßtischblatt Stadtkyll etwa 35 qkm, die Blankenheimer Mulde ebendort etwa 10 qkm. Außerdem reicht diese bei Kronenburg noch mit etwa 4 qkm auf Meßtischblatt Hallschlag hinüber. Zwischen beiden Mulden werden auf Meßtischblatt Stadtkyll etwa 3—4 qkm zusammenhängend von Buntsandstein bedeckt, der auch den SO-Flügel der Dollendorfer Mulde an seinem S-Ende begrenzt und vereinzelt am Griesheuel auftritt, zwischen Ripsdorf und Esch. Abgesehen von den kleinen Vorkommen von fraglichem Zechstein und den oberflächlichen alluvialen Bildungen wird der Rest des Gebietes vom Unterdevon zusammengesetzt. Die Höhenlage schwankt zwischen 594 m am Heidenkopf NW Esch (Buntsandstein) und 410 m im Kylltal bei Birgel. Das Mitteldevon erreicht seine größte Höhenlage am Hahnenberg NW Esch mit 588,9 m. Diese geringe Reliefenergie erklärt sich aus der Nähe der Wasserscheiden. Tiefe Erosionsrinnen sind dementsprechend sehr selten und außer an der Kyll und am Simmelerbach hat die Erosion nur bei Ripsdorf einige Aufschlüsse schaffen können. Zu beachten ist übrigens, daß die Reliefenergie der Blankenheimer Mulde noch geringer ist als die der Dollendorfer, nämlich weniger als 100 m (574,9 NO vom Ermberg und 476 m bei Hammerhütte). An Stelle der Erosion tritt hier das Gekriech des Gehänges, das sich mitunter noch gletscherartig in den kleinen wasserarmen Tälchen fortsetzen kann. Um so deutlicher können so härtere Bänke herauswittern und Klippenzüge bilden. Ferner habe ich noch einen Streifen mitteldevonischer Schichten mit in meine Untersuchungen einbezogen, der S von Ormont bei Neuenstein am Fuße der Schneifel liegt, und der auf der Dechenschen Karte fälschlich in zwei getrennte Teile zerlegt ist. Er liegt im Quellgebiet der Prüm, teils auf Meßtischblatt Prüm, teils auf Hallschlag und ist etwa 1 qkm groß. Landschaftlich ist dieses Stückchen von dem bisher besprochenen erheblich verschieden. Die Prüm hat sich in jüngster Zeit energisch in das Zuflußgebiet der Kyll eingeschnitten und das alte Tal des Rupbaches angezapft, dessen Reste sich noch aufwärts bis zum Lascheid verfolgen lassen. Entsprechend ihrem stärkeren Gefälle schafft die Prüm steile Talhänge, doch sind die Aufschlüsse immerhin sehr spärlich, da die ganze Umgebung der Mulde zusammenhängend mit Wäldern bestanden ist, wohl eine Folge der Unfruchtbarkeit des Schneifelquarzits. Die Höhenlage des Mitteldevons schwankt hier zwischen 600 m N Neuenstein und auf dem Lascheid, und 560 m bei der Mündung des Dreiborns in die Prüm. Die Fazies dieses Neuensteiner Streifens ist besonders lehrreich. Ich werde im stratigraphischen Teil darauf zurückkommen.

Das obere Unterdevon.

(Koblenzschichten.)

Das Unterdevon tritt in dem zu besprechenden Gebiet nicht nur in verschiedenen Horizonten aus, sondern es weist auch größere fazielle Unterschiede auf. Zur besseren Beleuchtung der sich hier aufrollenden Fragen ist es allerdings nötig, die Grenzen des Gebietes zu überschreiten und auch anderwärts die entsprechenden Schichten mit den hiesigen zu vergleichen. Das tiefste auftretende Schichtglied ist eine Serie von unreinen Sandsteinen und Schiefern, die den Unterkoblenzschichten angehören, und die sich von ähnlichen Bildungen auffallend durch mehrere Lagen von bunten Schiefertonen von je 2—5 m Mächtigkeit unterscheiden. Stets sind auch Bänke von oft sehr festen, mitunter sogar etwas quarzitischen Sandsteinen eingeschaltet. Am typischsten sind diese Schichten in der Umgebung der Schneifel ausgebildet und von dort bis nach Stadtkyll hin. Bei Jünkerath fallen die bunten Schiefertone bereits weniger auf und gehen dann nach Norden und Osten in die obersten Teile des bekannten Unterkoblenz über, während sie nach oben allmählich in die weiter unten besprochene Quarzitgruppe übergehen. Nach Süden tauchen sie, wie die unten beschriebenen Aufschlüsse bei Waxweiler zeigen, unter die Ausläufer der Clerfer Schiefer unter. Von hier nach Westen scheinen sie dann in die luxemburgischen Schütburgschichten überzugehen, doch ist dieser Uebergang wegen der überlagernden höheren Abteilungen schlecht zu beobachten Auch ist mir diese Gegend nicht eingehender bekannt.

Während nun im größten Teil des vorliegend bearbeiteten Gebietes die erwähnten bunten Schiefertone bis dicht unter die Quarzite reichen, oder bis unter die harten Sandsteine und Grauwacken, die diese im Süden begleiten, schiebt sich in der Nähe der Schneifel zwischen beide ein rein toniges Gestein ein, das bald schiefrig, bald jedoch sehr fest und bankig ist und ebenso wie die Serie der bunten Schiefer meist fossilfrei zu sein scheint. Dieses Verhalten erinnert auffallend an die Verhältnisse in Luxemburg, wo sich auch zwischen die als Unterkoblenz bekannten Schütburgschichten und den Quarzit von Berlé die fossilfreien Clerfer Schiefer einschalten, über deren Stellung schon viel gestritten worden ist. Von den jüngeren Autoren rechnet Leidhold sie (1913) mit dem Quarzit von Berlé zusammen zur Basis der Oberkoblenzschichten und stützt sich dabei auf die Arbeiten Asselbergs (1913) und auf seine Beobachtung, daß sie örtlich mit dem Quarzit in Wechsellagerung vorkommen sollen, und daß sie stets den Quarzit begleiten und ihn umsäumen. Wegen eben dieser Tatsachen trennt Vietor sie (1916) aus Zweckmäßigkeitsgründen vom Quarzit ab, wobei er aber die oben erwähnten bunten Schiefertone mit zu den

Clerfer Schiefern zählt. Auch Dorlodot (1904), Gosselet (1888) und Leppla (1908) haben diese Schiefer vom Quarzit abgetrennt, wobei Dorlodot darauf aufmerksam macht, daß die Serie mit den bunten Schiefern die Fortsetzung der Unterkoblenzschichten von Zendscheid bilden. Das Leidholdsche Argument der örtlichen Wechsellagerung von Schiefern und Quarzit läßt sich nämlich gegen jede stratigraphische Grenze dieses Gebirges anführen, mit wenigstens demselben Recht jedenfalls gegen die Grenze zwischen den Schütburgschichten und den Clerfer Schiefern. Vietor hat (1916) in der Westeifel die als Liegendes des Quarzits auftretenden bunten Schiefer näher beschrieben. Leider faßt er aber die Gruppe der „bunten Schiefer" so weit, daß er auch jenes, etwas einfarbigere Tongestein mit dazuwählt, das sich von W her zwischen die bunten Unterkoblenz-Schiefer mit ihren eingelagerten Grauwacken und Sandsteinbänken und die Quarzitgruppe einschiebt und in Nähe der Schneifel auskeilt. Nun sind die im Luxemburgischen auftretenden Clerfer Schiefer aber ebenso beschaffen und ähneln dem hier vorliegenden Gestein sehr, so daß in diesen Schichten der Schneifelgegend wohl noch die Ausläufer der Clerfer Schiefer zu suchen sind. Ein gutes Licht auf das gegenseitige Verhalten der bunten Unterkoblenzschiefer und des Quarzits werfen die Aufschlüsse bei Waxweiler. Auf der Leppla schen Kartierung des Meßtischblattes Waxweiler erscheinen die hier in Frage kommenden Schichten gleichmäßig als Oberkoblenz, aber schon Asselbergs hat hier den Quarzit ausgeschieden, wenn auch seine Kartenskizze 1 : 300 000 kein richtiges Bild der Gegend gibt. Ferner konnte Asselbergs (1913) schon die richtigere Parallelisierung aufstellen:

Wiltzer Schiefer = Oberkoblenz
Quarzit von Berlé, Clerfer Schiefer = Koblenzquarzit
Schütburgschichten = Unterkoblenz

Wieweit die Zusammenfassung von Clerfer Schiefern und Koblenzquarzit für lokale Verhältnisse westlich der Reichsgrenze berechtigt sein mag, entzieht sich meiner Beurteilung; jedenfalls ist für die Westeifel die Vietorsche Richtigstellung nicht zu umgehen. Wir hätten danach:

Wiltzer Schiefer = Oberkoblenz (an dessen Basis:)
Quarzit von Berlé = Koblenzquarzit
Clerfer Schiefer, Schütburgschichten = Unterkoblenz

Der Streit, ob der Koblenzquarzit als selbständige Stufe anzuführen sein soll oder nicht, also ob die Koblenzschichten zwei- oder dreizuteilen sein sollen, ist wohl nur ein Streit um die Terminologie. Ich selbst finde die Dreiteilung zweckmäßiger, da sich der mittlere Teil der Koblenzschichten doch in irgend einer Form überall wieder erkennen läßt, und dann ist eine neutrale Bezeichnung wie z. B. „mittlere

Koblenzschichten" stratigraphisch besser zu brauchen als die Bezeichnung „Koblenzquarzit", mit der sich stets eine fazielle Vorstellung verknüpft. Wichtiger ist, daß Vietor an Stelle der von Leppla sehr nebensächlich behandelten Quarzitvorkommen, die z. B. auf Meßtischblatt Waxweiler angeblich unter 1 m Gesamtmächtigkeit bleiben sollten, die große Verbreitung und morphologische Erscheinungsweise der Quarzitgruppe beschrieb und an Stelle der „unbestimmbaren Fossilien" lange Faunenlisten aus dem Quarzit zusammenstellte. Südlich von Waxweiler fließt die Prüm etwa einen Kilometer weit im Streichen der bunten Unterkoblenzschiefer, die hier ganz der Ausbildung im Gebiet der Schneifelfazies entsprechen und an zwei Prallhängen sehr gut aufgeschlossen sind. Im Hangenden gehn diese bunten Schiefer in eine Serie von Schiefern mit eingelagerten spärlichen Sandsteinbänken über, die sich von den ersteren scharf durch das Fehlen der bunten Farben und der festen, mitunter etwas quarzitischen Sandsteine unterscheiden. Ebenso fehlen in diesen oberen Schiefern, die ich den Clerfer Schiefern gleichgestellt habe, die in den „bunten Schiefern" vorkommenden grobkörnigen Grauwackenbänke mit dem oft sehr hohen Gehalt an Muskovitschüppchen. In diesem Clerfer Schiefer tritt jedoch, und das unterscheidet ihn von seinen Aequivalenten in Luxemburg, ein Fossilhorizont auf, der an zwei Stellen aufgeschlossen ist, nämlich erstens durch den Fahrweg, der von der Straße Waxweiler-Krautscheid nach Nieder-Pierscheidt abzweigt, dicht vor dem unteren der beiden eben erwähnten Prallhänge, zweitens durch den Weg, der von derselben Straße zum Berscheider Hof abzweigt, unweit der im Tal gelegenen Mühle. In diesem Horizont sammelte ich:

Spirifer Hercyniae Giebel
Spirifer carinatus Schnur
Chonetes dilatata Roemer
Chonetes sarcinulata Schlüter
Chonetes sp. Jugendform (Fuchs 1915)
Dalmanella vulvaria Maurer
Dalmanella eifeliensis de Vern.
Rhynchonella livonica v. Buch
Strophеodonta cf. gigas M'Coy
Pleurodictyum problematicum Goldf.
Cyathophyllum cf. primaevum

sowie unbestimmbare *Muschelreste*, eine Fauna also, die das Unterkoblenz-Alter dieser Schichten noch wahrscheinlicher macht.

