

**Notizblatt**  
des  
**Vereins für Erdkunde**  
und der  
**Hessischen Geologischen Landesanstalt  
zu Darmstadt**  
für das Jahr 1929

---

Herausgegeben  
von  
der **Direktion der Geologischen Landesanstalt**

---

V. Folge, 12. Heft

(Mit 16 Tafeln, 8 Figuren im Text und 16 Tafeln Grundwasserstandslinien.)



**Darmstadt 1930**  
Im Vertrieb beim Hess. Staatsverlag.

**Preis 5.40 Mark.**

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
W. SCHOTTLER: Bericht über die Tätigkeit der Hessischen Geologischen Landesanstalt im Jahre 1929.	3
G. KLEMM: Bemerkungen über die Granite der Böllsteiner Höhe im Odenwald. Mit Tafel 1 u. 2.	10
W. SCHOTTLER: Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen im Maßstab 1:600 000. Mit Tafel 3.	22
G. KLEMM: Untersuchungen über die Nebengesteine der Erzlagerstätten von Kupferberg im Riesengebirge. Mit einer Karte im Texte und Tafel 4.	70
A. STEUER: Das Grundwasser im hessischen Ried. Mit Tafel 5 u. 7 Abbildungen im Text.	90
W. WEILER: Die Fischreste der oberen Meeressande (Schleichsande) des Mainzer Beckens. Mit Tafel 6, Fig. 3—13, 15, 16.	104
W. WEILER: Prolebias praecursor sp. n. aus den Süßwasserschichten des Cyrenenmergels im Mainzer Becken. Mit Tafel 6, Fig. 14.	110
W. WEILER: Über Reste von Haifischen aus den Hydrobienschichten des Mainzer Beckens. Mit Tafel 6, Fig. 1, 2.	112
O. SCHMIDTGEN: Eine Unterkieferhälfte vom Damhirsch aus dem Mosbacher Sand. Mit Tafel 7.	114
W. WAGNER und O. SCHMIDTGEN: Alte Rheinkiese und älterer Flugsand am Lenneberg bei Mainz. Mit Tafel 8.	119
O. DIEHL: Über das Braunkohlenvorkommen in der Wetterau.	128
W. HOPPE: Beiträge zur Geologie und Petrographie des Buntsandsteins im Odenwald. III. Schichtung und Bankung. Mit Tafel 9 und 10.	149
A. BACHOFEN-ECHT: Die Stellung der Mosbacher Geweihe von Cervus elaphus in der Entwicklungs-Reihe dieses Hirsches. Mit Tafel 11—14.	171
K. HOLLER: Über ein Hauynlimburgit-Vorkommen in der nördlichen Rhön. Mit Tafel 15.	177
W. WAGNER: Bemerkungen zur Tektonischen Skizze des westlichen Mainzer Beckens. (Tafel 16.)	185
W. SCHOTTLER: Hessisches geologisches Schriftwerk.	189
A. STEUER: Hydrologisch-geologische Beobachtungen in Hessen in den Jahren 1928 und 1929. Mit 16 Tafeln Grundwasserstandlinien.	194
W. MÜLLER: Verzeichnis der Schriften von Gesellschaften, Behörden, Anstalten usw., welche dem Verein für Erdkunde bezw. dem Mittelrheinischen Geologischen Verein und der Geologischen Landesanstalt dahier vom 1. April 1929 bis 31. März 1930 (oder zum letzten Male) eingesandt wurden.	202

**Notizblatt**  
des  
**Vereins für Erdkunde**

und der  
**Hessischen Geologischen Landesanstalt  
zu Darmstadt**

für das Jahr 1929

---

Herausgegeben  
von  
der **Direktion der Geologischen Landesanstalt**

---

**V. Folge, 12. Heft**

(Mit 16 Tafeln, 8 Figuren im Text und 16 Tafeln Grundwasserstandslinien.)



**Darmstadt 1930**

Im Vertrieb beim Hess. Staatsverlag.

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
W. SCHOTTLER: Bericht über die Tätigkeit der Hessischen Geologischen Landesanstalt im Jahre 1929.	3
G. KLEMM: Bemerkungen über die Granite der Böllsteiner Höhe im Odenwald. Mit Tafel 1 u. 2.	10
W. SCHOTTLER: Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen im Maßstab 1:600 000. Mit Tafel 3.	22
G. KLEMM: Untersuchungen über die Nebengesteine der Erzlagerstätten von Kupferberg im Riesengebirge. Mit einer Karte im Texte und Tafel 4.	70
A. STEUER: Das Grundwasser im hessischen Ried. Mit Tafel 5 u. 7 Abbildungen im Text.	90
W. WEILER: Die Fischreste der oberen Meeressande (Schleichsande) des Mainzer Beckens. Mit Tafel 6, Fig. 3—13, 15, 16.	104
W. WEILER: Prolebias praecursor sp. n. aus den Süßwasserschichten des Cyrenenmergels im Mainzer Becken. Mit Tafel 6, Fig. 14.	110
W. WEILER: Über Reste von Haiischen aus den Hydrobienschichten des Mainzer Beckens. Mit Tafel 6, Fig. 1, 2.	112
O. SCHMIDTGEN: Eine Unterkieferhälfte vom Damhirsch aus dem Mosbacher Sand. Mit Tafel 7.	114
W. WAGNER und O. SCHMIDTGEN: Alte Rheinkiese und älterer Flugsand am Lenneberg bei Mainz. Mit Tafel 8.	119
O. DIEHL: Über das Braunkohlenvorkommen in der Wetterau.	128
W. HOPPE: Beiträge zur Geologie und Petrographie des Buntsandsteins im Odenwald. III. Schichtung und Bankung. Mit Tafel 9 und 10.	149
A. BACHOFEN-ECHT: Die Stellung der Mosbacher Geweihe von Cervus elaphus in der Entwicklungs-Reihe dieses Hirsches. Mit Tafel 11—14.	171
K. HOLLER: Über ein Hauynlimburgit-Vorkommen in der nördlichen Rhön. Mit Tafel 15.	177
W. WAGNER: Bemerkungen zur Tektonischen Skizze des westlichen Mainzer Beckens. (Tafel 16.)	185
W. SCHOTTLER: Hessisches geologisches Schriftwerk.	189
A. STEUER: Hydrologisch-geologische Beobachtungen in Hessen in den Jahren 1928 und 1929. Mit 16 Tafeln Grundwasserstandslinien.	194
W. MÜLLER: Verzeichnis der Schriften von Gesellschaften, Behörden, Anstalten usw., welche dem Verein für Erdkunde bzw. dem Mittelrheinischen Geologischen Verein und der Geologischen Landesanstalt dahier vom 1. April 1929 bis 31. März 1930 (oder zum letzten Male) eingesandt wurden.	202

# Notizblatt

des

# Vereins für Erdkunde

und der

Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt.

V. Folge, 12. Heft.

---

## 1929

---

## Bericht über die Tätigkeit der Hessischen Geologischen Landesanstalt im Jahre 1929.

Von Direktor Dr. W. SCHOTTLER.

Auch in diesem Jahre hatten wir die Freude, daß sich unser verehrter Direktor i. R. Herr Oberbergrat Prof. Dr. KLEMM in voller Frische Tag für Tag in selbstloser Weise an unseren Arbeiten beteiligte. Als wichtigste Frucht dieser Arbeit konnte den Mitgliedern der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft die 2. Auflage seiner Odenwaldkarte 1:100 000 vorgelegt werden. Er war bei der in Darmstadt im September abgehaltenen Jahresversammlung dieser Gesellschaft als Geschäftsführer tätig und leitete deren wissenschaftliche Ausflüge in die Umgebung von Darmstadt und in den Odenwald. Außerdem ist auch noch die 2. Auflage des Blattes Birkenau nebst Erläuterungen von G. KLEMM in neuer Bearbeitung erschienen. Im Sommer 1929 hat er das Blatt Lindenfels für die 2. Auflage begangen und hat ferner an der Neuaufnahme des Blattes Bensheim gearbeitet. Er gab Gutachten über die Wasserversorgung folgender Orte ab: Lindenfels, Birkenau, Ober-Ramstadt, Groß-Bieberau, Erbach und Rimbach.

Herr Oberbergrat Dr. A. STEUER, ordentlicher Professor der Geologie an der Technischen Hochschule zu Darmstadt, hat den von ihm eingerichteten Grundwasserdienst wie seither geleitet und den jährlichen Bericht geschrieben. Derselbe umfaßt dieses Mal die Jahre 1928 und 1929, so daß wir hoffen, in Zukunft den Jahresbericht ein Jahr früher bringen zu können wie seither. Auch Herrn STEUER sind wir zu besonderem Danke verpflichtet, daß er unserer Anstalt seine großen Erfahrungen auf diesem Gebiet zugute kommen läßt.

Dem Berichterstatter ist am 23. Mai 1929 vom Herrn Minister für Arbeit und Wirtschaft die Amtsbezeichnung Oberbergrat verliehen worden.

Er hat im Frühjahr auf dem Blatte Darmstadt und im Sommer auf dem Blatte Ulrichstein gearbeitet. Er hat außerdem das Mustergut Selgenhof bei Ulrichstein im Auftrage der Landwirtschaftskammer bodenkundlich aufgenommen. Auch erfreute er sich bei seinen Arbeiten auf dem Blatte Ulrichstein weitgehender Unterstützung von seiten der Forstämter Grebenhain, Schotten und Ulrichstein, deren Vorständen, den Herren Forsträten SCHLOTTERER, DESCH und Oberforstmeister Dr. BAADER, hierfür auch an dieser Stelle bestens gedankt sei. Auch dem Leiter der Freiherrlich Riedeselschen Forstverwaltung, Herrn Forstrat Dr. ZENTGRAF, sei für das gleiche Entgegenkommen verbindlichst gedankt. Überhaupt war die bodenkundliche Tätigkeit unserer Anstalt in Verbindung mit den höheren Forstverwaltungsbeamten im vergangenen Sommer sehr rege. Denn die Abteilung für Forst- und Kameralverwaltung des Hessischen Ministeriums der Finanzen hatte durch Ausschreiben vom 6. Februar 1929 für die Tagfahrten der Forstbezirksgruppen die Betrachtung des Waldbodens in den Vordergrund gestellt. Infolgedessen beteiligten sich die Mitglieder der Anstalt durch Führungen im Gelände und Vorträge, zum großen Teil in Verbindung mit Herrn Professor Dr. KÖTTGEN, Dozenten für forstliche Bodenkunde an der Universität Gießen, an den Veranstaltungen der Forstbezirksgruppen.

Der Berichterstatter hielt für die Forstbezirksgruppe Gießen einen Vortrag und nahm an der anschließenden Lehrwanderung durch den Gießener Stadtwald teil. Er führte ferner gemeinsam mit Herrn Prof. Dr. KÖTTGEN die Bezirksgruppe Nidda in den auf Blatt Ulrichstein gelegenen Wäldern des Forstamtes Grebenhain und hielt einen Vortrag über das Gesehene. In gleicher Weise war er im Gebiet des Forstamtes Seligenstadt für die Bezirksgruppe Beerfelden tätig. Außerdem fand noch eine Lehrwanderung der Bezirksgruppe Darmstadt in der Eberstädter und Pfungstädter Tanne statt, bei der der Berichterstatter den geologischen, Herr Forstassessor JOSEPH den bodenkundlichen Teil übernahm. Unter Führung des Herrn Assessors JOSEPH und des Herrn Forstrats VOLK lernte der Verfasser die aus Anlaß der Forsteinrichtung im Gebiet des Forstamtes Langen aufgeschlossenen Bodenprofile kennen. Er beteiligte sich auch an Bodenuntersuchungen für das Forstamt Ober-Eschbach.

Für die Arbeitsgemeinschaft der höheren Vermessungsbeamten Hessens hielt er einen Vortrag über die Böden des Vogelsberges, der später durch eine Lehrwanderung nach dem Oberwald ergänzt wurde.

Er sprach ferner auf dem Fortbildungskurs der höheren Landwirtschaftsschule zu Groß-Umstadt, an der er vor 30 Jahren als Lehrer gewirkt hat, über die Böden Hessens.

Zu Pfingsten nahm er an der Tagung der 5. von der internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft eingesetzten Kommission für Benennung, Einteilung und Kartographie der Böden zu Danzig teil. Bei dieser Gelegenheit wurden unter Führung von Herrn Prof. Dr. STREMMER viele lehrreiche Bodenprofile des Freistaates gezeigt. Da zu dieser Veranstaltung führende Bodenkundler aus vielen Ländern erschienen waren, erwies sie sich als überaus fruchtbar. Auf der Rückreise hatte Herr Prof. Dr. ALBERT die Freundlichkeit, den Berichterstatter in der Umgebung von Eberswalde zu führen. Für einen Reise-

zuschuß ist dem Arbeitsausschuß für die Deutsche Bodenkarte, für die Gewährung des nötigen Urlaubes dem Ministerium für Arbeit und Wirtschaft zu danken.

Während der Danziger Tagung fand auch eine Sitzung des deutschen Arbeitsausschusses für die Herstellung einer internationalen Bodenkarte von Europa statt, der sich auf einer in Ungarn im Jahr 1926 abgehaltenen Tagung derselben Kommission gebildet hatte. Durch Gewährung erheblicher Mittel seitens der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft wurde eine Übersichtsaufnahme der Bodenformen (Typen) Deutschlands unter STREMMES Leitung möglich. Der Unterzeichnete hat den hessischen Anteil dieses Werkes übernommen und konnte ihn als Karte im Maßstab 1:600 000 am Jahreschlusse dem Leiter vorlegen. Sie erscheint auch im diesjährigen Notizblatt. Der Maßstab dieser Karte ist zwar bei unserer lückenhaften Kenntnis dieser Erscheinungen reichlich groß. Er mußte aber gewählt werden, weil eine andere, als die vom Hessischen Landesvermessungsamt freundlichst zur Verfügung gestellte topographische Unterlage nicht vorhanden ist. Abgesehen von der steten Förderung, die diese Arbeit durch meinen Freund STREMMER erfahren hat, hat besonders auch Herr Dipl.-Landwirt SCHLACHT in Ludwigshafen zum Gelingen wesentlich beigetragen, indem er mir seine Karte von Baden und der bayrischen Pfalz vor der Veröffentlichung zur Verfügung stellte. Die Darstellung der Provinz Rheinhessen ist durch Herrn Bergrat Dr. WAGNER besorgt worden. Herr Bergrat Dr. DIEHL hat Beobachtungen aus seinem Arbeitsgebiet im nördlichen Vogelsberg beigeuert.

Im Herbst besah sich Herr Prof. Dr. TIURIN aus Kasan in Rußland unsere Bodenmonolithprofile und machte mit dem Berichterstatter mehrere Wanderungen, auf denen er vieles aus dem reichen Schatz seiner Erfahrungen mitteilte.

Ferner nahm der Berichterstatter dienstlich an der Versammlung und den wissenschaftlichen Ausflügen des Oberrheinischen geologischen Vereins zu Freiburg i. Br. teil und vertrat die Anstalt auf der Direktorenversammlung, die diesmal zu Chemnitz in Sachsen stattfand. Dabei hatten die Teilnehmer Gelegenheit, auf einem von Herrn Landesgeologen Dr. PIETSCH glänzend vorbereiteten Ausflug im Kraftwagen die Unterlagen für die neuen Anschauungen des Herrn Geh. Hofrates Prof. Dr. KOSSMAT über den Bau des Erzgebirges unter seiner persönlichen Leitung kennen zu lernen. Anfangs September hatte der Unterzeichnete die Freude, 18 Mitgliedern der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft auf einer viertägigen von Gießen nach Lauterbach führenden Kraftwagenfahrt die Ergebnisse seiner Aufnahmen im Vogelsberg zeigen zu können.

Er war bei der Wasserversorgung der Gemeinden Mörfelden, Wahlen bei Neustadt und Watzenborn-Steinberg tätig. Über die Wasserversorgung der Stadt Gießen erstattete er ein längeres Gutachten. Für das Inheidener Wasserwerk der Provinz Oberhessen äußerte er sich gutachtlich über die Gefahren einer Tiefbohrung bei der benachbarten Grube Friedrich.

Von der Beteiligung an der in Berlin abgehaltenen Tagung der Kommission für die Internationale Geologische Karte von Europa, zu der der Herr Präsident der preußischen Geologischen Landesanstalt eingeladen hatte, mußte mit Rücksicht auf die schlechte Finanzlage unseres Landes abgesehen werden.