Der Quarzit selbst ist bei Waxweiler ebenfalls aufgeschlossen. Die Clerfer Schiefer gehn nach oben ohne scharfe Grenze in Sandsteine und Grauwacken über, die meist sehr fest, mitunter quarzitisch sind, und in die der eigentliche Quarzit eingelagert ist. Schiefer treten nur noch sehr untergeordnet auf. Der Quarzit ist hier schon in der Fazies des

Quarzits von Berlé ausgebildet, das heißt, er bildet keine mächtigen Schichtpakete wie z. B. in der Schneifelgegend, sondern einzelne Bänke, die durch mehr oder weniger feste Sandsteinschichten getrennt und von diesen umgeben sind. Eine solche Quarzitbank von 4—5 m Mächtigkeit steht in dem Steinbruch an, der an der Prüm, gegenüber der beim Bahnhof Waxweiler gelegenen Sägemühle liegt. In Anbetracht der deutlichen lithologischen Verschiedenheit der Clerfer Schiefer von den den Quarzit begleitenden Sandsteinen möchte ich wohl diese, nicht aber die Schiefer der Quarzitgruppe, d. h. den mittleren Koblenzschichten zurechnen. Den Quarzit mit den ihn anschließenden und umgebenden Sandsteinen fasse ich also unter dem Namen „Quarzitgruppe" zusammen, der so für die Koblenzer Fazies, die Luxemburger- und Schneifelfazies und den größten Teil der übrigen Eifel anwendbar ist. Die stratigraphische Bezeichnung mittlere Koblenzschichten läßt sich darüber hinaus wohl auch für die nördlicheren Gebiete anwenden, doch ist diese Frage wohl erst nach genauerer Klärung der Faziesverhältnisse der Nordeifel endgültig zu entscheiden. Die Schneifelfazies der mittleren Koblenzschichten zeichnet sich innerhalb der Quarzitgruppe durch die durchaus vorherrschenden, meist weißen Quarzite aus, denen grobkörnige, helle Sandsteine und dünne tonige Lagen nur sehr untergeordnet beigemischt sind (siehe Vietors Beschreibung). Ferner scheint der Schneifelquarzit einen Teil der auskeilenden Ober-Koblenzschichten zu vertreten, doch ist dies nicht mit Sicherheit nachzuweisen. Sicher ist nur, daß das Oberkoblenz in der bekannten neritischen Fazies hier fehlt [1]). Zwar hat sowohl v. Dechen, wie später Vietor in der Umgebung von Neuenstein Oberkoblenz zu sehen gemeint, doch haben sich beide durch die sandige Ausbildung des unteren Mitteldevons täuschen lassen. Ein kleiner Bachriß geht südlich von Ormont aus dem Moorgebiet, aus dem nach Norden auch der Rupbach abfließt, zur Prüm hinunter und zeigt im Dickicht ein schlecht aufgeschlossenes Profil. Hier liegen unweit vom Rande des Moores nach SO fallende Schneifelquarzite, die in ihren obersten Teilen etwas rot gefärbt sind. Es fehlen Oberkoblenz und Roteisensteine gänzlich, und es folgen, anscheinend konkordant, mitteldevonische Dolomite wie unten beschrieben.

Die Kronenburger Fazies der Quarzitgruppe ist petrographisch noch ganz ähnlich wie die Schneifelfazies: vorwiegend ein reinweißer Quarzit, oft mit kleinen roten Putzen. Die Mächtigkeit ist in diesem Faziesgebiet etwas geringer als in der Schneifel. Bei Kronenburg selbst wird der Quarzit von klastischen Sedimenten der Cultrijugatusstufe überlagert, während sich wenige Kilometer nördlich vielleicht schon die Ausläufer der Oberkoblenzschichten einstellen, allerdings noch nicht in so ausgeprägt neritischer Fazies [1]), wie sie es z. B. im Gebiet der oberen Ahr sind,

1) Ueber die Umgrenzung der Faziesbegriffe siehe Breddin-Richter 1922.

vielmehr tragen sie hier deutlich litoralen Charakter. Am besten ist dies im Simmertal zu sehn, N Baasem.

Die von hier nördlich anschließende Fazies des Quarzits setzt unterhalb Stadtkyll ein. Der weiße Quarzit geht in unreine, meist ziemlich grobkörnige Sandsteine und Grauwacken über, und Schieferlagen treten etwas häufiger auf als in der Schneifelfazies. Kreuzschichtung und Wellenfurchen sind in der Quarzitgruppe der Schneifelfazies und fast bis nach Jünkerath hin in sehr großer horizontaler Verbreitung vorhanden. Weiter nach Norden und Osten habe ich sie nicht beobachtet, noch sind sie mir aus der Literatur bekannt. Die weite flächenhafte Verbreitung der litoralen Merkmale deuten auf ein Meer mit weiten, ebenen Strandflächen, dessen tiefere, stillere Teile im Gebiet der oberen Ahr etwa gelegen haben können. Vielleicht auch auf ein Wandern der Strandlinie in Zeiträumen, die sich an der vorhandenen groben Stratigraphie noch nicht messen lassen.

Die oberen Koblenzschichten sind, wo sie auftreten, mehr neritischer Natur. Es fehlen die litoralen Merkmale, und neritische Fossilien (z. B. *Atrypa reticularis*) treten auf. Das Auskeilen dieser Schichten nach S (Kronenburg) zu zeigt, daß das Meer transgredierte. Zur Zeit der mittleren Koblenzschichten lag der Strand noch ziemlich weit nördlich, zur Oberkoblenzzeit war er schon etwas nach Süden gewichen, befand sich aber immer noch in der Kronenburger Gegend. Zur Cultrijugatuszeit ragte nur noch das Schneifelgebiet, vermutlich als Insel über das Wasser empor, und das untere Mitteldevon verschlug dann auch diese. Die Roteisensteine erhalten nach dieser Deutung vorwiegend neritischen Charakter.

Bemerkenswert ist die Uebereinstimmung der hier aus dem Unterkoblenz erwähnten bunten Schiefertone mit den von Holzapfel (1910) aus der Aachener Gegend beschriebenen Zweifaller Schichten. Wenn diese, was höchst wahrscheinlich ist, tatsächlich dem vorliegenden Unterkoblenz entsprechen, so ist das Vichter Konglomerat dem Koblenzquarzit gleichzustellen und die hangenden Friesenrather Schichten dem Oberkoblenz. Dieses Alter hat ihnen auf Grund ihrer Fauna ja auch schon Holzapfel zugeschrieben, ähnlich wie den Billiger Schichten, die am Nordrand der Eifel von der Cultrijugatusstufe überlagert werden. Es liegen dann im vorliegenden Gebiet ebenso wie bei Aachen über neritischen Sedimenten litorale, doch tragen diese im Gebiet der Hohen Eifel das Gepräge eines flachen Strandes mit vergleichsweise schwacher Zufuhr von Detritus, während das Vichter Konglomerat nur mit lebhafter Reliefenergie oder vor einer steileren Küste entstehen konnte. Nur im Gebiet der oberen Ahr sind, soweit mir bekannt, keine extrem litoralen Merkmale, wie Wellenfurchen und Kreuzschichtung vorhanden. Sollten sie sich aber dennoch finden, so müßten nähere Untersuchungen ja den genaueren Verlauf der Küste des zweifel-

los vorhandenen (kaledonischen) Nordkontinentes zeigen. Nach allen Anzeichen dürfte sie jedoch noch nördlich der Nordeifel gelegen haben. Zur Zeit des Koblenzquarzits und seiner Aequivalente, also zur mittleren Koblenzzeit, entstand südlich des küstennahen Beckens der Nordeifel das Schneifelland, das jedoch nur eine flache ebene Insel oder Halbinsel gewesen sein kann. Gleichzeitig mit der Unterbindung der klastischen Sedimentation durch die Hebung im Schneifelgebiet wurde das Nordeifelbecken vertieft, so daß es neritischen Charakter bekam, und der Nordkontinent gewann die Reliefenergie, die zur Lieferung größerer Sedimentmassen und vielleicht auch zur Bildung des Vichter Konglomerates notwendig war, wenn dieses eine Fluvialbildung ist. Unmittelbar im Anschluß hieran begann in der Aachener Gegend die Transgression, die neritisches Oberkoblenz über das Vichter Konglomerat legte, so daß dieses auch als Transgressionskonglomerat gedeutet werden kann. Oberkoblenz und Cultrijugatusstufe sind ebenfalls im Nordeifelbecken neritisch, während das Schneifelgebiet noch litoral oder gar trocken bleibt. Erst mit dem Beginn des eigentlichen Mitteldevons verschwindet auch das Schneifelland unter Wasser, wobei sich organogene Kalke unmittelbar auf den reinen Quarzit legen und klastische Sedimente bezeichnenderweise fast ganz fehlen. Das Becken der Nordeifel nimmt zur Zeit des untersten Mitteldevons eben den ganzen Detritus des Nordkontinentes auf, und erst zur Zeit der Nohner Schiefer, als das Becken mit grobklastischem Material, wie bei Sötenich, mehr oder weniger ausgefüllt gewesen sein dürfte, kommt auch Detritus in nennenswertem Maße ins Schneifelgebiet und mit seinen feinkörnigeren Bestandteilen in geringerem Umfang nach Hillesheim.

Ob das Hohe Venn zur Zeit der Koblenzschichten und des unteren Mitteldevons Insel oder Halbinsel war und ob etwa ein Zusammenhang des Schneifellandes mit dem Ardennenland bestanden hat, kann natürlich durch vorliegende Arbeit nicht entschieden werden. Besonders hinweisen möchte ich nur auf die bemerkenswerte Lage des Schneifellandes in der Verlängerung des alten Sieglandes (Richter 1922) und auf den Umstand, daß zwischen beiden im Gebiet der unteren Ahr nur Siegener Schichten angetroffen werden. Durch eine nähere Untersuchung der Koblenzschichten in der Umgebung der Mitteldevonmulden muß sich noch feststellen lassen, ob Schneifelland und Siegland unmittelbar zusammengehangen haben, oder ob jenes nur in Gestalt einer Insel oder Inselkette in der Verlängerung von diesem lag.

Durch diese paläogeographischen Verhältnisse erklären sich auch ohne Weiteres die großen faziellen Verschiedenheiten im unteren Mitteldevon. Während im Bergischen grob- oder fein klastische Sedimente sowohl vom Nordkontinente wie vom südlichen Sieglande her in das küstennahe Becken entleert wurden und sich da zu enormer Mächtig-

von Norden her, da die spärlichen (inselförmigen?) flachen Rücken im Süden nur in sehr geringem Maße und nur in ihrer unmittelbaren Umgebung zur detritogenen Sedimentation beitragen konnten. Die südlichen Mulden tragen denn auch etwas küstenferneren Charakter, obgleich auch sie ziemlich flaches Wasser gehabt haben dürften.

Zur Tabelle (S. 105).

Der Beschreibung der einzelnen mitteldevonischen Schichten gebe ich eine vergleichende Uebersichtstabelle bei, und nehme einige zusammenfassende Worte vorweg über die Verbreitung der Fossilien. In Spalte drei habe ich diejenigen Schichtnamen weggelassen, die sich nur auf die Sötenicher Mulde beziehen. Die Gliederung des unteren Mitteldevons in dieser Spalte stammt aus der Quiringschen Arbeit über die Ahrdorfer Mulde (1914). In meinem Gebiet habe ich die Frechsche Einteilung der Stringocephalenschichten im Gelände durchgeführt, bevor ich diese Gliederung aus der Literatur kannte. Sie fußt also zum mindesten auf unvoreingenommener Beobachtung. Die „oberen Calceolaschichten" habe ich in der Nomenklatur den Schulzschen Nohner Schichten mit angegliedert, einesteils weil sie stellenweise noch durchaus in der Fazies der Nohner Schiefer (Schulz) ausgebildet sind, und andernteils weil die Benennung nach der *Calceola sandalina* ohnehin schon längst als absurd bekannt ist. Die Namen Nohner Klk, Nohner Schiefer und Ahrdorfer Schichten sind daneben als Faziesbezeichnung unentbehrlich. Am schlechtesten sind als Grenzhorizont die Kayserschen Crinoidenschichten zu gebrauchen, da gerade in ihnen die größten faziellen Unterschiede auftreten. Ich habe sie noch als Basis der Stringocephalenschichten angeführt, weil dies der einzige Punkt ist, in dem sich bisher alle Autoren einig sind. In dem bearbeiteten Gebiet möchte ich sie fast noch lieber zum unteren Mitteldevon ziehen, weil ihre Fazies noch vorwiegend klastisch ist. Nur die aus der Literatur bekannten paläontologischen Tatsachen in anderen Mulden sprachen für die ihnen schließlich gegebene Stellung. *Spirifer Steinmanni* habe ich nur in dem ihm von Schulz zugewiesenen Horizont gefunden, doch ist er bisher nur von einem Fundort in der Blankenheimer Mulde bekannt, obgleich sein Kalkhorizont sich in dieser Mulde auch weiter verfolgen läßt. Der Ausdruck „Steinmannischichten" bezeichnet also eine bestimmmte Fazies in den untersten Stringocephalenschichten. Ganz ähnlich verhalten sich die Dahlemer Schiefer, die ja schon dem Namen nach eine Fazies darstellen. In der Dollendorfer Mulde ließ sich diese Zweiteilung im Gelände nicht durchführen, weshalb ich hier die unteren Stringocephalenschichten nicht weiter untergeteilt habe. Große Verwirrung herrscht in der Nomenklatur der *Newberrien*. Das, was Schulz *Rensselaeria* und später *Newberria*

caiqua genannt hat, hat Goldfuß bereits als *Terebratula amygdala* beschrieben. Daß das Fossil der Gattung *Newberria* zuzuteilen ist, wird heute nicht mehr bestritten, doch ist dem Goldfußchen Artnamen der Vorzug der Priorität zu geben. Ich habe deshalb den Horizont, in dem ich in Uebereinstimmung mit Schulz dies Fossil allein antraf, Amygdalaschicht genannt. Im Gegensatz hierzu entspricht die echte *Newberria caiqua* (= *Terebratula caiqua* Arch. u. Vern.) wohl dem rechtsrheinisch vielfach unter diesem Namen gehenden Brachiopod, nicht aber der Schulzschen *caiqua.* Vielmehr hat Schulz hierfür die (einzuziehende) Gattung *Rauffia* und Art *pseudocaiqua* aufgestellt. Der Priorität entsprchend habe ich sie als *Newberria caiqua* Arch. u. Vern. geführt, muß aber zur Begründung auf die einschlägige Literatur, inbesondere auf die Beschreibung von Döring (1920), verweisen. Die Schulzsche Angabe, daß auch dies Fossil auf einen gewissen Horizont der Stringocephalenschichten beschränkt ist, kann ich bestätigen, soweit die sehr wenigen Aufschlüsse eine Verallgemeinerung zulassen. Um aber die stratigraphische Nomenklatur mit einer zweiten „Caiquaschicht" nicht noch mehr zu verwirren, habe ich den neutralen Namen „Hessenhausschicht" gewählt, nach dem Hof und Steinbruch im Kylltal NW von Birgel. Die Schulzsche *Bornhardtina* habe ich nur an wenigen Stellen gefunden, und zwar stets in den unteren Stringocephalenschichten, z. T. mit *Spirifer Steinmanni* zusammen, also in einem seiner eigenen Einteilung nach falschen Horizont, indem er sich (1913 S. 367) auf Störungen beruft, die in Wirklichkeit nicht vorhanden sind, die er vielmehr nur auf Grund seiner Fossillisten vermutet.

Die Gesamtmächtigkeit des Mitteldevons dürfte in der Dollendorfer Mulde über 700 m betragen. In der Blankenheimer Mulde ist es weniger mächtig und außerdem nicht mehr vollständig. Ich schätze es hier auf gut 600 m.

Die Cultrijugatusstufe.

Der Uebergang vom Unter- zum Mitteldevon wird bekanntlich durch das Auftreten der Roteisensteine und des *Spirifer cultrijugatus* ausgezeichnet. Am Nordende der Dollendorfer Mulde, wo beide Merkmale tatsächlich zusammenfallen, sind die Roteisensteine so mächtig, daß sie von unbedeutenden Schiefer- oder Sandsteinlagen abgesehen, fast die ganze Stufe erfüllen und viele Meter Gesamtmächtigkeit erreichen. Am Südende ist ihre Mächtigkeit nicht so bedeutend, obgleich sie auch im Kylltal, z. B. bei Glaadt, bei etwas günstigerer Verhüttungsmöglichkeit noch abbauwürdig sein würden. Vereinzelt können hier in der Cultrijugatusstufe auch Dolomite auftreten, wie z. B. am Reinischberg NW Esch. Am Südende der Blankenheimer Mulde sind die Roteisensteine meist nur wenige Zentimeter mächtig und haben über Kronenburg wohl kaum hinausgereicht. Am Fuß der Schneifel fehlen sie, wie gesagt, ganz. In der Umgebung von Kronenburg

besteht die Stufe zumeist aus sehr feinen Tonschiefern, die, da sie ja meist gleich über dem Quarzit liegen, wohl auch schon für Oberkoblenz angesehn worden sind, doch tritt *Spirifer cultrijugatus* in all ihren Teilen auf, wenn auch nicht gerade häufig. Nach oben gehn sie in eine Serie von Kalkbänken und sandigen Schieferlagen über, die ich nur soweit zur Cultrijugatusstufe gerechnet habe, wo ich diesen Spirifer noch fand. Auch Sandsteine können in diesem Horizont auftreten, wie z. B. die, die den Untergrund der Ruine Kronenburg bilden, und wie sie N Baasem zu beobachten sind. Da diese dann stets die neritischen Merkmale (neritische Fossilien und mächtigere Roteisensteinbänke) ausschließen, stellen sie die litoralere Fazies der Cultrijugatusstufe dar und dürften ihrer Lage und Zusammensetzung nach wohl von der Schneifel her sedimentiert worden sein. Ein schönes Profil durch die unteren Teile der Cultrijugatusstufe ist im Simmertal NNO Baasem aufgeschlossen. Hier liegen über dem Quarzit die äußersten, vorwiegend sandigen Ausläufer des Oberkoblenz. die aber nur wenige Meter Mächtigkeit erreichen. Es stellen sich Roteisen- und Kalkbänkchen ein, und Spirifer cultrijugatus tritt auf. Darüber folgen talwärts die Tonschiefer, in denen vereinzelt auch noch einmal eine Kalkbank mit dem Spirifer auftritt. Die nun hangend folgenden Kalke liegen nicht mehr ungestört. Daß sie aber trotzdem das normale Hangende sind, zeigen ähnliche, ungestörte Profile, wie z. B. das von Hammerhütte Simmeraufwärts. Den paläogeographischen Verhältnissen entsprechend fehlt die Cutrijugatusstufe in der Schneifelgegend. Die Mächtigkeit der Cultrijugatusstufe kann in der Dollendorfer Mulde örtlich bis auf 20 oder 15 m herunter sinken. Wo jedoch klastische Sedimente auftreten, wie am Südende der Blankenheimer Mulde, wächst sie auf 80 m und mehr. Häufig ist in der Cultrijugatusstufe der Blankenheimer Mulde *Cyathophyllum caespitosum* Gf., wodurch die Schulzsche Ansicht (1913), nach der diese Koralle auf die Stringocephalenschichten beschränkt sein soll, hinfällig wird. Im Uebrigen sammelte ich in der Cultrijugatusstufe folgende Fossilien:

Stromatopora concentrica Goldf.
Pachypora crassa Schlüter
Chonetes sarcinulata M. V. K.
Chonetes dilatata de Kon.
Streptorhynchus umbraculum Schloth.
Spirifer nereides Scupin
Spirifer cultrijugatus Römer
Spirifer cultrijugatus Römer var. auriculata Sandb.
Spirifer speciosus Scupin (nur in sandiger Fazies)
Tentaculites scalaris Schloth.
Euomphalus planorbis Arch. + Vern.
Pleurotomaria sp.
Crinoidenstielglieder.