Herr Landesgeologe Bergrat Dr. WAGNER hat im Berichtsjahre folgende Arbeiten ausgeführt:

Nachtragsarbeiten auf den Blättern Wöllstein-Kreuznach, Eltville-Heidenfahrt und Bingen. Dieses Blatt und Blatt Eltville-Heidenfahrt sind im Erscheinen begriffen. Ferner wurden Nachtragsbegehungen auf Blatt Ober-Jngelheim vorgenommen, dessen geologische Aufnahme beendet ist. Die geologische Neuaufnahme der Blätter Mainz und Wörrstadt wurde fortgeführt. Die geologischen Arbeiten bei der Aufgrabung der paläolithischen Freilandstation Wallertheim zusammen mit Herrn Prof. Dr. SCHMIDTGEN wurden fortgesetzt. Die Mittel zu den Grabarbeiten wurden durch Freunde des Mainzer Naturhistorischen Museums und die Deutsche Notgemeinschaft gestellt. Im Einvernehmen mit der Oberen Bergbehörde wurde eine Tiefbohrung bei Worms zwecks Feststellung der geologischen Verhältnisse beaufsichtigt. Geologische Beratungen wurden erteilt bei der Frage der Wiederherstellung der Nicolai-Kirche in Alzey, bei der Wasserversorgung des Gruppenwasserwerkes Bodenheim, der Gemeinde Frei-Laubersheim, der Stadt Alzey und dem neu geplanten Krankenhaus von Worms bei Hochheim. Eine bodenkundliche Führung fand im Gebiete des Forstamtes Ober-Eschbach statt. Ferner beteiligte sich Herr Dr. WAGNER an der Führung für die Mitglieder des Hess. Staats- und Kultusministeriums nach Wallertheim, die Herr Prof. Dr. SCHMIDTGEN veranlaßt hatte. Endlich führte er bei der Betriebsleiterkonferenz in Heppenheim. Anlässlich der Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft in Darmstadt leitete er den wissenschaftlichen Ausflug nach Oberstein-Idar. Er nahm dienstlich teil an der Jahresversammlung der geologischen Vereinigung in Frankfurt a. M., ferner mit Unterstützung des Kultusministeriums an der Tagung des Oberrheinischen geologischen Vereins in Freiburg und auf eigene Kosten an der Versammlung der Deutschen paläontologischen Gesellschaft in Stuttgart und Tübingen. Ferner wurden zahlreiche Bau-, Bohr- und Dränaufschlüsse auf den Blättern Alzey, Fürfeld, Gau-Odernheim, Eltville-Heidenfahrt, Pfeddersheim, Oppenheim, Undenheim, Wörrstadt und Worms besichtigt. Endlich fanden noch Terrassenbegehungen im Rhein- und Maingebiet statt.

Herr Landesgeologe Bergrat Prof. Dr. DIEHL hat die Aufnahme des diluvialen Anteils der Blätter Bensheim und Zwingenberg für die zweite Auflage fortgesetzt, ebenso die Aufnahme des Blattes Stordorf. Er war bei der Wasserversorgung der Gemeinden Arnshain, Wahlen in Oberhessen, Lauterbach und Stordorf gutachtlich tätig. Er besichtigte die beim Umbau der Eisenbahnbrücke bei Assenheim entstandenen Aufschlüsse.

Die bodenkundliche Tätigkeit erstreckte sich auf folgende Fälle: Es wurden bodenkundliche Untersuchungen in den Revieren der Forstämter Kranichstein, Grebenau, Göhringen und Romrod vorgenommen. Im Revier des Forstamtes Wald-Michelbach wurde eine Lehrwanderung veranstaltet. Vorträge mit Lehrwanderungen fanden ferner bei den Forstämtern Alsfeld, Stordorf, Bensheim, Büdingen, Schlitz und König i. O. statt. Ferner hielt Herr Dr. DIEHL auf Veranlassung der Forstbezirksgruppe Darmstadt einen ausführlichen Vortrag über die chemischen und physikalischen Grundlagen der Bodenkunde. Er nahm ferner dienstlich an der Tagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Karlsruhe und den sich anschließenden wissenschaftlichen Ausflügen teil. Außerdem machte er den wissenschaftlichen Ausflug der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft in den Odenwald mit.

Der freiwillige Mitarbeiter, Herr Studienrat Dr. WENZ, hat die Aufnahmen auf dem Blatte Rodheim fast zu Ende geführt.

Der freiwillige Mitarbeiter, Herr Prof. Dr. SCHMIDTGEN, Direktor des Naturhistorischen Museums der Stadt Mainz, hat auch in diesem Jahre durch gemeinsames Wirken mit Herrn WAGNER den Fortgang der Arbeiten in Rheinhessen wesentlich gefördert. Wir haben ihm auch unseren aufrichtigsten Dank für einen erheblichen Zuschuß zum Druck von Tafeln für das letzte Notizblatt abzustatten. Ohne diese Beihilfe hätte die Arbeit über die altpaläolithische Jagdstelle bei Wallertheim nicht in der vorliegenden schönen Ausstattung gedruckt werden können.

Der freiwillige Mitarbeiter, Herr Studienrat Dr. WEILER in Worms, setzte seine Arbeit in der dortigen Gegend fort.

Der freiwillige Mitarbeiter, Herr ZINNDORF in Offenbach, untersuchte Aufschlüsse in und bei seinem Wohnort.

Der freiwillige Mitarbeiter, Herr Dr. HARRASSOWITZ, ordentlicher Professor der Geologie an der Universität Gießen, hat uns auf wichtige beim Umbau der Provinzialstraße bei Friedelhausen geschaffene Aufschlüsse aufmerksam gemacht, von denen wir sonst nichts erfahren hätten.

Herr Dr. WEITZEL hat die Bearbeitung von Säugetierresten aus unserer Sammlung fortgesetzt. Eine zu diesem Zwecke nötige Studienreise nach Basel, zu der wir ihm die Mittel nicht geben konnten, wurde ihm durch das Hessische Kultusministerium ermöglicht.

Herr Dr. JÜNGST, Privatdozent an der Technischen Hochschule zu Darmstadt, hat mit der Bearbeitung der Foraminiferen des rheinhessischen Mitteloligozäns begonnen.

Die chemischen Analysen wurden wie seither von der Hessischen Chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe (Direktor Professor Dr. KREUTZ) durch Herrn Dipl.-Ing. SCHÄFFER ausgeführt, dessen sachkundige und gewissenhafte Arbeit besonders den Untersuchungen des Unterzeichneten über die Verwitterung des Basaltes zustatten kam.

Zu Vertrauensleuten unserer Anstalt wurde auf Grund ausgezeichnet aufgenommenen Profile, die sie für unsere Sammlung geliefert haben, ernannt: Herr Kulturinspektor JOCKEL beim Kulturbauamt Gießen; Herr Technischer Sekretär JAKOB beim Kulturbauamt Friedberg.

Unsere Sammlung wurde ferner durch eine Reihe schöner Mineralstufen aus dem Odenwald bereichert, die unser Vertrauensmann, Herr Bahnassistent KRÄGE in Bensheim, schenkte.

Auch den übrigen Vertrauensleuten, den Herren Kulturinspektor VOGT in Gießen, Lehrer BRENDEL in Ober-Ingelheim, Lehrer LENGFELDER in Ober-Eschbach und Lehrer MAY in Heidesheim haben wir für die ständige Förderung unserer Arbeiten zu danken.

Herr Bergassessor KIPPENBERGER von den Mannesmannröhrenwerken hat uns eine Probe von Basaltzersatz aus der Grube „Vereinigter Wilhelm“ bei Hungen eingeschickt. Herr Lehrer RAUSCH in Schadges hat uns Gesteinsproben aus der Umgebung seines Wohnortes übermittelt.

Herr Bauinspektor HOFFMANN beim Darmstädter Wasserwerk hat uns wiederholt auf neue Aufschlüsse hingewiesen und uns bei deren Aufnahme unterstützt.

Außerdem sind uns von Staatsbehörden, Gemeindeverwaltungen, den Reichsbahnbehörden und der Bohrfirma Stefan Kuhn in Inheiden Bohrproben und Nachrichten über neue Aufschlüsse in großer Menge zugegangen. Wir danken

allen Beteiligten nochmals auch an dieser Stelle. Doch müssen wir leider auch feststellen, daß die ministeriellen Ausschreiben über die Meldung von Bohrungen und Grabungen an die Geologische Landesanstalt von vielen Stellen nicht beachtet werden, wodurch uns schon manche wichtige Beobachtungsmöglichkeit entgangen ist.

Durch die Bewilligung eines einmaligen Zuschusses zur Anschaffung eines eisernen Sammlungsschranks war es uns möglich, die oberhessische Sammlung neu aufzustellen. Die Umordnung der ganzen, viel zu eng gewordenen Sammlung muß vorläufig unterbleiben, weil uns die dazu nötigen Räume noch fehlen. Wir hoffen, daß es bald gelingt, auch diese Frage zu lösen, damit unsere Heimatsammlung endlich der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden kann. Dieser Wunsch ist namentlich auch von den Teilnehmern an dem vom Ministerium für Kultus und Bildungswesen veranstalteten und von Herrn Dr. HEINRICH DIEHL geleiteten geologischen Einführungskurs der Heimatkundlichen Arbeitsgemeinschaft in Starkenburg und Rheinhessen ausgesprochen worden, die einen ganzen Vormittag in drangvoll fürchterlicher Enge bei uns verbrachten.

Am 9. Mai 1929 verstarb nach langem Leiden der Amtsobergehilfe ADAM HAMBACH, dessen Stelle leider nicht mehr besetzt wird. Wir sind den vorgesetzten Stellen zu Dank verpflichtet, daß sie uns den Hauswarter RÜHL für die Erledigung wenigstens eines Teiles der von HAMBACH geleisteten Arbeit zur Verfügung gestellt haben. Ganz ersetzen kann er ihn uns nicht.

Denn wir haben in ADAM HAMBACH einen treuen, fleißigen und überaus gewissenhaften Beamten verloren, der sich diese Eigenschaften, soweit sie ihm nicht angeboren waren, in einer langen tadelfreien Dienstzeit erworben hat. Er hatte dabei auch, obwohl er durchaus kein biegsamer Mensch war, gelernt, sich unterzuordnen. Er ist am 30. April 1869 zu Sörngenloch bei Mainz geboren und besuchte dort die Volksschule. Seiner Militärpflicht genügte er von 1890 bis 1892 bei der Marineinfanterie in Wilhelmshaven und Kiel. In dieser Zeit machte er auf der „Oldenburg“ eine Auslandsreise mit. Nach Beendigung seiner aktiven Dienstzeit erlernte er das Metzgerhandwerk. Im Jahre 1894 trat er in den hessischen Hofdienst. Er diente seinem Großherzog bis er durch die im Jahre 1919 notwendig gewordene Verkleinerung der Hofhaltung gezwungen war, sich einen anderen Dienst zu suchen. Er trat im Januar 1920 bei uns ein und wurde am 1. April 1921 als Amtsobergehilfe angestellt. Er hat sich, obwohl er nicht mehr jung war und vorher an eine ganz andere Tätigkeit gewöhnt war, überraschend schnell bei uns eingearbeitet. Bald war er Meister im Anfertigen von Dünnschliffen, seiner Hauptarbeit, die er mit Begeisterung trieb. Aber auch im Felde stand er seinen Mann. Es fiel ihm zwar im Anfang nicht leicht, einen ganzen Tag lang die Bohrstangen zu handhaben und mit seinem Geologen über die Äcker zu laufen. Doch er setzte es durch, weil er Pflichtgefühl hatte. Auch seine Naturliebe half ihm die äußeren Schwierigkeiten zu überwinden, die z. B. bei der Entnahme der schweren Monolithbodenprofile nicht gering waren. Ich sehe ihn noch heute vor mir, mit welchem Eifer er auf der großen landwirtschaftlichen Ausstellung zu Darmstadt im Jahre 1927 den Besuchern unsere Ausstellungsgegenstände erklärte.

Im letzten Winter zog er sich eine Erkrankung der Atmungsorgane zu, die von ihm zuerst nicht beachtet wurde. Er meldete sich nicht krank, tat Tag für Tag in unseren ungesunden Kellerräumen seinen Dienst, und als er endlich nicht mehr konnte, war's für die Heilung zu spät. Nach monatelanger Krankheit

nahm ihn Gott am Himmelfahrtstage 1929 zu sich. — Der Kranz, den ich auf seinem Grabe im Auftrage aller Beamten und Angestellten unserer Anstalt niedergelegt habe, ist verwelkt, meine Worte sind verweht, sein Andenken aber wird bleiben und von uns stets in Ehren gehalten werden. —

Für den Sommer 1930 sind folgende Aufnahmemarbeiten vorgesehen:

G. KLEMM: Abschluß der Blätter Brensbach, 2. Auflage, und Groß-Umstadt, 2. Auflage. Begehungen auf den Blättern König und Neustadt für die 2. Auflage.

W. SCHOTTLER: Abschluß des Blattes Darmstadt. Weiterarbeit auf Blatt Gedern. Beginn der Arbeit auf Blatt Freiensteinau.

W. WAGNER: Abschluß des Blattes Ober-Ingelheim. Weiterarbeit auf Blatt Mainz. Beginn der Arbeit auf Blatt Butzbach.

O. DIEHL: Abschluß des diluvialen Anteils der Blätter Bensheim und Zwingenberg a. d. B., 2. Auflage. Ferner Weiterarbeit auf Blatt Stordorf.

W. WENZ: Blatt Rodheim v. d. H., Fortsetzung der Arbeit.

Darmstadt, im Januar 1930.

# Bemerkungen über die Granite der Böllsteiner Höhe im Odenwald.

Von G. KLEMM.

Mit Tafel 1 und 2.

Unter der Überschrift: „Tektonische und gefügeanalytische Untersuchungen im Grundgebirge des Böllsteiner Odenwaldes“ ist kürzlich eine Heidelberger Inauguraldissertation von DORIS KORN erschienen<sup>1)</sup>, die in mehrfacher Hinsicht sich gegen die von mir vertretenen Anschauungen über die Entstehung und den geologischen Aufbau des östlichen Teiles des kristallinen Odenwaldes wendet. Die wesentlichen Unterschiede in unseren Anschauungen beziehen sich auf:

1. Die Stellung des Hornblendegranites zu dem „Böllsteiner Odenwald“ und die Begrenzung des letzteren.
2. Die Unterschiede im Alter der beiden Granitarten der Böllsteiner Höhe.
3. Den „Diorit“ von Rohrbach.
4. Die „Gabbros“ und die Amphibolite der Böllsteiner Höhe.

## 1. Die Beziehungen des Hornblendegranites zur Böllsteiner Kuppel und die westliche Begrenzung der letzteren.

Aus der im Sommer 1929 erschienenen zweiten Auflage der „Geologischen Übersichtskarte des Odenwaldes“ ist ersichtlich, daß ich nach wie vor den Hornblendegranit der Gegend von Brensbach und Ober-Ostern für einen Bestandteil des „Böllsteiner Massivs“ ansehe, während ihn D. KORN und andere, die über das in Rede stehende Gebiet geschrieben haben, als außerhalb desselben stehend betrachten. Mein Standpunkt wird namentlich dadurch gerechtfertigt, daß sich nordöstlich von Brensbach auf einem Feldwege, der auf der Höhe nordwestlich von Mummenroth hinzieht, im Hornblendegranit deutliche Schollen derselben Schiefergesteine finden, die unmittelbar östlich von dieser Höhe die Umrandung des jüngeren Biotitgranites der Böllsteiner Höhe bilden. Diese hier auf der Sohle des Weges unzweifelhaft anstehenden Mischgesteine liegen aber ebenso unzweifelhaft östlich von der „Otzbergspalte“ die von der Verfasserin als Westgrenze der Böllsteiner Granite und Schiefer betrachtet wird. Weiter nach NO zu verschwinden die kristallinen Gesteine unter der Buntsandsteindecke. Erst zwischen dem Weiler Zipfen und der Odenwaldbahn-

<sup>1)</sup> Neues Jahrbuch für Mineralogie usw. Beilage-Bd. LXII, Abtlg. B. S. 171—234. 1929.

linie nach Wiebelsbach ist wieder Hornblendegranit in einigen kleinen Aufschlüssen, stark von Gebirgsdruck beeinflusst, zu sehen, hier aber ohne Kontakt mit den Böllsteiner Sedimenten, ebenso auch weiter nach Norden zu am Rande der Höhen zwischen Wiebelsbach und Groß-Umstadt. Auch südwestlich von Brensbach findet sich an mehreren Stellen Hornblendegranit am westlichen Gehänge der Böllsteiner Höhe aufgeschlossene, meist stark von Gebirgsdruck beeinflusst. Man kann auch hier feststellen, daß er sehr reich ist an Einschlüssen von Sedimenten, aber der Kontakt zwischen dem Granit und diesen letzteren ist hier nicht zu sehen.