Die Nohner Schichten.

Die unteren Nohner Schichten sind im Gebiet der Dollendorfer Mulde stratigraphisch und annähernd auch faziell dem Schulzschen Nohner Kalk der Hillesheimer Mulde gleichzustellen. In der Blankenheimer Mulde treten ebenso wie in der Hillesheimer in den liegenden Teilen der unteren Nohner Schichten Crinoidenkalke auf, die Schulz dort zur Cultrijugatusstufe gerechnet hat. Hier habe ich sie mit zu den Nohner Schichten gezogen, weil sich für die Zugehörigkeit zur Cultrijugatusstufe keinerlei Anhaltspunkte ergaben. Nur an der Landstraße bei Kronenburgerhütte sind solche Spatkalke auch innerhalb der Cultrijugatusstufe vertreten und aufgeschlossen. Im Uebrigen sind sie ihrer petrographischen Beschaffenheit nach den sie überlagernden und z. T. auch mit ihnen wechsellagernden unteren Nohner Schichten viel ähnlicher und oft von diesen kaum zu trennen. Im Uebrigen treten innerhalb der Blankenheimer Mulde verschiedene Fazies der unteren Nohner Schichten auf. Einerseits, wie z. B. am Asberg, sind ziemlich mächtige Korallenkalke vorhanden. Ich sammelte dort:

Stromatopora concentrica Goldf.
Pachypora cristata Blum
Calceola sandalina Lam., *mut. lata* Richter
Mesophyllum maximum Schlüter
Cyathophyllum torquatum Schlüter
Cyathophyllum heterophyllum Edw. u. H.
Cyathophyllum planum Ludw.
Cupressocrinus crassus Goldf.
Xenocidaris conifera Schulze
Atrypa reticularis Linné.

Schulz hat (1913) diese Kalke für untere Stringocephalenschichten gehalten, obgleich keine sicheren paläontologischen Funde dafür sprechen, und obgleich sie unmittelbar von der Cultrijugatusstufe unterlagert werden. An anderen Stellen, z. B. am Aufstieg aus dem Kylltal nach Kronenburg, liegt über den obersten Kalkbänken, die noch Spirifer cultrijugatus führen, eine Stromatoporenkalkbank von einigen Metern Mächtigkeit, die nach oben in eine Wechsellagerung von handbreiten Stromatoporenbänkchen und fossilreichen Brachiopodenmergel übergeht. Auch diese Mergel sind nur einige Meter mächtig und führen unmittelbar in die sandige Fazies der Nohner Schiefer über. Da beide Fazies auf eine Entfernung von weniger als hundert Meter ineinander übergehen können, macht es den Eindruck, als ob diese Korallenkalke der untern Nohner Schichten riffähnlichen Charakter gehabt hätten und dadurch soviel mächtiger werden konnten als die ihnen benachbarte und äquivalente Mergelfazies. In der Mergelfazies sammelte ich:

Fenestella subrectangularis Sandb.
Polypora striatella Sandb.
Polypora sp.
Alveolites suborbicularis Lam.
Favosites Goldfußi E. u. H.
Calceola sandalina Lam., *mut. lata* Richter
Cystiphyllum vesiculosum Goldf.
Cyathophyllum torquatum Schlüter
Cyathophyllum caespitosum Goldf.
Mesophyllum sp.
Dalmanella eifeliensis Vern.
Orthis sp.
Davidsonia Verneuili Bouch.
Merista plebeja Sandb.
Schizophoria striatula Schloth.
Schizophoria aff. striatula Schloth.
Pentamerus galeatus Dalm.
Rhynchonella parallelepipeda Bronn
Streptorhynchus umbraculum Schloth.
Strophomena interstrialis Phill.
Strophomena rhomboidalis Wahlenb.
Strophomena subtetragona Röm.
Chonetes minuta Goldf.
Chonetes striatella Dalm.
Spirifer curvatus Schloth.
Spirifer nereides Scupin
Spirifer subcuspidatus Schnur
Spirifer subcuspidatus Schnur, *var. alata* Kays.
Cyrtina heteroclyta Defr.
Atrypa reticularis Linné
Atrypa reticularis Linné, *var. aspera* Schloth.
Athyris concentrica v. Buch
Athyris concentrica v. Buch, *var. squamosa* Kays.
Paracyclas cf. proavia Goldf.
Cyrthoceras flexuosum Schl.
Phacops latifrons Bronn
Crinoidenstielglieder, Algen und Muschelreste

Der Nohner Kalk der Hillesheimer Mulde ist etwas mergeliger als der der Dollendorfer und zeigt deshalb nicht wie dieser die Neigung zur Felsbildung. Während also zur Zeit der unteren Nohner Schichten die Korallen im Gebiete der Dollendorfer Mulde einen festen, ziemlich reinen Kalk bildeten, wurde im Gebiet der Hillesheimer Mulde noch feiner Ton- und Kalkschlamm mit einsedimentiert. Im Südende der Blankenheimer Mulde konnten sich die Korallen nur in der Form von einzelnen riffähn-

lichen Rasen erhalten, zwischen denen eine schwache detritogene Sedimentation stattfand und Stromatoporen mit Brachiopoden um die Herrschaft stritten. Im Schneifelgebiet ist die Fazies schlecht genauer zu beschreiben, da Aufschlüsse fast ganz fehlen. Den verhältnismäßig besten Einblick in diese Schichten gewährt wohl das bereits erwähnte Profil in dem Bacheinschnitt, der südlich von Ormont aus dem Quellmoor des Rupbaches zur Prüm geht. Am Rande des Dickichts fallen die Schneifelquarzite mit etwa 30 Grad nach SO. Sie reichen von hier noch etwa 25 m ins Dickicht hinein, und es folgt darüber ein ebenso einfallender dunkler, dichter Dolomit und dann graue, sandige, sehr dünnschichtige Dolomite. Etwa 70 m vom Rande des Dickichts liegt ein kleiner, verlassener Bruch in einem grobspätigen, reinen Crinoidengestein, das jedoch ebenfalls vollständig dolomitisiert ist. Von hier sind es noch etwa 50 m bis zu dem Weg, der an der Prüm entlang führt, und der bereits an der Grenze zu den mittleren Nohner Schichten liegt. Die gleichen Schichten wie hier treten auch am Lascheid auf, wo früher ebenfalls Kalk gebrochen wurde, doch sind die Brüche jetzt verfallen und schwer zu finden, auch ist nicht eben viel dort zu sehen. Schließlich sind Kalke und Dolomite dieses Alters noch im Einschnitt der Prüm aufgeschlossen, unweit oberhalb der Brücke, über die die Straße von Neuenstein nach Ormont führt. Die Mächtigkeit der unteren Nohner Schichten beträgt bei Neuenstein etwa 40 m. In der Kronenburger Mergelfazies ist sie stets geringer, während die Kalkfazies, wie am Asberg und in der Dollendorfer Mulde, leicht 60 m und mehr erreichen.

Die mittleren Nohner Schichten sind in der Blankenheimer Mulde und bei Neuenstein, sowie auch noch in den südlichsten Teilen der Dollendorfer Mulde nicht so mergelig ausgebildet wie in der Hillesheimer Mulde, wo Schulz sie zuerst als Nohner Schiefer beschrieb, sondern vorwiegend sandig. Die Fossilführung ist gering und hält sich meist an die untere oder obere Grenze der Abteilung. Der grobkörnige, sandige Charakter hat vielfach dazu verleitet, die Nohner Schiefer für Unterdevon zu halten. Darauf beruht (neben dem Mangel an Aufschlüssen) die irrtümliche Erwähnung von Oberkoblenz in der Neuensteiner Gegend bei Vietor (1916), und auch die alte Dechensche Karte verdankt die seltsame Form mancher Mitteldevonvorkommen dieser begreiflichen Täuschung. Die Mächtigkeit der Nohner Schiefer ist bei Neuenstein etwa 100—200 m. In der Blankenheimer Mulde ist die Mächtigkeit schwer zu schätzen, da die Schichten meist etwas gestört liegen, doch dürfte sie in der Blankenheimer Mulde auch annähernd 100 m betragen, während sie in der Dollendorfer Mulde etwas geringer zu sein scheint. Besonders in der Gegend von Ripsdorf wird die sandige Fazies der Nohner Schiefer sehr geringmächtig zu Gunsten der liegend und hangend ausgebildeten Kalkfazies. Allerdings erscheint dies durch viele kleinere streichende Störungen und Flexuren noch etwas übertrieben. Ob diese faziellen Verhältnisse schon in die Ausbildung von Ahrdorf und Hillesheim überleiten, oder ob sie nur örtliche Bedeutung haben,

wird wohl die Kartierung auf Meßtischblatt Dollendorf ergeben. Eingeschwemmte Holzreste finden sich in der sandigen Ausbildung der Nohner Schiefer ziemlich weit verbreitet.

In der Blankenheimer Mulde werden die Nohner Schiefer nach oben hin kalkartig, und zwar so stark, daß man an frischen tiefen Aufschlüssen fast glaubt, einen Kalkstein vor sich zu haben. An Stellen, die schon länger der Verwitterung ausgesetzt gewesen sind dagegen, z. B. auf Ackerböden, ist der Kalk soweit ausgelaugt, daß man nur noch einen porösen Sandstein sieht und die Schichten von Nohner Schiefern nicht unterscheiden kann. Auf der Karte habe ich deshalb im Gebiet der Blankenheimer Mulde diese oberen Nohner Schichten nicht überall von den mittleren getrennt. Im ganzen erinnert diese Fazies lebhaft an die aus der Soetenicher Mulde bekannten Kalksandsteine der „oberen Calceolaschichten". In der Dollendorfer Mulde treten in den oberen Nohner Schichten hauptsächlich mehr oder weniger mergelige, knollige Korallen- oder Stromatoporenkalke auf. Am besten ist dies in Esch zu sehn, dort, wo im Nordende des Ortes die Straßen nach Schmidtheim und nach Jünkerath auseinanderzweigen. Man sieht weiter südlich im Ort auch die Unterlagerung durch Nohner Schiefer. Auffallend ist, daß in dem Neuensteiner Gebiet, dessen Fazies sich in den tieferen Horizonten eng an die Kronenburger anschließt, nunmehr eine unverkennbare Anlehnung an die Fazies der Dollendorfer Mulde stattfindet. Die Kalke der oberen Nohner Schichten, die S Neuenstein abgebaut und gebrannt werden, bestehen fast ganz aus Stromatoporenknollen und sind unten noch mergelig, oben aber ziemlich rein kalkig. Hier habe ich ebenso wie in der Dollendorfer Mulde die oberen Nohner Schichten als besonderen Horizont ausscheiden können. Die Mächtigkeit der oberen Nohner Schichten schätze ich im Gebiet der Dollendorfer und Neuensteiner Mulde auf etwa 90 m. In der Fazies der Kalksandsteine dürfte sie etwas geringer sein.