Dagegen kann man weiter südlich bei Rohrbach auf Blatt Erbach den Kontakt zwischen dem dort Augit enthaltenden Hornblendegranit und dem Schiefer direkt beobachten, ebenso auf dem westlichen Gehänge des Osterbaches zwischen dem Stotz und Ober-Ostern.<sup>1)</sup> Man kann sich hier leicht davon überzeugen, daß die „Böllsteiner Kuppel“ beträchtlich über das Ostertal nach Westen zu übergreift, und daß hier eine scharfe Grenze zwischen dem normalen Hornblendegranit und der flaserigen Abart desselben durchaus nicht festzustellen ist. Die Verwerfung, die ungefähr längs des Ostertales verläuft, und weiter nördlich nach Reichelsheim hin sich mehr nach Nordwesten zu richtet, hat nördlich vom Dorfe Weschnitz anscheinend nur unbedeutliche horizontale Verschiebungen bewirkt und erst im Süden von Weschnitz eine starke Absenkung des östlichen Flügels, da hier offensichtlich der Buntsandstein ganz wesentlich tiefer gelegt worden ist. Jedenfalls ist meiner Überzeugung nach hier nirgends eine Grenze der Böllsteiner Kuppel gegen Süden und Westen angedeutet. Man kann vielmehr gut feststellen, daß der Hornblendegranit, der auf Blatt Lindenfels ein ausgesprochen massiges Gefüge hat, nach Osten zu auf Blatt Erbach mit Annäherung an die Böllsteiner Schieferzone ganz allmählich eine immer deutlichere Streckung annimmt, indem er auch mehrere größere Schollen, besonders von Amphiboliten, umschließt.

Auf der Ostseite der Böllsteiner Höhe ist im Bereiche des Blattes Brensbach kein Hornblendegranit im direkten Kontakte mit den metamorphen Sedimenten zu finden. Erst etwas östlich von Höchst taucht derselbe wieder unter dem Buntsandstein auf beiden Flanken des Mümlingtales auf. Er ist hier an einer ganzen Reihe von Stellen anstehend zu beobachten und setzt bei Neustadt den unteren Steilhang der von der Burg Breuberg gekrönten Höhe zusammen. Auf dem rechten (südlichen) Mümlingufer ist er sehr gut in einem großen Steinbruche der Firma Kleber in Neustadt aufgeschlossen. Er ist hier außerordentlich reich an Schollen dunkler Sedimente, die teils aus Amphibolit, teils aus Biotitschiefeln bestehen. Daß er auch im Untergrunde weit nach Osten zu verbreitet ist, ergab sich aus einer in den Jahren 1926—1927 dicht nördlich von Groß-Wallstadt am Main niedergebrachten Bohrung auf Petroleum (!), die bis etwa 850 m Teufe niedergebracht wurde. O. REIS<sup>2)</sup> hat über diese vom praktischen Standpunkte aus völlig ergebnislose Bohrung berichtet, die auf Grund der Angaben eines Rutengängers ausgeführt wurde, dessen Namen ich leider nicht in Erfahrung bringen konnte. Weiter nach NO hin tritt Hornblendegranit bei Soden unter dem Sandstein im Tal des Sulzbaches

<sup>1)</sup> Bedauerlicherweise ist in der 2. Auflage des Blattes Erbach auf dem rechten Gehänge des Ostertales statt der Farbe und der Buchstabenbezeichnung Gh π für einschlußreichen Hornblendegranit die Farbe und das Symbol für Biotitgranit gedruckt worden.

<sup>2)</sup> Geognostische Jahreshefte, 1927, S. 114.

zutage und weiter nördlich in einem breiten Streifen in den Tälern von Gailbach und Bessenbach und weiter nach Nordosten hin bei Waldaschaff und bei Hain. Er scheint also zwischen Höchst im Mümlingtal und Hain im Vorspessart unter dem Deckgebirge überall verbreitet zu sein. Im Streichen gemessen ist dies eine Strecke von etwa 35 km und quer dazu von etwa 4 km, während die Strecke von Weinheim an der Bergstraße bis nach Hain im Vorspessart etwa 70 km beträgt.

Allerdings ist diese im ganzen sehr einheitliche Hornblendegranitmasse zwischen Fürth und Weschnitz durch einen Keil des älteren Biotitgranites unterbrochen, der sich aus der Gegend von Waldmichelbach und Siedelsbrunn über die Tromm bis in die Gegend von Ober-Gumpen südlich von Reichelsheim erstreckt. Es läßt sich ebensowenig eine scharfe Grenze zwischen dem massigen Hornblendegranit des westlichen und dem flaserigen des östlichen Odenwaldes auffinden, wie zwischen dem „Bergsträßer und dem Böllsteiner Odenwald“ überhaupt.

Der unmittelbare Kontakt zwischen Hornblendegranit und älterem Gebirge ist nun allerdings nur an wenigen Stellen gut aufgeschlossen, so östlich von Heppenheim und südlich von Fischweiher, ferner an einer Stelle nördlich von Kirschhausen. An beiden Orten ist deutlich zu sehen, daß der Hornblendegranit im unmittelbaren Kontakt mit den Quarzbiotitschiefern die Hornblende in einer nur wenige Meter breiten Zone verliert und zu Biotitgranit wird, der bei Fischweiher größere Schieferschollen umschließt. Auch nördlich von Weschnitz bis in die Gegend von Ober-Ostern ist ein solcher Kontakt zu beobachten, ferner, wie schon oben erwähnt, bei Erzbach und Rohrbach südöstlich von Reichelsheim und nordöstlich von Brensbach sowie im Vorspessart bei Gailbach südöstlich von Aschaffenburg.

Ich kann mich daher der KORNschen Auffassung, daß der Hornblendegranit mit dem „Böllsteiner Gebirge“ nichts zu tun habe, durchaus nicht anschließen.

## 2. Die Granite der Böllsteiner Höhe

sind von den früheren Bearbeitern dieses Gebietes, CHELIUS, v. BUBNOFF, CLOOS, EWALD und dem Verfasser stets als zwei ihrem Bestande und ihrem geologischen Alter nach durchaus getrennte Gesteine aufgefaßt worden. Dagegen hat DORIS KORN a. a. O. die Ansicht aufgestellt, daß die beiden Granite nur Differentiationen eines und desselben Magmas und gleichzeitig entstanden seien. Der Verfasser sieht sich daher genötigt, die von CHELIUS aufgestellte und von ihm selbst angenommene Zweigliederung hier nochmals ausführlicher zu begründen.

### a) Oberflächenformen.

Im Landschaftsbilde zeigen sich recht starke Gegensätze zwischen den beiden Graniten. Der ältere bildet nicht selten auffällige Felsgruppen, von denen das Bild 1 auf Tafel 1 ein Beispiel gibt. Es sind vielfach recht stattliche Klippen, entweder auf den Höhen selbst oder an ihren Flanken. Sie zeigen deutlich plattige Absonderung und die Platten haben nicht selten mehrere Quadratmeter Oberfläche. Sie bauen klotzige Felsgebilde auf, die bis über 10 m Höhe erreichen und namentlich im südlichen Teile des Blattes Brensbach zu finden sind. Es seien hier nur die Klippen im Schmachterbusch

(siehe Bild) östlich von Bockenrod und die am Nordostende von Böllstein hervorgehoben. Durch ziemlich glatte, meist senkrecht stehende Klüfte werden die großen Felsklötze durchsetzt und zum Teil in kleinere Pfeiler aufgelöst. Die Platten sieht man in den Dörfern Unter-Ostern und Bockenrod auch in Ober-Kainsbach nicht selten als Brücken über Wassergräben auch wohl als Türschwelle und als Treppenstufen verwendet oder, senkrecht gestellt, zur Einfriedigung von Gärten. Solche Platten bedecken auch an manchen Stellen, wie z. B. südöstlich von Vierstöck die Gehänge, und in Hohlwegen treten ihre Köpfe oft hervor. Das auf Tafel 1 in Bild 2 dargestellte Südgehänge des Haufen-Stein-Berges bei Wallbach, der sich ganz vorwiegend aus älterem Flasergranit zusammensetzt, zeigt beträchtliche Steilheit im Gegensatz zu den meist weit flacher geböschten Gehängen, die sich aus dem jüngeren, feinkörnigen Granit aufbauen.

Dagegen macht sich der jüngere Granit im Gelände nur wenig bemerklich. Nur an einzelnen Stellen, wie am Holzwiesenkopfe bei Hassenroth (Tafel 2 Bild 1) finden sich am Gehänge Felsgruppen des jüngeren Granites, die aber nirgends die Höhe der Flasergranit-Felsen erreichen. Obwohl der jüngere Granit, wie man in den Steinbrüchen sieht, oft dickbankig abgesondert ist, findet man in seinem Bereiche nur selten einmal Blöcke dieses Gesteins, und an vielen Stellen kann man, besonders im Walde, weit gehen, ehe man einmal solchen Block oder auch nur ein größeres Bruchstück des in Rede stehenden Gesteins sieht.

Die Hauptverbreitungsgebiete der beiden Granitarten sind ziemlich scharf gegeneinander abgegrenzt. Im Süden des Blattes Brensbach herrscht unbedingt der ältere Flasergranit vor. Er bildet das Hauptgestein von der Schieferzone auf Blatt Erbach an bis in die Gegend südlich von Böllstein. Auch jüngerer, streifiger Granit ist in dieser Gegend nicht selten in Form von Gängen oder Lagern, die den älteren Granit meist konkordant, bisweilen aber auch diskordant durchsetzen. Da in dieser Gegend Steinbrüche fehlen und abgesehen von den Klippen und einigen Hohlwegen auch andere Aufschlüsse selten sind, so ist es an den meisten Stellen nicht möglich, beide Granite sicher gegeneinander auf der Karte abzugrenzen.

In der Gegend südlich von Böllstein und weiter nach Westen zu ist eine typische Mischgesteinszone zwischen älterem und dem hier anscheinend vorherrschenden jüngeren Granit ausgebildet. Aufschlüsse fehlen allerdings auch hier mit Ausnahme der Gegend am nördlichen Ende von Ober-Kainsbach, aber man kann hier doch an Lesesteinen, die z. B. in einer Obstbaumpflanzung südöstlich von der Ruine Schnellerts und am nordwestlichen Abhange des diese tragenden Hügels ferner in einem Wäldchen des am B der Bezeichnung Böllstein der 1:25 000-Karte liegt, die Häufigkeit von Schollen und kleineren Bruchstücken des älteren Granites im jüngeren feststellen.

Ein zweites Verbreitungsgebiet älteren Granites ist die Gegend zwischen Böllstein, Wallbach und Gumpersberg, und auch hier kann man an manchen Stellen, so z. B. in einem Hohlwege, der von der „Hohen Straße“ südlich vom Ballerts nach Birkerts und Mittel-Kinzig führt, die starke Durchdringung und Zerstückelung des älteren Granites durch den jüngeren gut verfolgen. An allen diesen Orten läßt sich beobachten, daß bald eine typische Aufschmelzung des älteren Granites stattgefunden hat, infolge deren der jüngere örtlich sehr dunkel geworden ist, bald eine solche Durchdringung des

ersteren durch den jüngeren, daß man noch deutliche Schollen des dunklen im hellen Granit wahrnehmen kann. Besonders gut lassen sich aber solche Erscheinungen in den Steinbrüchen bei Hembach, Kirchbrombach, Ober-Kainsbach, Stierbach, Kilsbach und Höllerbach feststellen, namentlich in einem Bruche nördlich von letzterem Dorfe, etwas südlich von der nach Hummetroth führenden Kreisstraße am südlichen Gehänge des nach WNW ziehenden Tälchens und in Einschnitten von Feldwegen, die nach dem „Schaaf-Hof“ und nach der „Schludroff“ führen. Das Bild 3 auf Tafel 2 gibt eine Teilansicht des Bruches südlich von der Kreisstraße nach Hummetroth und Bild 2 auf derselben Tafel eine Ansicht aus einem Steinbruche westlich von Hassenroth an der Kreisstraße nach Ober-Klingen. In letzterem Bruche werden die sich sehr scharf vom jüngeren Granit abhebenden dunklen Schollen aus einem Mischgestein von älterem Flasergranit und von Schiefer gebildet.

Aus allen diesen Aufschlüssen ergibt es sich, daß der ältere, mittelkörnige Flasergranit schon erstarrt war, als die Injektion des jüngeren erfolgte. Auch der deutliche Unterschied in der Korngröße der beiden Gesteine bezeugt deren Altersverschiedenheit. Die Decke, welche damals die jetzige Böllsteiner Höhe verhüllte, muß zur Zeit des Empordringens des jüngeren Granites doch schon stark abgetragen gewesen sein, so daß der jüngere Granit weit rascher erstarren mußte als jener und infolge davon ein wesentlich kleineres Korn annahm. Immerhin muß aber, da der jüngere Granit kein deutliches Salband an ersterem entwickelt hat, dieser letztere doch noch ziemlich warm gewesen sein.

#### b) Petrographische Beschaffenheit.

Der ältere Granit ist ein vorwiegend mittelkörniges, deutlich flaseriges Gestein, das sich aus weißen Quarz-Feldspat-Lagen zusammensetzt, die durch Lagen dunklen Glimmers voneinander getrennt werden. Sie sind meist etwa 2—5 mm dick, während die Glimmerhäute oft nur papierdünn, gelegentlich aber auch über millimeterdick sind. So machen denn viele Vorkommen dieses Flasergranites fast den Eindruck eines dunklen, verhältnismäßig grobkörnigen Schiefergesteines.

Meist aber enthält das Gestein Augen von Feldspat. Es sind dies allem Anschein nach Orthoklase, gewöhnlich Karlsbader Zwillinge, die z. B. bei Ober-Kainsbach aus dem Grus herausgelesen werden können, häufig aber auch Verwachsungen mehrerer unregelmäßig begrenzter Individuen, die anscheinend keinem bestimmten Zwillingengesetze folgen. Auf dem Längs- und dem Querbruche des Gesteines erscheinen sie oft ausgespitzt. Ihr Durchmesser steigt bis über 4 cm an.

Solche porphyrische Abarten des Flasergranites scheinen im Süden seines Verbreitungsgebietes häufiger zu sein als im Norden; sie fehlen aber auch da nicht, sind allerdings schon deshalb hier nicht so oft zu beobachten, weil nördlich von Böllstein, abgesehen von der unmittelbaren Umgebung des Dorfes, Klippen von älterem Flasergranit weit weniger verbreitet sind als in seinem Süden.

Hier kann man bisweilen, so bei Vierstöck und Bockenrod, glimmerärmere, besonders feldspatreiche Abarten finden, von fast massigem Gefüge und viel lichterem Färbung als das Hauptgestein.

In diesen hellfarbigen Abarten machen sich nicht selten Anhäufungen feiner, dunkler Glimmerschüppchen bemerklich, die man wohl als Reste von Schieferschöllchen betrachten darf.

Gelegentlich, so am Fußwege von Vierstöck nach Ober-Kainsbach und Böllstein trifft man auch abnorm glimmerreiche ganz dunkle Gesteinsformen, auf deren Quer- oder Längsbrüche man nur vereinzelt Feldspatkörner sieht, während Quarz äußerst spärlich ist.

Betrachtet man die verbreitetste Abart des Flasergranites auf dem Quer- oder Längsbrüche, besser noch auf anpolierten Schnittflächen in einer dieser Richtungen, so erkennt man, daß das Gefüge des Gesteines sich doch ganz wesentlich von dem eines echten Schichtgesteines unterscheidet. Man sieht nämlich, daß die hellen Gesteinsteile nicht auf längere Erstreckung hin durchgehen, sondern daß sie flach linsenförmige, im Durchmesser meist nicht über wenige Zentimeter haltende, durch Glimmerlagen voneinander getrennte Haufwerke sind.

Auf dem Hauptbrüche dieser Flasergranite findet man deshalb alle Übergänge von Gesteinen mit geschlossenen Glimmerhäuten zu solchen, bei denen die Glimmerblättchen nicht mehr zusammenhängende Haufwerke bilden und zwischen diesen beiden Typen stehen solche Abarten, in denen durch die Glimmerhäute an vielen Stellen Feldspatkörner oder Quarz-Feldspat-Haufwerke hindurchragen.

Auf den Hauptbruchs-Flächen kann man leicht feststellen, daß der Glimmer — der fast ausschließlich Biotit ist — Blättchen bildet, deren größter Durchmesser auf den Spaltflächen nur ganz ausnahmsweise über 5 mm beträgt. Sehr oft kann man Knickungen oder Verbiegungen der Blättchen wahrnehmen. In vielen Fällen findet sich der Glimmer nur in winzigen Schüppchen, die sich zu dichten Haufwerken zusammendrängen. Muscovit fand sich in ganz vereinzelt Blättchen nur in 7 von 44 Schlifften des älteren Granites; er stammt wohl aus aufgeschmolzenen Sedimenten her. Diese Gefüge verleihen dem älteren Granit eine höckerige durchaus unebene Beschaffenheit der Flächen bester Teilbarkeit, die sich sehr wesentlich von Schichtungsflächen sedimentärer Gesteine unterscheiden. Es ist übrigens hervorzuheben, daß sich ganz ähnliche Gefüge auch im Bereiche des westlichen Odenwaldes, besonders der Neunkircher Höhe nicht selten da finden, wo der ältere Biotitgranit sein massiges Gefüge eingebüßt hat. Es sind dies solche Gebiete, in denen er reichliches Schiefermaterial aufgeschmolzen hat.

Die Farbe des Flasergranites der Böllsteiner Höhe ist auf den Flächen bester Teilbarkeit je nach seinem Glimmerreichtum dunkelgrau bis tief-schwarz, während er aus der Entfernung von einigen Metern betrachtet, auf dem Quer- und Längsbrüche weit heller graue Tönung zeigt.

Deutliche Einschlüsse scharf abgegrenzter Schieferschollen sind selten. In der Gegend des Fuchssteines und des Hochsteines bei Ober-Kainsbach sieht man bisweilen dunkle Amphibolitschöllchen. Eigentümliche Gesteinsformen trifft man am Gehänge unterhalb der Kreisstraße Obergersprenz—Vierstöck bei km 31,4. Dort hat offenbar der Granit Amphibolitschollen umschlossen, die z.T. noch deutlich erhalten, z.T. aber sehr stark resorbiert sind, so daß dort mitten im Biotitgranit sich hornblendereiche Abarten finden. Es lassen sich hier alle denkbaren Übergänge auffinden von einem echten flaserigen Biotitgranit, der nur vereinzelt Bruchstücke von Amphibolit umschließt, bis zu einem sehr hornblendereichen dunklen Granit, in welchem die Einschlüsse des Hornblendeschiefers nur mehr undeutlich sich abheben. Diese Gesteine sind allerdings nicht anstehend zu beobachten, sondern sie sind als lose

Blöcke, die früher wohl die Mauer eines Obstgartens bildeten, aber es ist unzweifelhaft, daß dieselben dort wirklich anstehen. Ähnliches ist auch am Friedhofe von Ober-Kainsbach zu beobachten und östlich von Affhöllerbach. Wahrscheinlich würden sich analoge Verhältnisse noch öfter beobachten lassen, wenn bessere natürliche oder künstliche Aufschlüsse zur Verfügung stünden.

Der jüngere Granit ist im Gegensatze zum dunklen, älteren Granit wesentlich lichter gefärbt. Solche Lagen, die frei von Einschlüssen sind, haben hellrötliche Farbe, gleichgültig ob man sie vom Hauptbruch betrachtet oder vom Quer- oder Längsbruche aus. Sie sind weit feiner gekörnt als der ältere, flaserige Granit. Die größten Körner des jüngeren messen höchstens 5 mm; an den meisten Stellen aber bleibt ihr Durchmesser wesentlich unter diesem Werte.

Als Gemengteile des jüngeren Granites erkennt man schon mit bloßem Auge vorwiegend Feldspat und Quarz mit stark zurücktretendem Biotit. Muscovit hat nur ganz örtliche Verbreitung und kann deshalb nur als Nebengemengteil bezeichnet werden. Nur in 7 von 56, also nur in einem Achtel fand sich Muscovit in stets gegen den Biotit stark zurücktretender Menge. Man darf daher meiner Ansicht nach den jüngeren Granit keinesfalls als einen Zweiglimmergranit bezeichnen, und auch hier ist wohl der Muscovit auf die Resorption sedimentären Materiales zurückzuführen.

Schon mit bloßem Auge erkennt man die Anwesenheit meist recht spärlichen Magneteisens, dessen Körnchen meist nur als kleine Pünktchen erscheinen, in einzelnen Fällen aber auch bis über zentimetergroß werden können. Sie sind dann fast stets als deutliche Oktaeder ausgebildet.

Der jüngere Granit ist durch eine Anzahl von Steinbrüchen aufgeschlossen, in denen er als Baustein, als Schottermaterial oder zu Pflastersteinen verarbeitet wird. In diesen Brüchen kann man sehr deutlich sehen, daß der jüngere Granit fast überall reich an aufgeschmolzenen Fremdgesteinen ist, die oft noch deutlich als Schieferschollen, oft auch als älterer Flasergranit zu erkennen sind. Vergleiche Bild 2 und 3 auf Tafel 2. Der Gegensatz zwischen dem Flasergranit und dem jüngeren tritt in Bild 3 sehr klar hervor. Hier kann man auch zahlreiche kleine Brocken des älteren Granites in den geschlossenen Bänken des jüngeren erkennen, während auf Bild 4 (unten rechts) in den deutlich gebankten Lagen des jüngeren Granites nur kleine Schöllchen des älteren zu finden sind. Im Bild 2 (oben rechts) der Tafel 2 sieht man als Einschlüsse im jüngeren Granit Schollen von Schiefer, der sich durch sein abweichendes, flaseriges Gefüge deutlich gegen den eben gebankten Granit abhebt. In den Brüchen am Steinkopfe bei Langenbrombach und in denen westlich von Kirchbrombach an der Straße nach Böllstein sieht man sowohl deutlich als solche noch erkennbare schwarze, glimmerreiche Schieferschollen als auch solche Mischgesteine, in denen die Schiefer sehr stark aufgeschmolzen sind. Die gleichen Feststellungen lassen sich auch in einem großen Bruche bei Punkt 374,2 dicht südlich von der „alten Erbacher Straße“ Brensbach—Böllstein machen und in einem Steinbruch zwischen Kilsbach und jener Straße bei Punkt 308,3 der 1:25 000-Karte.

Der Gegensatz zwischen dem älteren flaserigen und dem jüngeren streifigen Granit ist so deutlich ausgeprägt, daß es dem Verfasser nicht recht verständlich ist, weshalb D. KORN beide Granite als gleichalterige Abarten eines und desselben Magmas deuten will. Er ist im Bereiche der Böllsteiner Höhe und

ihrer nordöstlichen Fortsetzung in den kristallinen Spessart fast noch deutlicher als im westlichen Odenwalde. Es ist wirklich nicht einzusehen, durch welche Vorgänge ein einheitliches Magma so gespalten worden sein soll, daß sich zwei so verschiedenartige Gesteine daraus entwickelten, wie der dunkle und der helle Böllsteiner Granit. Und gerade solche Aufschlüsse, wie der von D. KORN im September vorigen Jahres bei den Exkursionen der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft erläuterte Aufschluß nördlich von Höllerbach (Tafel 2, Bild 3 und 4) scheinen dem Verfasser ohne weiteres zu beweisen, daß es sich hier um zwei verschiedenalterige Magmen handelt. Es wäre sonst gar nicht zu verstehen, wie sich in einem und demselben kleinen Steinbruche zwei so ganz auffällig voneinander abweichende Gesteinsformen entwickelt haben könnten, von denen die eine in der anderen deutliche Gänge bildet und Schollen bzw. ganz kleine Bruchstücke der anderen umschließt. Die räumliche Trennung beider Gesteinsarten, von denen die ältere im Südteile der Böllsteiner Höhe vorwaltet, während die andere deren Norden einnimmt, und dazwischen die Mischgesteinszone zwischen Böllstein, Stierbach, Hassenroth und Ober-Klingen sind überaus deutlich gegen einander abgegrenzt.

Daß nun auch ein scharfer Gegensatz in der chemischen Zusammensetzung beider Granitarten besteht, dürfte aus dem folgenden Abschnitte wohl unzweifelhaft hervorgehen.

### c) Chemische Zusammensetzung der Böllsteiner Granite.

Es liegen folgende 4 Analysen vor, von denen 1. und 3. durch F. KUTSCHER im chemischen Laboratorium der Geologischen Landes-Anstalt, die beiden anderen in der „Chemischen Prüfungsstation für die Gewerbe“ in Darmstadt ausgeführt wurden.

1. Älterer, dunkler, flaseriger Granit ohne Einsprenglinge. Weg von Bockenrod nach dem Manganerzbergwerk.
2. „Weißer“ älterer Granit von Wallbach am Backofenberg, feldspatreich. Analytiker: ?.
3. Jüngerer, streifiger Granit. Steinbruch am Steinkopf bei Langenbrombach.
4. Jüngerer Granit, sehr reines Gestein, glimmerfrei. Steinbruch nördlich von Kilsbach bei Brensbach. Analytiker: SCHÄFFER.

#### Gewichtsprocente.

	1.	2.	3.	4.
SiO <sub>2</sub>	64,38	66,73	76,52	77,00
TiO <sub>2</sub>	—	0,32	—	0,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,09	12,23	12,33	14,08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,10	1,31	2,83	0,51
FeO	3,68	4,18	0,53	0,09
MnO	0,33	—	—	Spur
MgO	2,04	1,49	0,51	—
CaO	4,51	3,25	1,03	0,54
Na <sub>2</sub> O	0,55	6,14	0,34	2,97
K <sub>2</sub> O	3,72	2,53	4,44	4,43
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	0,22	—	—
Cl	—	—	—	Spur
CO <sub>2</sub>	—	—	—	0,10
FeS <sub>2</sub>	—	0,39	—	0,09
H <sub>2</sub> O +	} 0,82	0,62	} 1,56	0,09
H <sub>2</sub> O —		0,05		0,03
Summe	100,22	99,46	100,09	100,06

## Molekularprocente, abgekürzte Analysen, ber. auf 100.

	1.	2.	3.	4.
SiO <sub>2</sub>	70,62	72,54	83,62	83,53
TiO <sub>2</sub>	—	0,26	—	0,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,05	7,84	7,95	9,01
FeO	8,45	4,89	2,92	0,50
MgO	3,35	2,42	0,83	—
CaO	5,32	3,80	1,21	0,63
Na <sub>2</sub> O	0,59	6,49	0,36	3,13
K <sub>2</sub> O	2,62	1,76	3,11	3,09
sil	240	276	511	511
al	31	29	48,5	55
fm	40,5	27	23	3
c	17,5	13,5	7,5	4
alk	11	30,5	21	38
mg	0,28	0,33	0,22	—
k	0,81	0,21	0,90	0,49
c/fm	0,43	0,50	0,33	1,33
Schnitt	III/IV	IV	III	IV
qz	+ 96	+ 54	+ 327	+ 259

	4a.
SiO <sub>2</sub>	83,44
TiO <sub>2</sub>	0,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,21
FeO	0,08
CaO	0,63
Na <sub>2</sub> O	3,13
K <sub>2</sub> O	3,07
H <sub>2</sub> O	0,33
Summe	100,00

Zum Vergleiche werden unter 5. u. 6. zwei Analysen von Graniten des Bergsträßer Odenwaldes mitgeteilt, aus denen die nahe Verwandtschaft der Granite des westlichen und des östlichen Odenwaldes auch in chemischer Hinsicht hervorgeht:

5. Älterer massiger Biotitgranit. Auflässiger, vormalis Lippscher Steinbruch bei der Haltestelle Unter-Waldmichelbach. Ch. P. St. D. Analytikerin: Frau ROST-HOFFMANN.
6. Jüngerer, kleinkörniger Biotitgranit. Ritschweier südöstlich von Weinheim (Blatt Birkenau). Ch. P. St. D. Analytiker: JENE.

## Gewichtsprocente.

	5.	6.
SiO <sub>2</sub>	67,50	76,02
TiO <sub>2</sub>	0,52	0,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,62	13,89
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,73	0,36
FeO	1,66	0,14
MnO	0,06	—
MgO	0,82	0,35
CaO	1,83	0,95
Na <sub>2</sub> O	3,50	2,25
K <sub>2</sub> O	4,73	5,22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	—
SO <sub>3</sub>	0,05	0,09
CO <sub>2</sub>	0,26	0,25
H <sub>2</sub> O +	1,02	0,45
H <sub>2</sub> O —	0,13	0,16
Summe	99,65	100,21

## Molekularprocente.

	5.	6.
SiO <sub>2</sub>	75,46	82,91
TiO <sub>2</sub>	0,44	0,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,28	8,93
FeO	3,07	0,57
MgO	1,37	0,57
CaO	2,20	1,11
Na <sub>2</sub> O	3,80	2,39
K <sub>2</sub> O	3,38	3,61
si	313	486
al	42,5	52,5
fm	18,5	6
c	9	6,8
alk	30	35
mg	0,31	0,58
k	0,43	0,61
c/fm	0,49	1,1
Schnitt	IV	VI
qz	+ 83	+ 246

Außerdem liegen noch folgende einzelne SiO<sub>2</sub>-Bestimmungen vor, ausgeführt in der Chemischen Prüfungsstation in Darmstadt (Erläuterungen zu Blatt Brensbach von C. CHELIUS, 1. Aufl., Seite 24—26):

## a) Älterer, flaseriger Granit:

1. Granit reich an resorbiertem Amphibolit vom Friedhofe von Ober-Kainsbach SiO<sub>2</sub> = 50,79%.
2. Älterer, flaseriger Granit von Kirchbeerfurth SiO<sub>2</sub> = 59,08%.
3. Derselbe, porphyrisch mit großen Einsprenglingen SiO<sub>2</sub> = 63,27%.
4. Derselbe neben dem Amphibolit mit Hornblende SiO<sub>2</sub> = 67,71%. Belegstücke zu diesen Kieselsäurebestimmungen fanden sich nicht vor. Der hohe SiO<sub>2</sub>-Wert der Bestimmung 4 läßt vermuten, daß ein sehr quarzreicher Granit, vielleicht von pegmatitischer Beschaffenheit untersucht wurde, da doch die an resorbierter Hornblende reichen eigentlichen Granite, wie die Teilbestimmung 1 zeigt, nicht saurer, sondern viel basischer als die normalen Granite zu sein pflegen. Infolge des Fehlens der Belegstücke sind leider diese Bestimmungen wertlos.

## b) Jüngerer streifiger Granit:

1. Steinkopf bei Langenbrombach SiO<sub>2</sub> = 73,31%.
2. Böllstein SiO<sub>2</sub> = 74,18%.

Die Teilbestimmung b) 1. ist jedenfalls an einer dunkleren, an resorbiertem Schiefermaterial reichen Schliere ausgeführt, wie sie in den Brüchen am Steinkopf sehr verbreitet sind.

Von den oben mitgeteilten 4 Analysen sind die drei ersten auf Veranlassung von CHELIUS ausgeführt worden. Belegstücke fehlen. So kann man nur vermuten, daß 1 sich auf einen sehr glimmerreichen älteren Granit mit viel eingeschmolzenem Schiefermaterial bezieht, während das Gestein der Analyse 2 wohl besonders feldspatreich aber nicht sehr glimmerreich war. Vielleicht stammt das Analysenmaterial der Analyse 2 von einer in der Sammlung der G. L. A. befindlichen größeren Stufe her, die aber nur die Fundortsbezeichnung Wallbach hat. In derselben befinden sich mehrere feldspatreiche Schlieren

(vielleicht pegmatitischen Ursprunges). Als Fundpunkt des Materials der Analyse 3 wird in den Erläuterungen zu Blatt Brensbach—Böllstein, die 1897 erschienen sind, Kirchbrombach angegeben, dagegen im Notizblatt für 1891 (IV. Folge, 12. Heft) Seite 1 der Steinkopf bei Langenbrombach. Letztere Fundortsangabe dürfte wohl die richtige sein. Das zur ganzen Analyse 4 verwandte Handstück wurde aus einem zwischen Kilsbach und der „alten Erbacher Straße“ gelegenen Steinbruch entnommen. Es ist anscheinend völlig einschlußfrei und frisch.

Bei der Beurteilung der Analyse 1 fallen besonders die hohen Werte der Eisenoxyde und der Magnesia auf, die von keinem der anderen 13 analysierten Biotitgranite des Odenwaldes erreicht werden; das gleiche gilt auch vom Kalkgehalte. Dem steht ein niedriger  $\text{SiO}_2$ -Gehalt gegenüber und auch die Alkalien haben auffällig geringe Werte, besonders des Natrons, das in allen anderen Biotitgranit-Analysen mindestens dreimal so hoch ist. Auffällig hoch ist dieser dagegen in dem Granit von Wallbach (Analyse 2), bei der auch der sehr niedrige  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Wert bemerkenswert ist. Indessen verbietet es das Fehlen des Ausgangsmaterials der Analyse hier weitere Schlüsse zu ziehen.

Auch für die dritte der von CHELIUS mitgeteilten Analysen fehlt ein Belegstück. Man kann aber aus dem, was CHELIUS im Notizblatt für 1891 (IV. Folge, Heft 12) S. 1 sagt, entnehmen, daß sie sich auf den an dem dort angegebenen Orte anstehenden feinkörnigen, hellrötlichen, ebenschieferigen jüngeren Granit bezieht, und ein Vergleich mit der vom Verfasser veranlaßten Analyse 4 bestätigt dies. Das Gestein der von CHELIUS mitgeteilten Analyse scheint aber etwas quarzärmer zu sein als das Gestein der Analyse 4 und es scheint auch etwas resorbiertes Schiefermaterial enthalten zu haben, wie die höheren Gehalte an Eisen, Magnesium und Kalzium vermuten lassen.