Die Krinoidenschichten.

Im Schneifelgebiet sind die Krinoidenschichten samt allen höheren Horizonten nicht mehr vorhanden. In der Blankenheimer Mulde sind sie als schmales, nur wenige Meter mächtiges Band zwar vorhanden, doch in stets wechselnder Fazies ausgebildet. So sind z. B. im Simmertal in diesem Horizont spätige Krinoidenkalke entwickelt, die sich auch morphologisch schwach hervorheben, aber bald auskeilen. Bei Dahlem sind es, ähnlich wie am Südende der Mulde bei Baasem, mergelige Korallenkalke, die sich besonders durch große Cyathophyllen auszeichnen. Mitunter scheinen die Krinoidenschichten auch ganz zu fehlen oder sind, wie am Südfuße des Ermbergs, durch fossilreiche Brachiopodenmergel vertreten. Noch anders ist die Fazies in der Dollendorfer Mulde, wo, zum mindesten örtlich, ziemlich mächtige Tonschiefer (wie bei Ripsdorf) auftreten, die von den Nohner Schiefern leicht durch ihre gleichmäßige und feinkörnige Be-

schaffenheit zu unterscheiden sind. Allerdings werden sie stellenweise auch sandig und kalkhaltig, wie am Gündersbach, so daß sie den oberen Nohner Schichten in Kalksandsteinfazies ähneln, doch tritt diese ja nur in der Blankenheimer Mulde auf, und außerdem werden die fraglichen Schiefer des Gündersbaches von den Knollenkalken der oberen Nohner Schichten unterlagert. Fossilien habe ich in diesen Schiefern nicht gefunden. In den Korallenmergeln der Blankenheimer Mulde treten neben den bereits erwähnten großen *Cyathophylliden* auf:

Cystiphyllum vesiculosum Goldf.
Favosites Goldfußi Edw. u. H.
Cypricardinia Sandbergeri Beush.
Productella subaculeata Murch.
Bellerophon tuberculatus d'Orb.

Im Gegensatz zu den hier auftretenten großen *Cyathophylliden* sind in den gleichalten Brachiopodenmergeln (S. Ermberg) besonders kleine Formen, wie *C. ceratites* vorhanden. Daneben:

Fenestella subrectangularis Sandb.
Rhynchonella parallelipeda Bronn
Streptorhynchus umbraculum Schloth.
Chonetes minuta Goldf.
Strophomena caudata Schnur
Spirifer concentricus Schnur
Spirifer Maureri Holz.
Spirifer mucronatus Conr.
Cyrtina heteroclyta Defr.
Atrypa reticularis Linné
Athyris concentrica v. B.

Die Krinoidenschicht Kaysers ist nicht nur in Bezug auf Fazies, sondern auch auf Mächtigkeit die unbeständigste des ganzen Mitteldevons in diesem Gebiet. Die Mächtigkeit schwankt zwischen wenigen Metern an einigen Stellen der Blankenheimer Mulde und annähernd 100 m der Schieferfazies in der Dollendorfer. *Stringocephalus Burtini* habe ich in den Krinoidenschichten nicht gefunden, doch erklärt sich das meiner Ansicht nach ohne Weiteres aus der Fazies, da *Stringocephalus Burtini* nur in Kalken vorzukommen scheint und in solchen Schichten, die gleichalten Kalken unmittelbar benachbart sind.

Die unteren Stringocephalenschichten

bestehen in der BlankenheimerMulde aus den Steinmannischichten und den Dahlemer Schiefern. Erstere habe ich so genannt, weil *Spirifer Steinmanni* Schulz in diesen morphologisch hervortretenden Schichten nicht selten ist und bisher auch in keinen andern Kalken beobachtet wurde. Wo die Kalke auf mergeliger Fazies der Krinoidenschichten aufliegen, sind auch

die untersten Teile der Steinmannischichten etwas mergelig. Im Uebrigen aber handelt es sich um einen dichten Kalk, der nach NO zu sehr hell und rein ist und Einschlüsse von klaren, zuckerähnlichen Kalkkörnern enthält. Nach dem SW Ende der Mulde zu wird der Kalk mehr und mehr bituminös, so daß er bei Baasem schwarz ist und beim Zerschlagen stinkt. *Stringocephalus* ist allenthalben nicht selten. *Spirifer Steinmanni* meidet allzugroßen Bitumengehalt und ist in der Umgebung von Dahlem am häufigsten, wo ihn Schulz ja auch zuerst fand. In der Dollendorfer Mulde sind die Schichten ähnlich ausgebildet, aber seltsamerweise stets schlecht aufgeschlossen. *Spirifer Steimanni* habe ich dort nicht gefunden. Vielleicht hängt der Mangel an Aufschlüssen mit der andersartigen Beschaffenheit der hangenden Dahlemer Schiefer zusammen, die in der Dollendorfer Mulde nicht so weich und leicht verwitterbar sind wie in der Blankenheimer, so daß die Steinmannischichten hier nicht klippenartig hervortreten, sondern von jenen überdacht und geschützt werden. Aufgeschlossen sind sie in der Dollendorfer Mulde z. B. in dem Kalkbruch an der Straßenkreuzung 1,4 km SW der Kirche von Ripsdorf. Auf der Karte habe ich in der Dollendorfer Mulde die Steinmannischichten mit den hangenden Dahlemer Schiefern zusammengefasst, und nur in der Blankenheimer Mulde, wo sie sich so scharf unterscheiden, habe ich sie getrennt kartiert. In dem hellen Kalke der Umgebung von Dahlem sind fast nur *Stringocephalus Burtini* und *Spirifer Steinmanni* zu finden, selten tritt auch *Cyathophyllum quadrigeminum* darin auf. Die Verteilung der Fauna ist im Uebrigen ziemlich einseitig, da sich fast alles in dem bituminösen Südwestende der Blankenheimer Mulde zusammendrängt. Ich fand dort:

Fenestella subrectangularis Sandb.
Fenestella sp.
Polypora laxa Sandb.
Stromatopora concentrica Goldf.
Actinostroma verrucosa Goldf.
Coenites cf. escharoides Steiniger
Pachypora cf. cristata Blum
Aulopora serpens Goldf.
Syringopora eifliensis Schlüter
Favosites Goldfußi Edw. u. H.
Favosites basaltica Goldf.
Heliolites porosus Goldf.
Calceola sandalina Lam., *mut. lata* Richter
Cyathophyllum quadrigeminum Goldf.
Strophomena interstrialis Phill.
Strophomena rhomboidalis Wahlenb.
Streptorhynchus umbraculum Schloth.
Chonetes minuta Goldf.
Orthis striatula Schloth.

Dalmanella eifeliensis de Vern.
Rhychonella parallelepipeda Bronn
Productella subaculeata Murch.
Pentamerus galeatus Dalm., *var. acutolobata* Sandb.
Stringocephalus Burtini Defr.
Spirifer Davidsoni Schnur
Spirifer elegans Trenkner
Spirifer curvatus Schloth.
Spirifer Steinmanni Schulz
Spirifer euryglossa Schnur
Cyrtina heteroclyta Defr.
Atrypa reticularis Linné
Atrypa reticularis Linné, *var. aspera* Schloth.
Atrypa reticularis Linné, *var latilinguis* Schnur
Athyris concentrica v. B.
Merista plebeja Sow.
Retzia lens Phill.
Retzia lepida Goldf.
Retzia ferita v. B.
Cypricardinia cf. lima Schnur.
Paracyclas proavia Goldf.
Solenomorpha attenuata Whiteaves
Macrocheilus ventricosum Goldf.
Euomphalus Goldfußi Arch. u. Vern.
Euomphalus sp.
Pleurotomaria sp.
Bellerophon latofasciatus Sandb.
Bellerophon cf. apertus Sow.
Orthoceras nodulosum Schloth.
Orthoceras cf. anguliferum Arch. u. Ver.
Trilobitenreste.

Die Steinmannischichten werden in der Dahlemer Gegend 60—80 m mächtig.

Die Dahlemer Schiefer, die von Schulz bereits 1913 beschrieben wurden, bilden das unmittelbar Hangende der Steinmannischichten. In der Blankenheimer Mulde sind diese Schiefer kalkig-sandig und tonig, dabei fossilarm. Kleine hornförmige Einzelkorallen hat Schulz schon erwähnt. Meist handelt es sich dabei um *Cythophyllum ceratites*. Die von Schulz angegebene Mächtigkeit von 150—200 m halte ich für etwas zu hoch geschätzt; sie dürfte vielmehr um 100 m herum betragen. Dank ihrer Ueberlagerung durch harte Kalkbänke sind die Dahlemer Schiefer in der Blankenheimer Mulde stets gut zu verfolgen, so z. B. rund um den Ermberg an dessen Hang und am Fuß des Höhenzuges, der sich vom Nordrand des Ermberges zum Forsthaus Dahlem hinzieht. Schulz hat (1913) an-

gebliche Dahlemer Schiefer noch aus dem Profil zwischen Asberg und Ermberg erwähnt (S. 353). Später erklärt er diese Schichten auf Grund ihrer Fauna für Steinmannischichten, ohne aber den *Spirifer Steinmanni* gefunden zu haben. Wie aus der Beschaffenheit dieser Schichten, aus ihrer Unterlagerung durch Nohner Kalk und Cultrijugatsstufe (bei Hammerhütte) hervorgeht, handelt es sich hier unzweifelhaft um Nohner Schiefer. Dies ist eine eindringliche Warnung, sich nicht mit der Zusammenstellung der Fauna zu begnügen, zum Mindesten aber beim Arbeiten im rheinischen Devon immer wieder auf feldgeologische Beobachtungen zurückzugreifen. Auf keinen Fall dürfen stratigraphisch so nichtssagende Faunen, wie Schulz sie aus den hier in Frage kommenden Schichten zusammenstellt, für Parallelisierungen den Ausschlag geben. Auffallend ist, daß in der Dollendorfer Mulde die Dahlemer Schiefer einen weit höheren Kalkgehalt aufweisen, als in der Blankenheimer. Der schiefrig-tonige Charakter der Schichten tritt demgegenüber mehr zurück, und das Gestein wird fester. Immerhin ist es wohl noch als Mergelschiefer zu bezeichnen. Aehnlich wie in der Blankenheimer Mulde sind die Dahlemer Schiefer auch in der Dollendorfer Mulde arm an Fossilien. Gute Aufschlüsse sind selten. Einigermaßen gut sind die Schichten NO von Esch zu sehn, wo von der Straße nach Ripsdorf die nach Waldorf abzweigt. In dem großen Dolomitbruch O der Weggabelung steht die Amygdalaschicht an, während W des Weges als deren unmittelbar Liegendes die hiesige Fazies der Dahlemer Schiefer zur Zeit in einigen kleinen Brüchen aufgeschlossen ist.