Der rötliche Granit der Analyse 4 aus einem Steinbruche nordnordöstlich von Kilsbach, wenig unterhalb der alten Erbacher Straße ist völlig frei von Schiefermaterial und läßt im Dünnschliffe keinen Glimmer erkennen. Es ist verhältnismäßig recht frisch. Aber doch zeigt die Trübung der Feldspäte, daß sich hier Zersetzungsvorgänge abgespielt haben; die Feldspäte sind zum Teil stark getrübt durch Sericitschüppchen, und Haufwerke von Eisenhydroxyd sind wohl an Stelle der Glimmerblättchen getreten. Magnetit ist verhältnismäßig spärlich vorhanden und zwar hauptsächlich in Form verhältnismäßig großer Körner, die mehrere Millimeter im Durchmesser erreichen können. Aus der molekularprozentisch umgerechneten Analyse ergibt sich das Verhältnis der Feldspäte Orthoklas zu Albit zu Anorthit = 24,72:25,04:1,92. Der Plagioklas ist also ein saurer Oligoklasalbit. Bei der Berechnung der Analyse verbleibt ein Tonerdeüberschuß von 2,16%. Derselbe kann doch wohl nur in dem Sericit enthalten sein.

Berechnet man die Analyse 4 unter Berücksichtigung des Wassers, unter Vernachlässigung der kleinen Mengen von  $\text{CO}_2$  und  $\text{FeS}_2$ , so erhält man die unter 4a mitgeteilten Zahlen. Wenn man nun den Tonerderest, der nach Abzug der Feldspattonerde verbleibt, auf Sericit berechnet, so findet man, daß nur etwa ein Viertel des zur Muscovit-(Sericit)-Bildung benötigten Wassers vorhanden ist. Wahrscheinlich liegt hier eine viel zu niedrige Wasserbestimmung vor.

### 3. Der „Diorit“ von Rohrbach

ist, wie auf Seite 8 der Erläuterungen zur 2. Auflage des Blattes Erbach ausinandergesetzt wurde, nicht mehr als „Diorit“ zu bezeichnen, sondern als schieferiger Amphibolit, der ziemlich stark von Granit injiziert ist. Er nimmt dieselbe Stellung ein, wie mehrere andere Amphibolitschollen, die im Hornblendegranit östlich von Unter-Ostern eingeschlossen sind und von denen die beiden größten auf Blatt Erbach 1:25 000 auch dargestellt wurden.

### 4. Die „Gabbros“ der Böllsteiner Höhe

führen diesen Namen nicht mit Recht. Aber auch die ihnen früher vom Verfasser beigelegte Bezeichnung „gabbroide Lamprophyre“ ist nicht zutreffend. Wie der Verfasser im vorjährigen Hefte dieser Zeitschrift nachzuweisen versuchte, sind sie nicht als gangförmige Gesteine aufzufassen, sondern als Schollen ophitischer Diabase, die denen der Gegend von Darmstadt und Roßdorf sehr nahe stehen. Sie sind auch auf der Böllsteiner Höhe vielfach eng verbunden mit schieferigen, z. T. geröllführenden Amphiboliten, über die in den voraussichtlich im Jahre 1931 zum Druck gelangenden Erläuterungen zur 2. Auflage des Blattes Brensbach berichtet werden soll.

# Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen

im Maßstab 1 : 600 000.

Von W. SCHOTTLER.

Mit Tafel 3.

## Inhalt.

I. Einleitung	22
II. Die Bodenarten	29
III. Die Bodenformen	36
1. Die Schwarzerde (Tschernosem)	36
2. Die Humuskarbonatböden	37
3. Die braunen Waldböden (Braunerden)	40
a) Die kalkhaltigen braunen Waldböden	41
b) Die kalkfreien braunen Waldböden	43
4. Die Podsolböden (Bleicherden)	47
5. Die fossilen Laterite	63
6. Die Hoch- und Niedermoore	64
7. Die Grundwasserböden	65
8. Übersicht der hessischen Bodenformen	65
IV. Schriftenverzeichnis	67

## I. Einleitung.

Bei der 4. internationalen bodenkundlichen Konferenz zu Rom im Jahre 1924 hat die 5. Kommission für Benennung, Einteilung und Kartographie der Böden beschlossen, eine allgemeine Bodenkarte von Europa herzustellen.

Der zur Bearbeitung dieser Karte eingesetzte Unterausschuß tagte nach einer bodenkundlichen Reise durch Ungarn im August 1926 in Budapest. Bei dieser Gelegenheit wurde für die Bodenaufnahme in Deutschland eine Arbeitsgemeinschaft unter dem Vorsitz von Professor Dr. H. STREMMER in Danzig eingesetzt, deren Wirken durch Gewährung erheblicher Mittel seitens der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft überhaupt erst ermöglicht worden ist.

Als erste Frucht dieser Arbeiten erschien im Jahre 1927 eine Allgemeine Bodenkarte Europas im Maßstab 1:10 000 000 im Auftrage der 5. Kommission der internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, bearbeitet von H. STREMME, herausgegeben von der Preußischen Geologischen Landesanstalt. Eine zweite Karte im Maßstab 1:2 500 000 steht kurz vor dem Abschluß.

Diese internationalen Karten sind auf Grund der Ergebnisse der zu diesem Zweck in den einzelnen Ländern ausgeführten Aufnahmen zusammengestellt worden, mit denen sich in Hessen die Geologische Landesanstalt unter Leitung des Verfassers seit einer Reihe von Jahren abgegeben hat.<sup>1)</sup>

Obwohl wir im Lande Hessen ziemlich früh daran gegangen sind, die Entstehung der natürlichen Bodenprofile auch klimatisch nach dem in Rußland entwickelten Verfahren zu deuten, das sich in den letzten zwei Jahrzehnten langsam seinen Weg durch die südwest- und westeuropäischen Länder gebahnt hat, konnten wir doch erst zur zweiten Karte Europas im Maßstab 1:2 500 000, die dem 2. bodenkundlichen Kongreß in Rußland (1930) vorgelegt werden soll, einen Beitrag, und zwar den hier veröffentlichten, liefern.

Wir haben den Abschluß dieser Karte mit Absicht so weit als möglich hinausgeschoben, um auf ihr die Arbeitsergebnisse aller Mitglieder der Landesanstalt verwerten zu können, die schon seit einigen Jahren bei den geologischen Aufnahmen und den nebenher laufenden Beratungen für Land- und Forstwirtschaft über den Boden ihr Augenmerk ganz besonders auch auf die klimatischen Bodenformen (-typen) gerichtet haben.

Doch wäre es dem Verfasser nicht möglich gewesen, diese Arbeit richtig zu leiten ohne die Belehrungen, die ihm sein Freund STREMME und viele andere in- und ausländische Fachgenossen bei gemeinsamen Begehungen und Reisen zuteil werden ließen.

Zu besonderem Dank ist er auch Herrn STREMME für die gefällige Überlassung der Farben- und Zeichenerklärung zur Bodenkarte von Europa verpflichtet, an die sich seine eigene Darstellung eng anlehnt. Auch Herrn Dipl. Landwirt SCHLACHT in Ludwigshafen sei für die Überlassung eines Abzuges seiner Bodentypenkarte von Baden und der bayerischen Pfalz vor der Veröffentlichung auch an dieser Stelle bestens gedankt.<sup>2)</sup>

Der Maßstab 1:600 000 ist für unsere Karte deshalb gewählt worden, weil vom Hessischen Landesvermessungsamt eine für die Übertragung der Grenzlinien sehr geeignete topographische Grundlage in diesem Maßstab geliefert werden konnte.

Auf ihr sind die in Schwarzdruck wiedergegebenen Gesteinsarten mit ihren genauen Grenzen eingetragen worden, die ich aus meiner zur landwirtschaftlichen Landesausstellung zu Darmstadt im Jahre 1927 mit Zugrundelegung der topographischen Karte des Deutschen Reiches 1:100 000 geschaffenen Gesteins- und Bodenkarte von Hessen entnehmen konnte. Leider war es bis jetzt noch nicht möglich, diese Karte zu drucken. Doch ist die ihr zugrunde ge-

<sup>1)</sup> Da die bodenkundlichen Arbeiten bei uns schon immer neben den rein geologischen herliefen, brauchten besondere Gelder dafür nicht bereit gestellt zu werden. Der Verfasser konnte deshalb die ihm aus der Bewilligung der Notgemeinschaft bis jetzt zur Verfügung gestellten Mittel zu den sehr nötigen Vergleichsstudien außerhalb Hessens verwenden, was im vergangenen Sommer wegen Knappheit der Mittel leider nicht im wünschenswerten Umfange möglich war.

<sup>2)</sup> Sie ist mittlerweile von STREMME in E. BLANCK'S Handbuch der Bodenlehre, Bd. 3 (1930), S. 176 veröffentlicht worden.

legte Bodeneinteilung nebst einer beschreibenden Übersicht der Böden Hessens in unserem Notizblatt gedruckt worden (SCHOTTLER 1928), auf die ich mich in dieser Arbeit oft beziehe. Dort wolle man auch das Nähere über die bodenbildenden Gesteine nachlesen, die hier nur nebensächlich behandelt werden können.

Die genannte Karte hat selbst als Gesteinskarte, auf der die bei geologischen Karten gewohnte Darstellung der Zeitalter der Erdgeschichte vollständig durch die Angabe der aus ihnen an der Erdoberfläche noch vorhandenen Gesteine ersetzt ist, nur einen Gegenwert, der sich mit jeder neu erscheinenden Sonderkarte unseres Landes vermindern muß. Denn von den 82 Kartenblättern im Maßstab 1:25 000, auf denen das Land Hessen dargestellt ist, waren zu der Zeit als diese Karte zusammengestellt wurde, nur 33 auch in geologischer Ausgabe erschienen. Die älteren geologischen Karten, die als Ersatz dienen mußten, sind aber nicht genau genug.

Da die Übersichtskarte 1:100 000 ferner nur die bodenbildenden Gesteinsarten berücksichtigt und die in geringer Oberflächenverbreitung auftretenden Gesteine infolgedessen wegläßt, ist sie im Vergleich mit einer geologischen Karte viel einfacher.

Trotz dem verhältnismäßig kleinen Maßstab kann man aus ihr bei nur wenigen unterschiedenen Gesteinsarten eine ganze Menge von Bodenarten ablesen, die sich nach Abstammung, Körnung, Basengehalt und Untergrundsbeschaffenheit voneinander unterscheiden. Daß das nur die Hauptbodenarten sind, braucht dem Kenner nicht erst auseinandergesetzt zu werden. Ihre Zahl läßt sich natürlich auf bodenkundlich gut durchgearbeiteten Sonderkarten bedeutend vermehren. Es sei hier nur auf die vielen Farbenschildchen zur Erklärung der Bodenarten und die Bodenprofile auf den Blättern Viernheim (1906) und Seligenstadt (1922) von W. SCHOTTLER und auf den Blättern Wöllstein-Kreuznach (1926) und Bingen-Rüdesheim (1930) von W. WAGNER hingewiesen. Aber auch manche unsrer älteren Blätter, wie Darmstadt und Mörfelden (1891) von C. CHELIUS und Zwingenberg-Bensheim von G. KLEMM enthielten bereits Bodenprofile. Ein einigermaßen getreues Abbild der schillernden Mannigfaltigkeit der Bodenarten aber kann nur auf Grund eingehender bodenkundlicher Aufnahmen und Darstellung in ganz großen Maßstäben gegeben werden, vor deren Anfertigung man bei Versuchsflächen, Versuchsgemarkungen und Mustergütern nicht mehr zurückschrecken darf. Sie sind um so notwendiger, als an eine systematisch durchgeführte bodenkundliche Kartenaufnahme unseres ganzen Landes, wie sie z. B. die Vereinigten Staaten von Nordamerika vornehmen, unter gegenwärtigen Verhältnissen nicht gedacht werden kann.

Doch haben wir im Laufe der Zeit für besondere Zwecke einige Einzelaufnahmen und Arbeiten durchgeführt, die leider nur zum Teil veröffentlicht werden konnten. Es sind die folgenden:

1. KLEMM, G., Geologisch-agronomische Untersuchung des Gutes Weilerhof bei Wolfskehlen, nebst Anhang von G. Dehlinger. Mit 1 Karte im Maßstab 1:6000. Abhandlungen d. Großherzoglich Hessischen Geologischen Landesanstalt. Bd. III. Heft 1. Darmstadt 1897.
2. CHELIUS, C., Geologisch-agronomische Karte des Gutes Dippelshof bei Traisa im Maßstab 1:1000. 1898 (nicht veröffentlicht).

3. LÜDECKE, C., Die Boden- und Wasserverhältnisse der Provinz Rheinhessen, des Rheingaus und Taunus. Abhandlungen d. Großherzoglich Hessischen Geologischen Landesanstalt. Bd. III. Heft 4. Darmstadt 1899.
4. LÜDECKE, C., Die Boden- und Wasserverhältnisse des Odenwaldes und seiner Umgebung. Mit 2 Tafeln. Abhandlungen d. Großherzoglich Hessischen Geologischen Landesanstalt. Bd. IV. Heft 1. Darmstadt 1901.
5. SCHOTTLER, W., Bodenkarte des akademischen Forstgartens am Schiffenberg bei Gießen im Maßstab 1:1500. 1913 (nicht veröffentlicht).
6. SCHOTTLER, W., Bodenkarte des Staufferschen Versuchsweinbergs in den Sauäckern auf der Hochfläche südlich von Wachenheim. Maßstab 1:500. 1916 (nicht veröffentlicht).
7. SCHOTTLER, W., Bodenkarten von Versuchsfeldern der Hess. Landwirtschaftlichen Versuchsstation in Darmstadt:
  - a) Bodenkarte der Versuchsfelder im Schießgarten, Gemarkung Ernhofen. Maßstab 1:1000. 1918.
  - b) Bodenkarte des Versuchsfeldes auf dem Mühlberg, Gemarkung Ernhofen. Maßstab 1:1000. 1918.
  - c) Bodenkarte der Versuchsfelder im alten Lager, Gemarkung Ernhofen. Maßstab 1:1000. 1918.
 a), b) und c) nicht veröffentlicht.
8. SCHOTTLER, W., und SCHEU, Die Gelbsucht der Weinberge in der Provinz Rheinhessen und ihr Zusammenhang mit den Bodenverhältnissen. Nebst einer Bodenkarte der Weinbergsgemarkung von Heßloch. Maßstab 1:3000 mit 2 Tafeln. Arbeiten der Landwirtschaftskammer für Hessen. Heft Nr. 35. Darmstadt 1925.
9. SCHOTTLER, W., Bodenkarte des Waldes der Gemeinde Selters in Oberhessen im Maßstab 1:5000. 1927 (nicht veröffentlicht).
10. DIEHL, O., Gesteins- und Bodenkarte des Reviers des Forstamtes Kranichstein. 3 Karten im Maßstab 1:10 000 und 1 Blatt Bodenprofile im Maßstab 1:50, nebst Erläuterungen. 1927/28 (nicht veröffentlicht).
11. WAGNER, W., Die Bodenarten der hessischen Weinbaugebiete mit einer Karte im Maßstab 1:80 000, Darmstadt 1927.
12. ABELS, TH., Bodenkarten von Versuchssäckern Hessischer Landwirtschaftsämter: 1. Weißkirchen, Gewinn Mappenwald, Altdiluvialer Mainsand. 2. Groß-Umstadt, Gewinn Mattental, Löß. 3. Groß-Umstadt, Gewinn Winkelfeld, Löß. 4. Georgenhausen, Gewinn Steinritsch, Lößlehm. 5. Wixhausen, Gewinn am Brännchen, Flußsand. 6. Traisa, Gewinn Roter Berg, Melaphyr mit Flugsanddecke. Maßstab 1:400. 1928 (nicht veröffentlicht).
13. SCHOTTLER, W., Bodenkarte des Versuchsgutes Selgenhof bei Ulrichstein der Hessischen Landwirtschaftskammer. Maßstab 1:5000 (in Arbeit).

Solch genaue Aufnahmen sind notwendig, um zunächst die wichtigsten Bodenprofile rein der Erscheinung nach durch Ausgrabungen kennen zu lernen, genau zu beschreiben und dann ihre flächenhafte Verbreitung mit dem Bohrer

festzustellen und auf der Karte wiederzugeben. Erst wenn diese Arbeiten mit fachmännischer Gründlichkeit vorgenommen sind, kann man daran gehen, Sonderproben der einzelnen Profile und Mischproben von Flächen gleicher Bodenbeschaffenheit zu entnehmen, deren Begrenzung doch nur zufällig einmal mit den Abteilungs- oder Schlaggrenzen zusammenfällt. Diese Probeentnahme wird am besten von dem aufnehmenden, auch geologisch ausgebildeten Bodenkundler selbst ausgeführt.

Unsere Übersichtskarte ist selbstverständlich zu diesem Zwecke überhaupt nicht, die geologisch-bodenkundlichen Sonderkarten nur in der Hand eines erfahrenen Fachmannes und Kenners der Böden zu brauchen. Wird anders verfahren, so läuft man Gefahr, daß die mühsame Laboratoriumsarbeit auf Grund falsch entnommener oder falsch bezeichneter Proben ausgeführt wird und deshalb keinen wissenschaftlichen Wert hat.

Eine auf der Höhe der Zeit stehende Bodenaufnahme darf sich aber heute nicht mit der Ermittlung und Darstellung der auf der Gesteinsbeschaffenheit beruhenden Bodenarten begnügen, sie muß auch die Bodenform, wie es RAMANN genannt hat, den Bodentypus, wie die Russen sagen, berücksichtigen.

Die unter diesem Begriff zusammengefaßten Bodenveränderungen sind klimatisch bedingt. Sie betreffen nicht bloß die Krume, sondern auch den Untergrund und sind natürlich bei uns auch früher schon beobachtet worden. Ich erinnere nur an die Verlehmung des Lößes, mit der sich besonders C. CHELIUS so eingehend beschäftigt hat.

Infolgedessen wird bereits auf der ersten von CHELIUS 1886 abgeschlossenen Auflage des Blattes Roßdorf Löß und Lößlehm unterschieden. Auf der zweiten trennte dann G. KLEMM (1911) beide Gebilde, den kalkhaltigen Löß und sein kalkfreies Verwitterungserzeugnis, sorgfältig nach dem Vorbilde des Blattes Groß-Umstadt von C. CHELIUS und CH. VOGEL (1892) voneinander ab.

Die Verlehmung des kalkhaltigen Sandes der Umgegend von Darmstadt ist dagegen erst später beobachtet (SCHOTTLER 1914, 1926) worden. Sie wird nunmehr auch kartenmäßig dargestellt werden. Der erste Versuch dieser Art ist bei der Neuaufnahme des Blattes Darmstadt für die zweite Auflage von mir gemacht worden. Die kalkhaltigen Sande dieses Blattes werden eingeteilt werden in kalkreichen und in entkalkten verlehmtten älteren Sand, sowie in schwach kalkhaltigen unverlehmtten jüngeren Sand. Nach diesen Grundsätzen ist auch der Sand auf den Blättern Zwingenberg und Bensheim (2. Aufl.) von O. DIEHL behandelt worden.

Auch die infolge Durchschlämmens im Untergrund oberflächlich entkalkter Sande häufig auftretenden tonigen Schichten sind auf vielen unserer älteren Karten durch Abbohren ermittelt, aber in einen von der heute geltenden Anschauung abweichenden Sinne als alte Oberfläche gedeutet worden. G. KLEMM (1897) gibt sie bereits in seiner geologisch-agronomischen Untersuchung des Gutes Weilerhof nahe Wolfskehlen bei Darmstadt an. Sein S. 15 oben mitgeteiltes und die der Karte beigegebenen Profile 106, 93, 141, 38, 110 bedürfen nur der Umdeutung im Sinne unserer heutigen Auffassung; im übrigen ist an ihnen als an guten Beobachtungen nicht zu rütteln. Die Molkenböden auf dem oberen Buntsandstein sind vom Verfasser schon bei der Aufnahme des Blattes Sensbach (1908) als fossile Bodenbildung ausgeschieden worden.

Den Ortstein im Buntsandstein freilich lernten wir erst durch die Praktiker kennen. Herr Forstrat STRACK hat das Verdienst, ihn in seinem damaligen Revier Waldmichelbach im Odenwald zuerst entdeckt zu haben.

Auch Grundwasserabsätze, die ebenfalls hierher gehören, sind auf mehreren Blättern angegeben. Wie „Eisenschuß“ und „Wiesenkalk“ auf Blatt Mörfelden von C. CHELIUS (1890). Vor allem ist aber hier die genaue Verfolgung jener merkwürdigen sehr bodenschädlichen als „Rheinweiß“ bekannten Kalkanreicherung im Untergrund durch A. STEUER auf den Blättern Groß-Gerau (1903) und Oppenheim (1908) zu nennen.

Da unsere Flachlandsblätter schon seit langen Jahren bei der Aufnahme eng abgebohrt worden sind, geben sie mit Ausnahme der allerältesten vor allem auch eine genaue Darstellung der durch die geologische Schichtenfolge bedingten Untergrundsverhältnisse, die ich, soweit sie Undurchlässigkeit des Untergrundes bedingen, möglichst vollständig auch in die 100 000-teilige Übersichtskarte aufgenommen habe, ohne sie freilich von den durch klimatische Verhältnisse bedingten zu trennen.

Denn die Karte sollte ja eine solche der Gesteins- und Bodenarten, nicht der Bodenformen sein. Sie gibt deshalb die durch die klimatische Ausformung der Bodenarten bedingten Umänderungen nur insoweit und meist nur andeutungsweise an, als durch sie neue Schichten (Horizonte) im Untergrund entstanden sind, die von den geologisch bedingten nunmehr aber scharf unterschieden werden müssen. Wir stellen also hier das geologisch gewordene Gesteinschichtenprofil dem durch die unmittelbaren oder mittelbaren Einwirkungen des Klimas entstandenen Bodenschichtenprofil gegenüber.

Diese Unterscheidung ist grundsätzlich von großer Bedeutung. Denn im geologischen Profil kommt, wenn wir von Intrusionen und Störungen, wie Überkipnungen oder Überschiebungen, absehen, die Reihenfolge der Ablagerung dadurch zum Ausdruck, daß die älteste Schicht zuunterst, die jüngste zuoberst liegt.

Bei der Bodenbildung werden aber sehr häufig Bestandteile des Oberbodens (A) durch die Sickerwässer in Lösung oder in feiner kolloidaler Zerteilung nach unten gespült und kommen, soweit sie nicht fortgeführt werden, meist an der Grenze gegen das ursprüngliche Gestein (C) oder auch in ihm, manchmal aber auch schon im Raum A selbst zum Absatz.

Solche Bodenschichten bezeichnet man mit B und nennt sie Illuvial- oder Einspülungsschichten im Gegensatz zu dem ausgelaugten Hangenden (A), das den Namen Eluvial- oder Ausspülungsschicht trägt.

Sie sind in den Feuchtgebieten der gemäßigten Zone das Kennzeichen der Podsolierung (vgl. S. 47).

Von ihnen müssen die am Grundwasserspiegel erfolgten Ausscheidungen streng geschieden werden. Man nennt sie Gleibildungen und bezeichnet sie mit G.

Von diesen nur bei Feuchtklima entstehenden Absätzen, die bei uns die Regel bilden, müssen die unter Trockenklima gebildeten unterschieden werden. Sie verdanken, da es unter den Bedingungen des Trockenklimas keine Versickerung bis zu einem Grundwasserspiegel, sondern nur eine Durchfeuchtung bis zu gewisser Tiefe gibt, aufsteigenden Lösungen ihren Ursprung. Solche Verhältnisse kommen aber bei uns nur örtlich und zeitlich beschränkt vor.

Eine A-Schicht ist selbstverständlich stets jünger als die zugehörige C-Schicht. B- und G-Schichten dagegen sind stets jünger als die Schichten, in denen sie liegen, seien dieselben A oder C.

Ein Bodenprofil kann sich durch Änderung des Luftklimas oder Beeinflussung des Bodenklimas durch Waldabtrieb und Übergang zum Ackerbau oder zur Wiesenwirtschaft oder umgekehrt durch Aufforstung oft in kurzer Zeit stark verändern. Es kann also, abgesehen von den naturgegebenen Vorgängen, wie zum Beispiel Verlust höherer Profileile durch Abschwemmung, wodurch Bodenruinen entstehen, oder Zuwachs durch neue Ablagerungen, der bis zum vollständigen Begraben des alten Bodens gehen kann, nicht bloß durch die oben genannten mittelbaren Eingriffe des Menschen in den Wasserhaushalt, sondern auch durch unmittelbare, wie Dränung oder Grundwassersenkung Umänderungen erfahren.

Das Gesteinsprofil aber läßt sich nur durch Tiefkultur beeinflussen. Seine durch dieselbe nicht erreichbaren Schichten sind unabänderlich gegebene Größen, die in erdgeschichtlichen Zeiträumen entstanden sind.

Dahin gehören, ganz abgesehen von der durch die Gesteinsbeschaffenheit bedingten mehr oder minder großen Durchlässigkeit und dem Nährstoffkapital, auch der durch Unter- und Einlagerungen aller Art mögliche Gesteinswechsel im Untergrund.

Man muß sich hüten solche Gesteinsschichten mit Bodenschichten zu verwechseln.

So ist z. B. das Kalkmehl, das man in Rheinhessen an der Grenze des Cyrenenmergels gegen Cerithien- oder Corbicularschichten (SCHOTTLER und SCHEU 1925, S. 6, 13) häufig antrifft, etwas ganz anderes als das genau so aussehende Rheinweiß in unserem Ried (rechtes Rheinufer zwischen Neckar und Main). Ferner haben Eisenschalen im Buntsandstein und die Toneisensteinbänke im Tertiär der Gießener Gegend nichts mit der Ortsteinbildung zu tun.

Sehen wir von den fossilen Böden, dem Laterit auf dem Basalt des Vogelsberges, den Bohnerzen und Roterden auf den rheinhessischen Kalken, welche letztere auf der Karte übrigens nicht dargestellt sind, einmal ab, so sind alle anderen, praktisch überhaupt in Frage kommenden Böden verhältnismäßig jung. Ihre Bildung hat erst in der Nacheiszeit (Postglazialzeit) begonnen. Diese Vorgänge, deren Zeuge bereits der vorgeschichtliche Mensch war, sind also schon nach Jahren meßbar. Fassen wir die Hauptunterschiede des Bodenprofils gegenüber dem Gesteinsprofile, dessen Deutung Gegenstand geologischer Forschung ist, noch einmal zusammen, so ergibt sich, daß dieses eine beständige, jenes eine veränderliche, vom Klima abhängige Größe ist.

In weiten Erdräumen mit zurücktretender senkrechter Gliederung, wie in Rußland, entsprechen die Bodenformenzonen den Klimagürteln, so daß dort die Bodenkarte in großen Zügen sehr einfach ist, indem in der Richtung von Süden nach Norden Schwarzerde, Braunerde und Weiß- oder Bleicherde (Podsol) aufeinander folgen.

In Mitteleuropa aber und besonders in dem kleinen Lande Hessen weist schon das Luftklima infolge der Vielfältigkeit der Oberflächengestaltung so erhebliche Unterschiede auf, daß neben mehreren verschiedenen Bodenformen der Feuchtgebiete auch solche des Halbtrockenklimas auftreten. Die Mannigfaltigkeit wird durch die Einflüsse des Bodenklimas und die vielen Bodenarten, auf die es bei uns einwirkt, bedeutend vermehrt.

Die Darstellung der Bodenformen hat deshalb mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen. Wir haben auf unseren seitherigen Karten ihre Verbreitung noch nicht flächenhaft wiedergegeben, sondern haben nur Andeutungen durch Zeichen oder Buchstaben machen können. Doch ist in dieser Hinsicht bis jetzt kaum ein Anfang gemacht, z. B. auf dem Blatte Herbstein (SCHOTTLER 1928). Denn unsere Tätigkeit hat sich bisher hauptsächlich auf das Sammeln von Bodenprofilen beschränkt.

Angesichts dieser Tatsachen wird man aber mit Recht fragen: „Was soll uns dann die Übersichtskarte im Maßstab 1:600 000?“

Bei der Beantwortung dieser Frage möchte ich mir die Worte zu eigen machen, die H. WOLFF im Vorwort zur Allgemeinen Bodenkarte Europas gebraucht hat, der sie als Programmkarte gewertet wissen will, auf der künftige, vollkommene Darstellungen aufbauen sollen. So und nicht anders muß unsere Karte, deren Maßstab vielleicht schon zu groß ist, aufgefaßt werden. Sie soll dazu anregen, die in der Natur beobachteten Bodenformen in unser wissenschaftliches System einzuordnen, indem sie angibt, welche Bodenformen in den Verbreitungsgebieten der Hauptbodenarten erwartet werden können oder möglich sind. Wobei es dem Beobachter, soweit er nicht schon die nötige Erfahrung besitzt, überlassen bleiben muß mit Hilfe von Beschreibungen, Abbildungen, durch Vergleich mit der Bodenprofilsammlung unserer Anstalt oder Zuziehung eines Sachverständigen die richtige Bestimmung zu erzielen.

Um die Beziehungen der Bodenform zur Bodenart gut hervortreten zu lassen, sind beide auf einer Karte vereinigt.

Wir haben die Böden gemäß der Zweiteilung unserer Karte auch hier unter zwei Gesichtspunkten zu betrachten. Aus der Feststellung ihrer Beziehungen zu den Gesteinen, aus denen sie entstanden sind, wird sich wie bei den Gesteinen eine Einteilung in Arten ergeben.

Im Anschluß an sie sollen die Bodenformen besprochen werden.

## II. Die Bodenarten.

Sie sind auf der Karte in Schwarzdruck dargestellt.

Senkrechte Linien (7) bedeuten festes Gestein im Untergrund. Diese Bezeichnung hebt also die Gebiete besonders hervor, in denen das anstehende Gestein erst, nachdem es durch Verwitterung Zerkleinerung und Auflockerung erfahren hat, durch den Einzug des organischen Lebens zum land- und forstwirtschaftlich brauchbaren Boden wird. Da das aber nicht überall der Fall ist, muß hier auch mit dem Vorkommen von Stein- und Skelettböden gerechnet werden. Die lockeren Gesteine brauchen nicht erst zerkleinert zu werden. Sie gehen also leichter und rascher an ihrer Oberfläche in Böden über.

Auf diese Weise sind also die zwei Hauptgruppen der Böden, die der **festen und lockeren Gesteine** einander schärfer gegenübergestellt als auf der Gesteinskarte im Maßstab 1:100 000, bei der dieser Gegensatz nur aus der Zeichenerklärung zu ersehen ist, weil die schwarze Topographie die Einzeichnung einer solchen Strichlage unmöglich machte.

<sup>1)</sup> Letztere nennt A. STEBUTT in seinem Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde (1930), S. 29, Weichgesteine.

Hier aber ist sie gerade zu unentbehrlich, um trotz mangelnder Gebirgszeichnung das Flachland gegenüber den Gebirgsgegenden gut hervortreten zu lassen. So erkennt man auf den ersten Blick das von Randgebirgen umgebene Mainzer Becken. Hardt, Nordpfälzisches Bergland und Taunus umrahmen im Westen, Odenwald, Spessart und Vogelsberg im Osten eine aus dem rheinhessischen Hügelland, der Wetterau und Rhein-Mainebene bestehende Senke, die hier ebenso deutlich hervortritt, wie auf den Blättern Frankfurt und Stuttgart der Geologischen Karte von Deutschland im Maßstab 1:500 000 von R. LEPSIUS, der ebenfalls die Geländedarstellung fehlt.

Sie zieht man zur Betrachtung der geologischen Grundlagen der Bodenkarte am besten heran.

In Rheinhessen ist festes Gestein nur in schmalen Ausstrichen zu bemerken. Es sind geschichtete Kalke, die in die weit verbreiteten Mergel eingeschaltet sind. Dadurch kommt die Sonderstellung des rheinhessischen Hügellandes gegenüber den Senken der Rhein-Mainebene und der Wetterau, zugleich aber auch sein Gegensatz zum Taunus, der Hardt und den Nahebergen gut zum Ausdruck.

Ferner sieht man, daß die senkrechten Linien an vielen Orten durch dicht gehäufte feine Punkte ersetzt sind, die in anderen Gebieten große Flächen lückenlos bedecken. Diese Punkte (5) bedeuten ein **staubsandig** schluffiges lockeres Gestein, das sich zwischen den Fingern mühelos zerreiben läßt und im unveränderten Zustand in Wasser zerfällt ohne plastisch zu werden. Es ist der Löß.

Unser größtes zusammenhängendes Lößgebiet ist die Wetterau. Ein kleineres liegt am Nordabhang des Odenwaldes zwischen Dieburg und dem Main. Von der Wetterau zieht sich der Löß als zusammenhängendes breites Band am Taunusrand entlang durch den Rheingau bis in die Gegend von Bingen. Es ist dies zugleich die Gegend, in der er seine niedrigste Meereshöhe hat. Denn im Nahetal bei Münster unweit Bingerbrück hat er nach WAGNER (1930, S. 193) nur 85 m NN. Ein schmales, selbständiges Band von Löß zieht sich längs der Bergstraße von Heidelberg bis in die Gegend südlich von Darmstadt. Auch ein großer Teil der Provinz Rheinhessen besteht aus Löß. Doch ist die Lößdecke hier meist auf die Hochflächen beschränkt und infolge dessen nicht lückenlos. Zahlreiche Lößreste findet man im Vogelsberg. Dort trägt sogar die Gipfelhochfläche des alten Vulkans eine ausgedehnte Lößdecke. Der Löß steigt also hier bis zu 750 m in die Höhe. Außerdem bestehen auch die Talanschwemmungen des Vogelsberges fast ausschließlich aus umgelagerten Löß. Auch am Spessarttrand und im Odenwald kommen Lößreste genug vor. Sie sind nur auf dieser Karte nicht eingetragen.