Die mittleren Stringocephalenschichten.

Die mittleren Stringocephalenschichten werden in der Blankenheimer Mulde hauptsächlich von festen, ziemlich reinen Kalken gebildet, die im Gelände allenthalben als Klippenzüge hervortreten und so z. B. den Steilabsturz rund um den Ermberg und den sich an dessen Nordrand anschliessenden Höhenzug zum Forsthaus Dahlem bilden. *Die Newberria amygdala* Goldfuß (= *caiqua* Schulz) tritt bankweise gesteinerfüllend an der Basis dieser Schichten auf, so daß sie meist vom Gehängeschutt überdeckt ist und infolgedessen verhältnismäßig selten gefunden wird. Außerordentlich häufig ist unmittelbar darüber *Cyathophyllum quadrigeminum*, das in allen tieferen Schichten entweder gar nicht oder doch nur sehr selten vorkommt. Hier setzen seine Stöcke den Gehängeschutt stellenweise fast allein zusammen. Ueber den Quadrigeminumbänken folgen fossilarme Kalke, in denen ich nur selten einmal *Stringocephalus Burtini* gefunden habe. In der Dollendorfer Mulde ist die Amygdalaschicht genau so typisch ausgebildet wie in der Blankenheimer, unterscheidet sich aber von dieser auffallend dadurch, daß sie vollständig dolomitisiert ist, während in der Blankenheimer Mulde die Dolomitisierung erst mit den oberen Stringocephalenschichten einsetzt. Die darüber folgenden *Quadrigeminumbänke*

sind nicht ganz so typisch wie in der Blankenheimer Mulde ausgebildet, aber immerhin noch gut zu erkennen. Sie sind hier ebenso wie die Amygdalaschicht und wie alles Hangende dolomitisiert. Sie dürften hier wie dort dem Schulzschen „Oberen Korallenkalk" der Hillesheimer Mulde entsprechen. In der Schichttabelle habe ich als obere Grenze der mittleren Stringocephalenschichten die Hessenhausschicht angeführt. In der Blankenheimer Mulde habe ich sie nicht nachweisen können und in der Dollendorfer nur am Hessenhaus und in seiner Nähe angetroffen. Eine stratigraphische Bedeutung hat diese Schicht wohl kaum, vielmehr habe ich sie nur zum Vergleich mit der Schulzschen Einteilung in die Tabelle aufgenommen.

An Fossilien habe ich nur die erwähnten gefunden:

Newberria amygdala Goldf.
Newberria caiqua Arch. u. Verm.
Cyathophyllum quadrigeminum Goldf.

Die oberen Stringocephalenschichten.

Die oberen Stringocephalenschichten sind in beiden Mulden vollständig dolomitisch. In der Blankenheimer Mulde ist von ihnen nur noch eine kleine Scholle erhalten, die auf der Höhe 575 ONO vom Ermberg söhlig auf den Kalken der mittleren Stringocephalenschichten aufliegt. Dieser Dolomit ist stellenweise löcherig und ganz so beschaffen, wie Schulz die Ramosabänke beschreibt. Es sind auch größere Bänke einer verästelten, stockbildenden Koralle vorhanden, doch ist die Erhaltung so unvollkommen, daß sich die höchst wahrscheinliche Bestimmung als *Amphipora ramosa* nicht mit voller Sicherheit vertreten läßt. In den liegenden Teilen fand ich Reste von nicht näher bestimmbaren *Bellerophonten*, also ganz ähnliche Verhältnisse wie bei Hillesheim, doch genügt all dies nicht, um auf dem kleinen Raum ohne gute Aufschlüsse eine weitere Einteilung ähnlich der von Schulz durchzuführen. In der Dollendorfer Mulde bedecken die oberen Stringocephalenschichten weite Flächen. Da die spärlichen Aufschlüsse weit auseinanderliegen, und anscheinend viele kleinere Störungen, die sich nicht näher kartieren lassen, den Dolomit durchziehen, habe ich auch hier die oberen Stringocephalenschichten nicht weiter untergeteilt. Ihre Abgrenzung von den mittleren Stringocephalenschichten ist in der Blankenheimer Mulde sehr einfach, da hier die mittleren Stringocephalenschichten noch nicht dolomitisiert sind. In der Dollendorfer Mulde jedoch habe ich die Abtrennung lediglich infolge des Umstandes durchführen könnnen, daß sich zwischen beiden anscheinend ein weicherer Horizont einschiebt, den ich zwar nirgend aufgeschlossen gefunden habe, dessen Vorhandensein jedoch daraus zu schließen ist, daß sich beide Dolomitserien morphologisch stets deutlich voneinander abheben, so daß bei annähernd söhliger Lagerung der obere Dolomit als Stufe auf dem unteren aufliegt und bei geneigter Lagerung stets ein dem Streichen folgendes Tälchen

beide voneinander trennt. Der Dolomit ist schwer verwitterbar und unfruchtbar und trägt, wo er nicht bewaldet ist, meist nur dürftige Schafweide mit Wacholderbüschen. Aecker und Wiesen, selbst Heidestücke, liegen nur sehr selten auf dem Dolomit. Die seltsame Morphologie der Dolomitrücken und ihre Abhängigkeit von der alten Rumpffläche schaffen in Verbindung mit der Flora wohl die eigenartigsten Landschaften der nicht vulkanischen Eifel, deren öde und herbe Schönheit den Menschen oft erst nach jahrelangem Schauen aufgeht.

Durch Exkursionen in andere Mulden bin ich zu der Ueberzeugung gekommen, daß sich die hier angewendete Dreiteilung über den größten Teil des Eifler Mitteldevon weg kartieren läßt, und die Arbeit von Frech (1886) hat mich darin bestärkt.

An Fossilien fanden sich nur klägliche Reste von

Stringocephalus Burtini Defr.
?Amphipora sp.
?Bellerophon sp.?

Jüngere Schichten.

Von jüngeren Schichten treten im Gebiet des Meßtischblattes Stadtkyll an der Fuchskaul N Stadtkyll Konglomerate mit Kalkgeröllen und rotem, sandigem Bindemittel auf, die Krause (1922) für Zechstein hält. In Lissendorf liegen dieselben Konglomerate unter dem Buntsandstein, ebenso am Fahrweg vom Bahnhof Dahlem zum Heidenkopf. An den beiden letzteren Stellen führen sie Dolomitgerölle. Das Vorkommen unter dem Heidenkopf war Krause noch nicht bekannt. Diese Vorkommen zeigen klar, daß spätestens zu Beginn der Buntsandsteinzeit die Dolomitisierung der Schichten, die das Material für die Gerölle lieferten, schon beendet war, nach Krause auch schon zur Zechsteinzeit und vermutlich auch schon bald nach dem Absatz. Die Mächtigkeit dieser Konglomerate dürfte beim Bahnhof Dahlem 15—20 m betragen. Der Buntsandstein begrenzt die Dollendorfer Mulde nach SO, soweit das Meßtischblatt reicht. Er überdeckt die große Längsstörung, schmiegt sich an die Dolomitberge an und legt sich in deren Vertiefung hinein. Er selbst scheint nicht mehr verworfen zu sein, so daß die Dolomitberge zu Beginn der Buntsandsteinzeit ebenso ihre Umgebung überragt haben dürften wie sie es heute tun. Zwischen beiden Mulden bedeckt der Buntsandstein noch ein Waldgebiet, von dem annähernd 7 qkm auf Meßtischblatt Stadtkyll entfallen. Im Gegensatz zu dem eben erwähnten Buntsandsteingebiet liegt hier die Trias auf den Höhen, während die Täler bis aufs Devon durchgesägt sind. Die Basis des Buntsandsteins wird hier von einem Konglomerat gebildet, das einen sowohl im Gelände wie auch auf dem Meßtischblatt deutlich sichtbaren Steilabsturz verursacht. Anders sieht das kleine Buntsandsteinvorkommen innerhalb der Mulde auf dem Griesheuel, NO

Esch aus. Hier ist das Liegende des Buntsandsteins, der Dolomit der mittleren Stringocephalenschichten aufgeschlossen. Er ist dann stets mit Taschen und Löchern versehen, in die der Buntsandstein (in Sandsteinfazies) einsedimentiert ist. Als Zeugen der triassischen Verhältnisse finden sich in diesen untersten Sandsteinlagen Dolomitstücke von Haselnuß- bis Kindskopfgröße, die in einzelnen Lagen nebeneinanderliegen, ohne daß eine Sortierung der Größe nach stattgefunden hätte. Ob sie vor der Sedimentierung abgerollt waren oder nicht, läßt sich nicht mehr feststellen, da jedes Stück, wohl in Folge rezenter Verwitterung durch die zur Zeit meist weniger als 1 m mächtige Sandsteinschicht durch, mit einer schwarzen, erdigen, manganhaltigen Schicht umgeben ist, die ohne Zweifel aus der Dolomitsubstanz entstand, so daß die Stücke heute alle mehr oder weniger rundlich sind. Diese erdige Substanz ist oft stark von feinen Pflanzenwürzelchen durchzogen und gleicht dem oberflächlichen Verwitterungsboden des Dolomites sehr. Mitunter ist der Buntsandstein in der Umgebung solcher Knollen mehrere Millimeter weit gebleicht.

Reste tertiärer Verwitterung finden sich anscheinend in der Form von tonigen Böden im Dolomitgebiet N vom Höhenberg N Birgel, sowie in etwas größerem Maßstabe auf dem nördlich benachbarten Meßtischblatt Blankenheim.