Sehr wichtig, aber nur bei eingehender Untersuchung auffallend, sind die Lößmischböden. Sie sind entweder durch Auflagerung dünner Lößreste auf älterem Gestein, Basalt, Granit, Grauwacke, Buntsandstein oder durch die verbreitete Einschwemmung von Löß in den Gehängeschutt und die jungen Anschwemmungen der Flüsse und Bäche entstanden, in denen er meist sogar vorherrscht.

Da der Löß steinfrei ist und eine sehr günstige Körnung besitzt, ist er in nicht allzustark verändertem Zustand die physikalisch beste Bodenart, die wir kennen.

Da er ferner im ganzen Lande vorkommt und in allen Höhenlagen zwischen 85 und 750 m auftritt, ist er wie kein anderes Gestein geeignet, die Ergebnisse der verschiedensten klimatischen Einwirkungen an sich aufzuzeigen. Die Vergleichung seiner verschiedenartigen Bodenformen wird dadurch noch besonders fruchtbar, daß der Löß, der sich als weit gewanderter Flugstaub aus großen Höhen auf das Land herabgesenkt hat, im ursprünglichen Zustand eine so gleichmäßige Beschaffenheit gehabt haben muß, wie wir sie an keinem anderen Gestein kennen. Diese Beobachtung bezieht sich vor allem auf den Quarz, seinen vorherrschenden Gemengteil mit der stets vorwiegenden staubfeinen Korngröße (Durchmesser 0,05—0,01 mm), an der man ihn bei stärkster Umänderung des Profils und bei weitgehender Vermischung mit Böden anderer Abstammung unfehlbar wieder erkennt. Besonders bezeichnend ist ferner für ihn der hohe Gehalt an kohlensaurem Kalk im ursprünglichen Gestein. Doch tritt kalkhaltiger unveränderter Löß verhältnismäßig selten an die Oberfläche. Man trifft ihn in Rheinhessen und an der Bergstraße oft in dem der Abschwemmung stark ausgesetzten, steil geneigten Rebgebirge. Auf unserer Karte bezieht sich das Kalkkreuz (8) beim Löß nie auf die Oberschicht, deren Kalkführung sich aus den Farben der Bodenformen ergibt. Bringt man den Gehalt an  $\text{CaCO}_3$  von den Analysenergebnissen in Abzug, so bleibt für die Silikate nur wenig Ca übrig. Sein Gehalt an solchen ist, wie sich aus dem stets geringen Gesamtgehalt an Ton ergibt, nicht hoch. Die verwitterbaren Mineralien spielen also in ihm keine große Rolle.

Weit gestellte dickere Punkte (6) zeigen **sandige Böden** an. Solche mit festem (6 + 7) Untergrund, also aus Fels durch Verwitterung entstandene, finden sich als lange Streifen im Taunus zwischen Bingen und Friedberg und im Vorderen Spessart bei Alzenau. Aus dem Vergleich mit den geologischen Sonderkarten ergibt sich, daß sie aus dem **Taunusquarzit** und dem sogen. **Hahnenkammquarzit** hervorgegangen sind. Doch herrschen die Skelettböden in diesen meist steil geböschten Gebieten vor. Bei beiden Gesteinen ist der Gehalt an Quarzkieselsäure hoch. Verwitterbare Begleitminerale sind nur in geringer Menge vorhanden.

Das Hauptgebiet der Sandböden fester Gesteine ist der **Buntsandstein**, der sich von Heidelberg durch den Hinteren Odenwald und den Hinteren Spessart um den Vogelsberg derart herumzieht, daß er nur auf einer kurzen, der Wetterau zugekehrten Strecke fehlt.

Das Buntsandsteingebiet der Hardt, das im Südwesten unserer Karte erscheint, ist nicht mehr hessisch.

Die Armut der Buntsandsteinböden ist bekannt. Skelettböden und flachgründige Böden sind häufig. Aber auch die tiefgründigeren Ackerkrumen sind durchgehends sehr dürrig. Zwar gibt es in den verschiedenen Buntsandsteinstufen, die wir unterscheiden, Sandsteine von verschiedener Korngröße, die auch einen verschiedenen Gehalt an tonigem Bindemittel haben. Wenn also auch z. B. aus den feinkörnigen Sandsteinen mit tonigem Bindemittel des oberen Buntsandsteins verhältnismäßig bessere Böden entstehen, so ist doch auch bei ihnen die Körnung des Quarzes immer noch so grob und der Gehalt an tonigen Bestandteilen so gering, daß sie das Wasser nur schlecht festzuhalten vermögen. Dieser Zustand erfährt auch durch tonige Einlagerungen selten eine Verbesserung. Auch fehlt es meist an verwitterbaren Silikatminerale, die Nähr-

stoffe liefern und durch ihre tonigen Verwitterungsrückstände die Menge der Kolloide vermehren könnten.

Das häufigste dieser Mineralien ist der Kaliglimmer. Man hielt sein Kalium früher für kaum unaufschließbar (vgl. SCHOTTLER, 1908, S. 43, und 1928, S. 27) für die Pflanzen. Doch haben in Rußland angestellte Versuche gezeigt, daß Buchweizen auf einem künstlich hergestellten Gemenge von Quarz und Kaliglimmer gut gedeiht. (Nach mündlicher Mitteilung des Herrn Kollegen TIURIN in Kasan.)

Außer den durch Verwitterung aus Buntsandstein entstandenen Sandböden haben wir am Taunusrand und in der Rhein-Mainebene, bei Darmstadt und bei Mainz, noch lockere Sande, die höchstens schwach verfestigt sind. Die Sande des Gebirgsrandes sind in der Tertiärzeit, die der Ebene in den jüngsten quartären Zeiten der Erdgeschichte von den Flüssen herbeigeführt und durch die Winde an vielen Orten zu Flugsand zusammengefeht oder zu Dünen aufgehäuft worden. Manchmal sind die Flußsande durch tonige Einlagerungen im geologisch gewordenen Schichtprofil flachgründig. Meist aber sind sie, wie die Flugsande, tiefgründig.

Dazu kommt das für das Festhalten und Weiterleiten des Wassers im Gegensatz zum Löß ungünstige Korn. Trifft dies beides zusammen, so ergeben sich so schlechte Wuchsverhältnisse wie beim Buntsandstein.

Flugsand und Löß stehen also trotz ähnlicher Bildungsweise und vorhandener Übergänge in einem auffallend großen Gegensatz, der dann besonders auffällt und zu Vergleichen herausfordert, wenn beide kalkhaltig sind. Freilich ist nicht aller Flugsand wie der Löß von Hause aus kalkhaltig. Der Mainflugsand ist z. B. kalkfrei. Kalkhaltig ist dagegen der Neckarflugsand der Bergstraße und der mit Neckarsand vermengte Rheinflugsand zwischen Mainz und Bingen (nach WAGNER). Auch in den Sandgebieten beziehen sich die Kalkkreuzchen nur auf den Untergrund. Kalk in der Oberschicht geben die Farben für die Bodenformen an. Es besteht, abgesehen von der Korngröße, nur ein Unterschied zwischen ursprünglichem Löß und unverändertem kalkreichem Flugsand. Ersterer enthält den kohlsauren Kalk in senkrechten Röhren, die sich um Graswurzeln herum gebildet haben, letzterer als dünnen Überzug der Quarzkörnchen. Anreicherungen des Kalkgehaltes in Gestalt der festen Lößmännchen oder im Flugsand als leicht zerbrechlicher Beinbrech, der sich an abgestorbenen Wurzeln gebildet hat, kommen praktisch nicht in Frage. Außerdem findet sich in unserem Klima der leicht vergängliche Beinbrech nie im sonst entkalkten Sand. Wohl aber sind die Lößpuppen trotz der Auslaugung des feinverteilten Kalkes z. B. in den tieferen Teilen des Vogelsberges oft noch erhalten geblieben.

Bringt man in den Analysen den kohlsauren Kalk rechnerisch in Abzug, so hinterbleibt wie beim Löß ein nur geringer Basengehalt, für dessen Bindung nur wenig  $\text{SiO}_2$  in Anspruch zu nehmen ist. Es ergibt sich also, daß Flugsand wie Löß vorwiegend aus Quarz und wenig Silikaten bestehen, wozu, wie die Beobachtung lehrt, noch Oxyde, insbesondere Erze und Apatit, kommen. Diese Mineralien sind aber je nach der Herkunft des Staubes oder des Sandes von verschiedener Art.

Der bodenkundlich wesentlichste und für die physikalischen Eigenschaften maßgebende Unterschied beruht also einzig und allein in der Korngröße, was

man an der über den Frankenstein bei Darmstadt von Westen nach Osten ziehenden Übergangszone sehr deutlich beobachten kann.

**Lehmig-sandige Böden** lockerer Gesteine (4) kommen in Hessen nur in geringer Verbreitung in einigen Flußterrassen zwischen Mainz und Bingen vor. Die auf unserer Karte außerdem verzeichneten lehmigen Sandböden (4) sind teils aus den Graniten und kristallinischen Schiefen (dem sogenannten kristallinischen Grundgebirge) des Odenwaldes und des Spessarts, teils aus Sandsteinen hervorgegangen, die älteren Formationen angehören als der Buntsandstein.

Da die Gesteine des kristallinischen Grundgebirges außer dem unverwitterbaren Quarz meist ziemlich viel Feldspat und andere verwitterbare Mineralien enthalten, liefern sie auch bessere Böden. Denn aus den silikatischen Nichtquarzmineralien bleiben bei der Verwitterung kolloidale, den Boden bindiger machende Teilchen zurück, die die Buntsandsteinböden in diesem Maße nicht haben. Hand in Hand damit geht das Freiwerden von Pflanzennährstoffen, von Phosphorsäure aus dem Apatit und von Basen, insbesondere Kalzium, aus den verwitterbaren Silikaten. Unter den einzelnen Granitarten gibt es in dieser Hinsicht natürlich bedeutende Unterschiede. Der basenreichste ist der Hornblendegranit. Trotzdem sind alle Granitböden mehr Sand- wie Lehmböden. Sie leiden stark unter Trockenheit, die sich nicht bloß bei Flachgründigkeit, sondern auch bei der im Odenwald sehr häufig infolge tiefgehender Vergrusung auftretenden Tiefgründigkeit unangenehm bemerkbar macht. Dünne Lößdecken bedingen oft eine wesentliche Verbesserung.

Die sich bei Darmstadt an den Granit unmittelbar anschließenden Böden des Rotliegenden der Dreieicher Schwelle sind rotgefärbte Umlagerungserzeugnisse der Granitverwitterung in der älteren Permzeit. Die Zusammensetzung ihrer Sandsteine (Arkosen) aus umgelagerten Granitmineralien bedingt lehmig-sandige, denen des anstehenden Granits verwandte Böden, die aber im Gegensatz zu jenen oft nicht tiefgründig sind, weil in die Sandstein- und Geröllschichten häufig rote Lettenbänke eingeschaltet sind.

In der Wetterau ragen Rotliegendinseln aus dem Löß auf. Größere Flächen treten bei Büdingen zutage. Hier sind bei größerem Abstand vom Grundgebirge die Granitbestandteile stärker zerrieben, so daß die lehmigen Sande oft feinkörniger sind.

Während die Flugsandhülle auf dem Rotliegenden südlich vom Main eher eine Bodenverschlechterung bedeutet, ist nördlich vom Main, wo wir statt des Fluggsandes Löß haben, das Gegenteil der Fall.

Auch die Grauwacken des Schiefergebirges sind feines Zerreibsel von altem Grundgebirge. Da in ihnen der Quarz nicht so stark angereichert ist, wie in den Gesteinen der Buntsandsteinformation, haben die Böden mit denen des Rotliegenden die größere Ähnlichkeit, die noch dadurch vermehrt wird, daß auch tonig verwitternde Schieferschichten eingeschaltet sind. Außerdem kommen auch durchlässige, Steinböden erzeugende Quarzschichten in Wechselagerung mit ihnen vor.

Einen auffallenden Gegensatz zwischen Rotliegendem und Buntsandstein einerseits und den Grauwacken andererseits bildet die geologische Lagerung. Sie ist in jenen Formationen meist waagrecht, bei den im gefalteten Gebirge liegenden Grauwacken dagegen vorwiegend steil geneigt; dadurch wandert das Sinkwasser rasch in die Tiefe. Die Böden trocknen infolgedessen leicht aus.

Knetbarer, zum Ziegelbrennen brauchbarer **Lehm** als Bodenart (3) konnte nur im Lahntal und im Nahetal, sowie an der Bergstraße (Modauschuttkegel) eingetragen werden. Sie sind als Abschwemm Massen von Böden aller Art zu deuten, denen stets auch ziemlich viel verwitterter Löß, also Staubsand, aber nur wenig gröberer Quarzsand beigemischt ist. Die Kalkführung hängt von der Herkunft ab und fehlt sehr oft ganz.

Unter der Bezeichnung **tonig-lehmig** (2) erscheinen die Böden des basaltischen Vogelsberges, der Diorite, Gabbros und Diabase des Odenwaldes, also die Böden der sogenannten basischen Massengesteine, die sich von den sauren Massengesteinen, deren Hauptvertreter der Granit ist, durch das vollständige Fehlen des Quarzes und einen entsprechend höheren Gehalt an Basen, insbesondere von Kalzium, unterscheiden. Der nur in Erstarrungsgesteinen ursprüngliche Phosphorsäuregehalt ist etwa oben so hoch wie in den Graniten und geht meist nicht über 1 v. H. Da diese basischen Gesteine nur aus leicht verwitterbaren Silikaten bestehen, denn der Feldspat kommt nur als Kalnatronfeldspat vor, liefern sie schwere Böden, die nicht durch Quarzsandgehalt verdünnt sind, wie alle bis jetzt beschriebenen. Nur der nie fehlende Steingehalt und die noch unverwitterten Mineralien machen sie etwas leichter. Sie sind deshalb als tonig-lehmig (2) bezeichnet worden. Eine wichtige Rolle spielt in diesen Gesteinen das Kalzium und wohl auch als Vertreter von ihm das ebenfalls in erheblicher Menge vorkommende Magnesium.

Doch hat sich nur in den in diese Karte nicht aufgenommenen Melaphyren bei der Verwitterung aus ursprünglichen kalziumhaltigen Silikaten kohlen-saures Kalzium gebildet. Das war aber nur unter dem Trockenklima der älteren Permzeit möglich. Infolgedessen brausen viele Melaphyrböden mit Salzsäure. Bei den Böden der anderen genannten basischen Erstarrungsgesteinen ist das aber nicht der Fall. In ihnen konnte weder die tertiäre, noch die quartäre Verwitterung kohlen-saures Kalzium anreichern, obwohl es Zeiten gegeben haben muß, in denen sich sogar die Alkalien anreichern konnten, was in der Neubildung von Alkalifeldspat zum Ausdruck kommt (SCHOTTLER 1929, S. 49 ff.). Kalk scheint auch nicht in erheblichen Mengen gebildet, oder doch von den Pflanzen unverbraucht gelassen zu werden; denn die Vogelsbergwässer sind weich. Ihre Karbonathärte beträgt, wenn sie frei von fremden Zuzügen sind, nur 5 deutsche Grade. Das meiste Kalzium scheint in Verwitterungssilikaten gebunden bzw. adsorbiert zu sein. In dieser Form ist es freilich nicht so leicht löslich wie als kohlen-saures Salz. Es unterliegt aber doch jedenfalls dem Basenaustausch und hat dadurch eine große Bedeutung, die bei der Auswahl der künstlichen Düngemittel berücksichtigt zu werden verdient. Der Vogelsberger Bauer düngt zwar sein schwarzes Land nicht gern künstlich. Wenn es auch wohl sicher ist, daß Gaben von Kali und Phosphorsäure ertragsteigernd wirken, so ist doch die Frage, ob auch Kalk wirksam ist, meines Wissens noch nicht erschöpfend beantwortet. Ihre Beantwortung wäre aber wichtig, weil sich Basaltböden nach der Ansicht hervorragender Bodenforscher ganz wie gekalkte Böden verhalten. Freilich dürfen bei solchen Untersuchungen nur reine Basaltböden und nicht Mischböden mit Löß herangezogen werden.

Wegen der hohen Bedeutung, die auch das nicht an Kohlen-säure gebundene Kalzium hat, das nur in den genannten Gesteinen in wesentlichen Mengen vorkommt, ist

es auf der Karte durch ein Zeichen (9) vermerkt und als **Austauschkalzium** bezeichnet.