Westlich von Wiesdorf ist schließlich noch dolomitischer Gehängeschutt zu finden, an Stellen, wo er der heutigen Bodenform nach nicht hingelangen konnte. Das Wahrscheinlichste ist, daß er diluviales Alter besitzt und vor Durchbildung der heutigen Zertalung an seine Stelle gelangt ist. Von weiteren diluvialen Bildungen sind noch zwei Erosionsterrassen der Kyll zu erwähnen, die 3, bzw. 10—12 m über der Talaue liegen. Schotter ist selten zu finden, vielmehr steht unter der vorspringenden Gehängeleiste meist gleich das Devon an. Dennoch sind beide Stufen über das ganze Kartengebiet zu verfolgen. Der auf der Karte besonders ausgeschiedene Schutt des Buntsandsteins liegt in dem Gebiet zwichen beiden Mulden teils als Decke auf dem Devon, die von den Tälchen durchschnitten wird, teils ist er auch in die Tälchen hinabgerutscht. Er ist also teils älter, teils jünger als die Talbildung, und die auf der Karte gegebene Bezeichnung „alluvial" ist nur begrenzt richtig.

Zur Tektonik.

Die Tektonik des vorliegenden Gebietes ist im Allgemeinen einfach zu nennen. Wenigstens fehlen solche Gewirre von Störungen, wie sie z. B. Vorster im NO kartiert hat. Wenn man von den Mulden- und Sattelachsen absieht, liegt der Fallwinkel der Schichten meist zwischen 30° und 40°. Ueberkippte Lagerung ist nur an der großen Dahlemer Ueberschiebung zu beobachten. Der Zusammenschub beträgt, soweit er auf Kosten der Faltung zu setzen ist, etwa 7—8% in der Dollendorfer Mulde

am SW Ende, doch steigert sich die gebirgsbildende Bewegung in der Blankenheimer nach NO hin erheblich, so daß der Zusammenschub bei Dahlem wohl schon annähernd 20% beträgt. Da sich nur in den seltensten Fällen ein Anhalt dafür gewinnen läßt, wie die Störungen einfallen, ist es möglich, daß Ueberschiebungen diese Zahlen noch etwas erhöhen oder streichende Sprünge sie erniedrigen, wenn der Gesamtzusammenschub errechnet werden soll. Die Dahlemer Ueberschiebung legt NO vom Ermberg den Koblenzquarzit unmittelbar neben die Stringocephalenschichten. Sie erreicht also wenigstens 600 m Sprunghöhe und ist damit die mächtigste im Kartengebiet auftretende Störung. Auch die Dollendorfer Mulde wird im SO von einer ganz ähnlichen Störung begrenzt, wie daraus hervorgeht, daß W von Wiesbaum das Unterdevon, anscheinend Oberkoblenz, bis dicht an den Dolomit der mittleren Stringcephalenschichten heranreicht. Allerdings ist diese Lissendorfer Störung auf dem Meßtischblatt Stadtkyll nirgendwo aufgeschlossen, vielmehr stets vom Buntsandstein überlagert. Wenn für die anderen streichenden Störungen auch keine näheren Anhaltspunkte zur Altersbestimmung zu gewinnen sind, so dürfte doch wohl auch für sie ein prätriassisches Alter wahrscheinlich sein. Beide behandelten Mulden zeigen ebenso wie das Vorkommen von Neuenstein denselben Bau: ziemlich regelmäßiges Ausheben des NW Flügels und jähes Abschneiden an einer Längsstörung an Stelle des SO Flügels. Der Sinn des Verwurfs ist bei allen Längsstörungen so, daß die Einsenkung der Mulden durch die Störungen noch verstärkt wird. Auch dies spricht für einen Zusammenhang mit der variskischen Faltung. Hinweisen möchte ich an dieser Stelle noch auf eine eigenartige Form von kleinen, wasserlosen Tälchen, die durch Störungen verursacht werden. Der Querschnitt solcher Tälchen ist Uförmig, der Längsschnitt auffallend unregelmäßig. Am klarsten ist diese Geländeform dort zu sehn, wo Flußtäler spießwinklig die Störungen schneiden, wie z. B. die Prüm die große SO Längsstörung SW von Neuenstein.

Eine große Rolle spielen auch die NS Störungen. Auch für sie gilt die Regel, daß sie die Einsenkung der Mulden verstärken. Wichtig scheint mir, daß sie stets irgendwie mit den streichenden Störungen in Zusammenhang stehn. Deutlich zeigt dies die Dahlemer Ueberschiebung, die NO vom Ermberg plötzlich in NSrichtung umbiegt und so zur „Asbergstörung" wird. Nur zwei kleinere, staffelartig parallelliegende streichende Störungen im Kylltal unterhalb von Kronenburgerhütte könnnten vielleicht als Ablösung der Dahlemer Störung gedeutet werden. Uebrigens biegt die Asbergstörung nach S zu langsam wieder in streichende Richtung um, so daß sie den Charakter einer Ueberschiebung wiederzugewinnen scheint. Auch in der Dollendorfer Mulde treten die NS Störungen in engen Zusammenhang mit den streichenden. Auf Grund dieser Tatsachen halte ich die NS Störungen für annähernd gleichaltrig mit den streichenden und so auch mit den letzten Phasen der Variskischen Bewegung. Die Bezeichnung „oberrheinisches Streichen" in Bezug auf die NS Störungen möchte ich vermeiden weil sie

den Eindruck erweckt, als ob diese Störungen mit dem Einbruch des Oberrheingrabens in ursächlichem Zusammenhang ständen. Querstörungen spielen nur eine ganz untergeordnete Rolle. Sie sind stets kurz, gerade und von geringer Sprunghöhe und sind, da sie alle anderen Störungen verwerfen, die jüngsten. Stellenweise treten sie als ein System von Staffelbrüchen auf, doch habe ich sie auch dann stets als einheitliche Störung bezeichnet. (z. B. an der Hargartenmühle N Jünkerath.) Wo die mittlere Spezialmulde der Dollendorfer Mulde nach SW zu aushebt, ist das Gebirge ziemlich zerklüftet, und die Klüfte sind z. T. mit Spateisen ausgeheilt. Das Aufdringen des Spateisens ist also jedenfalls jünger als Faltung, Längs- und Querstörungen.

In der Dollendorfer Mulde treten schließlich noch zwei Störungen auf, die ganz aus dem Rahmen der übrigen Tektonik herausfallen, weil sie erstens die Falten des Gebirges spießwinklig durchschneiden und so keinem der anderen Störungssysteme einzureihen sind, zweitens weil sie meist einen merkwürdig gewundenen Verlauf zeigen, drittens weil sie den Muldenbau nicht verstärken, sondern im Gegenteil eine Wiederholung von Schichtgliedern veranlassen und viertens weil auf ihnen Eruptiva emporgedrungen sind. Auf der einen liegt nämlich der kleine Schlot von Waldorf und die andere streicht grade in den Schlot des Stromberges hinein. Ein Zusammenhang mit der variskischen Faltung ist in Anbetracht der Lage und der Verwurfsrichtung sehr unwahrscheinlich, vielmehr scheinen die Störungen jünger zu sein als diese, wenn auch älter als die Querstörungen, von denen sie verworfen werden. Vielleicht ist auch noch jene gewundene Störung hierherzurechnen, die die Blankenheimer Mulde N von Kronenburg nach W begrenzt.

Zusammenfassung.

1. Die Clerfer Schiefer lassen sich aus Luxemburg bis in die Gegend der Schneifel verfolgen, wo sie auskeilen. Sie schieben sich hier zwischen Unterkoblenz- und Koblenzquarzit ein, sind aber noch dem Unterkoblenz zuzurechnen.
2. Aus der Fazies, bzw. dem Auskeilen von Koblenzschichten, Cultrijugatusstufe und Nohner Schichten geht hervor, daß das Schneifelgebiet zur Oberkoblenz- und Cultrijugatuszeit Land war. Erst das Meer der Nohner Schichten transgredierte endgültig über die Schneifel weg. Während dieser Zeit befand sich weiter nördlich im Gebiet der oberen Ahr und der Nordeifel ein tieferes, küstennaher Becken, das seine klastischen Sedimente hauptsächlich von Norden her bezog.
3. Die Fazies des unteren Mitteldevons bildet in dem kartierten Gebiet einen Uebergang zwischen der Küstenfazies von Soetenich und der küstenferneren der Hillesheimer Gegend.
4. Die Kaysersche Krinoidenschicht tritt in den verschiedensten Fazies auf.

5. *Spirifer Steinmanni* Schulz ist auf den ihm von Schulz zugewiesenen Horizont beschränkt, aber auch horizontal an enge Grenzen gebunden.
6. *Bornhardtina uncitoides* ist als Leitfossil nicht zu gebrauchen.
7. *Newberria amygdala* Goldfuß (= *caiqua* Schulz) ist im Kartengebiet auf die Schicht beschränkt, aus der Schulz sie beschrieb. Sie ist horizontal weit genug verbreitet, um über größere Gebiete der Eifel als Leitfossil für die Basis der mittleren Stringocephalenschichten (Frech) zu gelten.
8. *Newberria caiqua* Arch. u. Vern. (= *Rauffia pseudocaiqua* Schulz) ist als Leitfossil nicht zu gebrauchen. Ihre horizontale Verbreitung ist in dem kartierten Gebiete äußerst beschränkt.

Liste der erwähnten Schriften.

1. Asselbergs Et. Le Dévonien inférieur du bassin de l'Eifel et de l'anticlinale de Givonne dans la région Sud-Est de l'Ardenne Belge. Mémoires de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain. 1913 tome I.
2. Breddin-Richter. Exkursionsführer durch das Oberbergische. Sitzungsberichte des niederrheinischen geologischen Vereins 1922.
3. Dorlodot, de. Age des couches dites Burnotiennes du bassin de l'Oesling. Ann. Societée Géologique du Nord Bd. XXXIII 1904.
4. Döring, A. Ueber *Newberria* und verwandte Formen im rheinischen Mitteldevon. Verh. d. Naturhist. Ver. d. pr. Rheinl. u. Westf. 76. Jahrg. 1919.
5. Frech, F. Die *Cyathophylliden* und *Zaphrentiden* des rheinischen Mitteldevons, eingeleitet durch den Versuch einer Gliederung desselben. Paläontol. Abh. herausg. v. Dames u. Kayser III, Heft 3 1886.
6. Fuchs, Al. Beitrag zur Kenntnis der Hunsrückschiefer- und Unterkoblenzfauna der Loreleigegend. Geol. Landesanstalt Berlin 1915.
7. Gosselet, Apercu géol. sur le terrain dévonien du Grand-Douché de Luxembourg. Ann. soc. géol. du Nord t. 12 1885.
8. Gosselet, l'Ardenne. Mém. pour serv. explic. carte géol. dét. France. Paris 1888.
9. Holzapfel, E. Das obere Mitteldevon im rheinischen Gebirge. Abh. Preuß. Geol. Landesanstalt, N. F. Heft 16, Berlin 1895.
10. Holzapfel, E. Die Geologie des Nordabfalles der Eifel mit besonderer Berücksichtigung der Gegend von Aachen. Abh. Preuß. Geol. Landeanstalt, N, F. Heft 66, Berlin 1910.
11. Krause, P. G. Ueber das Alter und die Entstehung der roten Kalkkonglomerate in der Eifel. Verh. v. h. Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederl. en Kolonien. Geol. Serie Deel VI s'Gravenhage 1922.

12. Leidhold, Cl. Die Quarzite von Berlé in Luxemburg. Neues Jahrb. f. Miner. usw. Beil. Bd. 36. 1913.
13. Leppla, A. Erläuterungen zur geol. Karte von Preußen. Lief. 78 Blatt Dasburg-Neuerburg und Blatt Waxweiler. Berlin, Landesanstalt 1908.
14. Lucius, M. Das Devon im Großherzogtum Luxemburg. Geol. Rundsch. 1914.
15. Quiring, H. Zur Stratigraphie und Tektonik der Eifelkalkmulde von Soetenich. Jahrb. d. Kgl. Pr. Geol. Landesanstalt 1913 Bd. XXXIV Teil II Heft I. Berlin 1914.
16. Quiring, H. Die Eifelkalkmulde von Ahrdorf. Neues Jahrb. f. Min. usw. Stuttg. 1914. 1. Bd.
17. Rauff, Entwurf zu einem geologischen Führer durch die Gerolsteiner Mulde. (Einzeldruck.) Preuß. Geol. Landesanstalt Berlin 1911.
18. Richter, M. Unter- und Mitteldevon im Oberbergischen zwischen Agger und Sieg. Zentralblatt f. Min. Stuttgart 1921.
19. Richter, M. Die Wiehler Mulde im Gebiet der Wiehl zwischen Agger und Bröl im Oberbergischen. Zentralblatt f. Min. usw. 1922.
20. Schulz, E. Die Eifelkalkmulde von Hillesheim. Diss. Universitätsdruckerei Bonn 1883.
21. Schulz, E. Ueber einige Leitfossilien der Stringocephalenschichten der Eifel. Verh. d. Nat. hist. Ver. d. pr. Rheinl. u. Westf. 70. Jahrgang 1913.
22. Vietor, W. Der Koblenzquarzit an der unteren Lahn, der Mosel und in der Eifel. Diss. Marburg a. d. L. 1916.
23. Vorster. Die Dollendorfer, Rohrer und Blankenheimer Mulde. Sitzungsberichte Vers. niederrh. geol. Vereins 1916.

Die vorliegende Arbeit wurde Ende 1923 abgeschlossen. Die neueren Arbeiten von Wedekind und seinen Schülern wurden mir erst später zugänglich, so daß eine eingehende Würdigung nicht mehr möglich war und späteren Arbeiten vorbehalten werden muß.

Kayser 1871	Schulz 1883 f. Hillesheim	Schulz 1913 f. d. Eifel (Stringoceph. Schichten) Quiring 1914 f. Ahrdorf (Unteres Mitteldevon)	Kuckelkorn 1924 für Blankenheim u. Dollendorf	Frech 1886 von Soetenich ausgehend
Obere Stringocephalen-Schichten	Oberer Dolomit v. Hillesheim	Dolomit über den Ramosabänken	Oberer Dolomit (mit Amphipora ramosa)	(oberste Stringocephalen-Schichten ?)
	Ramosabänke	Ramosabänke		Obere Stringocephalen-Schichten
	Bellerophonschichten	?		
	Unterer Dolomit v. Hillesheim	Dolomit m. Rauffia pseudocaiqua	Hessenhaus-Schichten Newb. caiqua	Mittlere Stringocephalen-Schichten
		Dolomit m. Cyathoph. quadrigeminum	Kalk oder Dolomit (fossilarm)	
Untere Stringocephalen-Schichten Crinoidenschicht	Oberer Korallenkalk	Kalk m. Cyathoph. quadrigeminum und Bornhardtina uncitoides	Quadrigeminumschicht	
	Korallenmergel	Spirifer hians + mediotextus	(fehlt ?)	
	Caiquaschicht	Caiquaschicht	Amygdalaschicht	
	(1913: Korallenmergel)	Dahlemer Schiefer	Dahlemer Schiefer	Untere Stringocephalen-Schichten
	Mittlerer Korallenkalk Loogher Dolomit	Schichten m. Spirifer Steinmanni	Steinmanni-Schichten	
	Crinoidenschichten	Crinoidenschichten	Crinoidenschichten (in stark wechselnder Fazies)	
Calceolaschichten	Unterer Korallenkalk Brachiopodenkalk	} Ahrdorfer Schichten	Obere Nohner Schichten	Obere Calceolaschichten
	Nohner Schiefer	Nohner Schiefer	Mittlere Nohner Schichten	Untere Calceolaschichten
	Nohner Kalk	Nohner Kalk	Untere Nohner Schichten	
Cultrijugatusstufe	Cultrijugatusstufe	Cultrijugatusstufe	Cultrijugatusstufe	Cultrijugatusstufe
				Cultrijugatusstufe m. Roteisensteinen

F.

Autorenregister

zu den Verhandlungen und den Sitzungsberichten.

Seite

Andree. Neuere Funde des Eiszeitmenschen in Europa . B 1
Andres, H. *Botrychium lunaria* Sw. (siehe Wirtgen) . Verh. 14
Ascherson, P. Pteridophyten . . . . . Verh. 10
Assmuth. Über Forschungen an Nestern der Termiten . B 2
Bauer, V. Neues über die Schwimmblase der Fische . . A 1
Behlen. Reste im Bimssteintuff . . . . . Verh. 71
Brockmeier, H. Schnecken und Muscheln im Dienste des Geologen . . . . . C 70
Bodewig. Flora von Westdeutschland. Entwurf . . . Verh. 10
Dahm, P. Pflanze und Reaktion ihres Substrates . . . . A 22
Elmers. Beobachtungen an Vögeln . . . . . Verh. 246
Fendler, G. Beobachtungen an Vögeln . . Verh. 246, 247, 250
Franke, A. Zur Tektonik des flözleeren Karbons . . . C 67
Ders. Ruhrgeröll auf Blatt Dortmund . . . . . C 69
Frings, C. J. Seltene Schmetterlinge des Bonner Gebietes. Verh. 255
Hesse, R. Zoologie des Krakataus . . . . . A 8
Hinsen, W. Die Kreatininausscheidung bei katatoner Muskelspannung . . . . . B 1
Hirth, A. *Annemone nemorosa* L., Zweiblütigkeit . . . Verh. 92
Höppner, W. Orchideenflora der Rheinprovinz, Beiträge. Verh. 259
Issler, E. Hartwälder der oberelsässischen Rheinebene. Verh. 274
Jacobs, J. Pflanzenreste von Brohl usw. . . . . Verh. 48
Jaworski, E. Über paläozoische Vereisung und Tektonik in Südamerika . . . . . A 1
Kahrs, E. Beitrag zur Kenntnis des Deckgebirges bei Mülheim a. d. Ruhr . . . . . C 10
Koenig, A. Beobachtungen an Vögeln im Botan. Garten. Verh. 249, 250
Koernicke, M. Ferdinand Wirtgen, Nachruf . . . . Verh. 1

Seite

Krause, E. H. L. *Epipactis latifolia atrorubens* bei Saarlouis . . . . . Verh. 188
Kuckelkorn, L. Die Südwest-Enden der Blankenheimer und Dollendorfer Mulde in der Hohen Eifel . . . . . C 76
Kurz, E. Anatomie des Kopfes des Jangtse-störs . . . . B 1
Lehmann. Die Stellung der Trog-Theorie im neueren Schrifttum . . . . . C 4
Lengersdorf, Fr. Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Sciara* Mgn. . . . . Verh. 203
Loeske, L. Problematisches über *Catharinea undulata* Verh. 193
Löscher, W. Trans- und Regressionen in der oberen Kreide der Essener Umgebung . . . . . C 18
Ders. Zur Frage der westfälischen Galeritenschichten . . C 26
Ludwig, A. Teratologische Beobachtungen an *Anemone nemorosa* u. a. m. . . . . Verh. 215
Müller, R. Zahnärztliche Fürsorge im schulpflichtigen Alter B 2
Nehm. Verfeinerung markscheiderischer Darstellungsverfahren im Grubenbild . . . . . C 3
Neubaur, Fr. Vögel des Bonner Botanischen Gartens . Verh. 230
Podesta. Augenärztliche, an Hochschul- und Schuluntersuchungen in Münster i. W. gewonnene Erfahrungen über Sehschärfe und Farbensinn . . . . . B 2
Pohlig, H. Über Flöß . . . . . A 1
Rheinboldt, H. Bestandteile und Funktion der Galle . . A 13
Riedel, L. Bericht über die Exkursionen anlässlich der Essener Tagung . . . . . C 6
Ruppert, J. Orchideen bei Saarbrücken . . . . . Verh. 173
Schäfer, W. Dörfliche Siedelungen Westfalens . . . Verh. 118
Schäperklaus. Mikro-Respirationsapparat . . . . . B 1
Schlickum, A. Pflanzenreste aus den Bimssteintuffen des Kondetales und des Brohltales . . . . . Verh. 47
Schmidt, J. W. Über das Zahnbein des Faultiers . . . A 1
Ders. Über einen der Muskelkontraktion ähnlichen Vorgang A 8
Ders. Entwicklungsmechanische Analyse abnormer Chiridota-Rädchen . . . . . A 21
Schubert. Das Ruhen des Pferdes im Stehen . . . . . B 1
Seehaus, P. Beobachtungen an Vögeln des Botanischen Gartens zu Bonn . . . . . Verh. 247
Simon, S. W. Über Mutationen bei Pflanzen . . . . . A 7
Steinmann, H. G. Die diluvialen Ruhrterrassen und ihre Beziehung zur Vereisung . . . . . C 29
— G. Über den Chemismus der Wüste . . . . . A 8
Tilmann, N. Über Kobers Synthese des Baues der Erdrinde A 1
Többen. Die Erziehbarkeit Erwachsener . . . . . B 3

Seite
Wanner, Joh. Geologie des Krakataus . . . . . A 8
Wiedemann, Chr. Beobachtungen an Vögeln des Botanischen Gartens zu Bonn . . . . . Verh. 235
Wilckens, A. Die Geologie der Umgebung von Bonn . . A 1
Ders. Niederrheinische Flugsandbildungen . . . . . A 21
Wildschrey, Ed. Das niederrheinische Diluvium . . . C 45
Wirtgen, F. *Botrychium lunaria* . . . . . Verh. 14
Ders. *Epipactis latifolia atrorubens* in Saarlouis . . . Verh. 188