**Tonböden** (1) sind in Hessen verhältnismäßig selten. Erwähnenswert sind nur die kalkfreien sehr rein ausgeschlammten obermiozänen Süßwassertone der Umgegend von Gießen und die oberpliozänen östlich von der Dreieicher Schwelle. Sie können auch sandig werden oder mit Lagen weißen Sandes abwechseln. Sie sind als Umlagerungserzeugnisse älterer stark ausgelaugter und gebleichter Böden fester Gesteine der benachbarten Gebirge sehr rein, und infolgedessen arm an Nährstoffen und bestehen vorwiegend aus Aluminiumsilikaten, deren Löslichkeit in Salz- und Schwefelsäure noch nicht untersucht ist. Dazu kommt Quarzkieselsäure in stark wechselnder Menge.

Tonig ist auch der südöstlich von Gießen vorkommende **Laterit**, der seiner Herkunft von Basalt entsprechend vollständig frei von Quarzsand ist. Auch kann man ihn nur in bezug auf seine physikalischen Eigenschaften mit Einschränkung als Ton bezeichnen, chemisch ist er etwas anderes, worauf bei den Bodenformen zurückzukommen ist. (S. 63.)

**Kalkreiche Tone** (1 + 8) kommen vor allem im Tertiär (Septarienton, Cyrenenmergel) der Provinz Rheinhessen vor. Auch die Schlickablagerungen des Rheines und des alten Neckars sind als solche zu bezeichnen. Letztere begleiten einen alten aus der Gegend von Heidelberg bis zur heutigen Mainmündung sich hinziehenden Neckarlauf.

Der Neckarschlick wird im südlichen Teil des Riedes durch ein Sandgebiet vom Rheinschlick getrennt, das bei Hähnlein vom Neckar durchbrochen wurde, so daß von hier nach Norden beide Schlicke nur schwer voneinander zu trennen sind.

Der Rheinschlick wird in der Nähe des Stromes sandig. Aus dem Neckarschlick ragen nicht selten Sandinseln auf. Je nach der Mächtigkeit des Schlickes und der mehr oder minder großen Sandbeimengung entstehen alle Übergänge vom schwersten Marschboden bis zum dürftigen Sand.

Auch die auf der Karte weiß gelassene Niederung des Rheines, sein Alluvium, besteht aus kalkhaltigem Schlick, der in der Nähe des Flusses nach STEUER (1905, S. 17) in feinen lehmigen Sand übergeht, der auch in Inseln auftritt. Er ist meist 1,2—1,5 m, selten mehr als 2 m mächtig und wird von graublauem Rheinsand unterlagert.

Rheinhessen ist ferner das Hauptverbreitungsgebiet des **Kalkgesteins** (8 + 7). Es sind die Cerithien, Corbicula- und Hydrobienkalke des Tertiärs.

Ferner ist noch der Muschelkalk des Fulda—Lauterbacher Grabens und der Zechsteinkalk zwischen Buntsandstein und Grundgebirge des Spessarts, sowie zwischen Buntsandstein und Rotliegendem am Rand der Wetterau zwischen Gelnhausen und Büdingen zu erwähnen.

Soweit die Mineralböden.

Die Moore werden bei den klimatischen Bodenformen besprochen.

### III. Die Bodenformen.

Die wichtigsten der bei uns auftretenden Bodenformen sind auf der Karte in farbiger Darstellung verzeichnet.

#### 1. Die Schwarzerde (Tschernosem).

Die Schwarzerde kommt nur auf dem Löß der rheinhessischen Hochflächen in Höhenlagen von 150—200 m vor. Sie ist dort von H. STREMMER zuerst nachgewiesen und von V. HOHENSTEIN beschrieben worden.

Wir haben nur die Vorkommen von Udenheim und Sprendlingen, sowie ein kürzlich bei Gundelsheim neu entdecktes in die Karte eingetragen.<sup>1)</sup> Zweifellos wird sich die Zahl der schwarzerdigen Flächen mit der fortschreitenden Aufnahme dieses Landesteiles noch vermehren. Das wird aber nichts an der Tatsache ändern, daß die Schwarzerde nur in Resten vorkommt.

STREMMER bezeichnet die Schwarzerde von Udenheim als flachen, humusarmen Tschernosem und beschreibt das Profil in E. BLANKS Handbuch der Bodenlehre, Bd. 3, S. 264, folgendermaßen.

- A<sub>1</sub> 0,0—3,5 dm: Kaffeebrauner, humoser, kalkhaltiger Löß, braust mit Säure; Krümelig, zuunterst Tierlöcher mit gesprenkeltem Boden angefüllt.  
 A<sub>2</sub> 3,5—5,0 dm: Schwarzbraun, stark humos, etwas fest; zahlreiche Wurmkrümel; in Tierlöchern gesprenkelter Boden.  
 A<sub>3</sub> 5,0—7,0 dm: Dunkelbraun bis hellbraun gesprenkelt; weniger humos, grauweiße, feinschimmelige Kalkausscheidungen auf Krümeln und in Wurmgängen, so daß der Horizont aussieht wie „schimmelig angelaufen“; in Tierlöchern kaffeebrauner Boden.  
 A<sub>3</sub>-C 7,0—20,0 dm: Gelber Löß, fest, ungeschichtet, senkrechte fingerdicke Wurmröhren, oben auch Tierlöcher mit dunklem Humus ausgekleidet und angefüllt.  
 C 20,0—28,0 dm: Gelber Löß.

Das Profil der Schwarzerde von Sprendlingen hat neuerdings W. WAGNER an der westlichen großen Grubenwand der Schnell'schen Ziegelei genau aufgenommen. Seiner Mitteilung in den Erläuterungen zum Blatt Wöllstein—Kreuznach (1926, S. 80) entnehme ich folgendes Profil:

- A<sub>1</sub> 40 cm: Kaffeebraune bis gelbbraune, kalkfreie Schwarzerde.  
 A<sub>2</sub> 15—35 cm: Dunkelkaffeebraune, krümelige Schwarzerde. Sie hat schimmelige (auch als Pseudomyzel bezeichnete) Kalkausscheidungen. Sonst ist sie kalkfrei.  
 A<sub>3</sub> 10—12 cm: Dunkelbraun gesprenkelte, kalkreiche Schwarzerde.  
 C etwa 4,5 m: Hochgelber, kalkreicher Löß, zuoberst mit Lößkindeln, die nach der Tiefe zu immer seltener werden.

Die Schwarzerde von Sprendlingen sind durch A. SCHNELL (1928) mechanisch durch Schlämmanalysen und chemisch mit Bauschanalysen und Salzsäureauszügen genau untersucht worden.

Seine Proben 2 und 3 dürften etwa den Schichten A<sub>3</sub> und C des WAGNER'schen Profils entsprechen.

<sup>1)</sup> Die Darstellung der rheinhessischen Bodenarten und -formen auf der Karte verdanke ich Herrn Bergrat Dr. WAGNER.

Zweifellos ist unsere rheinhessische Schwarzerde wie der südrussische Tschernosem ein aus den Wurzeln von Steppengräsern unter Mitwirkung von Bodenwühlern entstandener Humusboden, dessen Bildung und Erhaltung besonders dem Kalkgehalt des Grundgesteins zu verdanken ist. Das Klima der Nacheiszeit, unter dem sie sich bei uns gebildet hat, wird wie das der heutigen pontischen Steppen ziemlich trocken und kontinental gewesen sein.

Da das rheinhessische Hügelland mit den ihm benachbarten nördlichen Teil der Oberrheinischen Tiefebene zu den niederschlagärmsten Teilen Deutschlands gehört, sind die Bedingungen für die Erhaltung der Schwarzerde günstig gewesen, obwohl die Sommer- und Wintertemperaturen jetzt nicht mehr so gegensätzlich sind wie früher. Doch haben wir in dieser Gegend sehr warme Sommer. Für das Städtchen Oppenheim a. Rh. beträgt die mittlere jährliche Niederschlagssumme der Jahre 1901—1920 508 mm, für die Stadt Mainz 525 mm. Für letztere Stadt ergibt sich für den gleichen Zeitraum das Jahresmittel der Temperatur 10,2° C, die mittlere Höchsttemperatur 24,0° C, die mittlere Mindesttemperatur — 1,0° C.<sup>1)</sup>

Nach IHNES (1911) phänologischer Karte des Frühlingsinzuges gehört die Umgegend von Mainz und die Bergstraße zur ersten Zone mit dem Frühlingsdatum 21.—24. April. Das übrige Gebiet Rheinhessens und das Ried bis zum Odenwaldrand liegt in der zweiten Zone, in der der Frühling zwischen dem 25. und 28. April einzieht.

Ferner hat das Land eine an die Steppenzeit gemahnende sogenannte pontische Flora, die von den rheinhessischen Hochflächen zwar durch die Bodenkultur meist verdrängt worden ist, aber auf dem Gau-Algesheimer Kopf und in den Sandgebieten bei Mainz und Darmstadt noch zahlreiche Vertreter hat.

## 2. Die Humuskarbonatböden.

Man findet sie vorzugsweise in den oben genannten Sandgebieten bei Mainz und Darmstadt.

Zwar ist der oft zu Dünen aufgehäufte Sand dieser beiden Gegenden tiefgründig entkalkt und verlehmt, doch ist der kalkreiche Sand des Untergrundes an vielen Stellen durch Wegblasen seiner Verwitterungsrinde wieder bloßgelegt. Trotzdem nach diesem Vorgang noch eine Überdeckung mit jüngerem schwächer kalkhaltigem und locker gelagertem Flugsand stattgefunden hat, steht der durch den Kalkgehalt verfestigte ältere Sand vielfach zutage an, weil der junge Flugsand durchaus keine zusammenhängende Decke bildet. Das Vorkommen von kalkreichem und kalkärmerem Sand ist schematisch durch die blauen Kreise angedeutet. Dieser Sand ist sehr trocken. Er kann den auf ihm wachsenden Pflanzen immer nur soviel Feuchtigkeit liefern, als vom letzten Niederschlag an seinen Körnern haften geblieben ist. Denn alles andere versinkt, da dem Sand die Kapillarkraft des ihm wesensverwandten Lößes fehlt, hier gleich in große Tiefen, weil das Grundwasser viele Meter unter der Erdoberfläche steht. Vor allem dieser Sand mit Kalkgehalt von 10—20 v. H. trägt in Meereshöhen von 100—150 m die pontisch-sarmatischen von SPILGER (1926) beschriebenen Pflanzen, die auf unbewaldeten Dünen und im Kiefernforst auftreten.

<sup>1)</sup> Die meteorologischen Angaben sind dem Anhang zum Deutschen Meteorologischen Jahrbuch — Hessen — für 1919, 1920 entnommen. Darmstadt 1926.

Genannt seien nach SPILGER *Pirola umbellata* und *chlorantha*, *Scabiosa suaveolens* und *Anemone pulsatilla*, sowie *Stipa pennata*.

Außerdem sind nach SPILGER (1926, S. 158, 162) gute Bodenweiser für kalkhaltigen unbewaldeten Sand *Alyssum montanum*, *Euphorbia gerardiana*, *Poa badensis*, für kalkhaltigen Sand unter Kiefernwald: *Anemone silvestris*, *Gentiana ciliata* und *cruciata*, *Cephalanthera rubra*, *Epipactis rubiginosa*.

In der unmittelbaren Umgebung solcher Vorkommen findet sich auf entkalktem und verlehmttem Sand die kalkfliehende Flora, von der weiter unten zu reden sein wird.

Es ist hier leider nicht möglich, sich von der ursprünglichen Bodenbeschaffenheit des kalkhaltigen Sandes ein Bild zu machen, weil Urböden nicht vorhanden sind. Denn ganz abgesehen davon, daß das Spiel des Windes eine Bodenbildung oft nicht aufkommen läßt, sind die waldfreien Dünen meist wegen geringen Ertrags aufgegebenes Kulturland. Auf den in großer Ausdehnung mit Kiefern bestockten Flächen aber wird Kahlschlagwirtschaft mit 80jährigem Umtrieb geführt. Diese Zeit reicht aber aus, um eine mehrere dm mächtige Schicht von schwarzem Bodenhumus im kalkhaltigen Sand zu erzeugen, die durch das Umroden vor der Neupflanzung vollständig zerstört und meist in den Untergrund gebracht wird. In den Bauernwäldern der Gegend kommt diese Humusbildung infolge der Streuentnahme und des Abkratzens der Moosdecke nicht in diesem Maß zustande.

Als Beispiel diene folgendes Monolithprofil unserer Sammlung von der Sandschneise bei Pfungstadt.

Bestand: Schlechte Kiefern.

A 3 dm: Schwach humoser, kalkreicher Sand.

C 7 dm: Weißer, kalkreicher, tiefgründiger Sand.

usw.

Humuskarbonatböden auf Kalkstein, sogen. Rendzina, ist in Hessen bis jetzt nicht beobachtet worden. Denn die bei den Bodenarten erwähnten und in meiner früheren Arbeit von 1928 ausführlich zusammengestellten Kalkvorkommen haben mit Ausnahme der rheinhessischen, eine sehr geringe Ausdehnung.

Aber der dort vorherrschende Weinbau erfordert eine 2—3 Spatenstich tiefe Rodung, so daß auch nur Nutzböden zu finden sind.

Die einzige Stelle, auf der in Rheinhessen auf Kalk heute noch Wald stockt, ist der schon genannte Gau-Algesheimer Kopf. Früher war es Eichenschälwald; jetzt wachsen dort Kiefern untermischt mit einzelnen Eichen und etwas Laubunterholz. Aber auch auf dem dortigen Hydrobienkalk liegt kein Humusboden, sondern eine dunkelbraune stark klebende kalkfreie Erde mit einzelnen Kalkbröckchen, die nichts mit Löß zu tun hat, sondern das Verwitterungserzeugnis des Kalkes ist.

Andere Humuskarbonatböden sind durch Humusanreicherung in kalkhaltigem feuchten Boden entstanden. Auch sie darf man nicht Schwarzerden nennen, selbst wenn sie sich aus Löß gebildet haben. Dahin gehörte das von H. SCHOPP (1913, S. 68) beschriebene und auf der Karte dargestellte Vorkommen von Eckelsheim, das W. WAGNER (1926) auch auf dem Blatt Wöllstein verfolgt hat. Er hält (S. 81) das in der Gewinn Schwarz-

erd liegende Vorkommen nicht für eine Steppenschwarzerde, sondern für eine infolge der nahen undurchlässigen Septarientonunterlage in nicht völlig entkalktem Lößlehm eingetretene anmoorige Bildung, deren Humus durch den anwesenden Kalk adsorptiv gesättigt worden ist. Was klar aus seinen Worten hervorgeht.

Ähnlicher Entstehung ist der als blauer Streifen westlich von Darmstadt in die Karte eingetragene Humuskarbonatboden zwischen Griesheim und Eschollbrücken. Über ihn gibt eines unserer Monolithprofile Auskunft:

A<sub>1</sub> 0—7 dm: Schwarzer humoser, schwach lehmiger kalkhaltiger Sand.

A<sub>2</sub> 7—9 dm: Hellgrauer schwach lehmiger kalkhaltiger Sand.

B 9—x dm: Brauner lehmiger kalkhaltiger Sand. Darunter folgt

C: Heller kalkreicher Sand.

Es handelt sich hier wahrscheinlich um ein altes durch Einwanderung von Kalk und Humus umgewandeltes ABC-Profil, wie wir es weiter unten (S. 49) kennen lernen werden. Diese Profile, wie auch die ihre Vorstufe bildenden AB-Profile (S. 49) des Darmstädter Sandes, sind hoch über dem Grundwasserspiegel durch Entkalkung von oben her entstanden. Sie haben aber später in der Nähe des alten Neckarbettes eine Umprägung erfahren, durch welche die entkalkten Oberschichten ganz oder teilweise wieder kalkführend geworden sind. Zu dem Kalke gesellt sich meist auch noch Humus.

Diese Böden mit umgeprägtem Profil bilden einen 500—1000 m breiten Streifen, der sich zwischen Eschollbrücken und Griesheim längs einem alten, ganz mit Torf ausgefüllten Neckarbett hinzieht. Das Gelände steigt gegen Osten allmählich an und zeigt von einer gewissen Höhenlage ab die bekannten weit verbreiteten, in dieser Weise nicht veränderten Sandprofile, die sich von den in Rede stehenden durch weit geringere Fruchtbarkeit unterscheiden. Denn sie bringen nur Roggen, Kartoffeln und Spargeln hervor, während hier Gemüse aller Art mit bestem Erfolg gezogen werden kann.

In den höchsten, am weitesten vom Torfgebiet entfernten Teilen dieses Streifens treten Bodenprofile auf, die sich äußerlich von den AB- und ABC-Profilen des gewöhnlichen Sandes nicht unterscheiden, sich beim Betröpfeln mit Salzsäure aber sofort als etwas anderes zu erkennen geben, indem sich ein Gehalt an fein verteiltem kohlen-sauren Kalk herausstellt, der den Raum A manchmal nur in seinem oberen Teil, manchmal aber auch ganz, einschließlich des etwa vorhandenen B, erfüllt.

Die etwas tiefer und näher am Neckarbett gelegenen Äcker sind dunkelbraun bis schwärzlich gefärbt, weil zu dem Kalk noch Humus hinzutritt.

Als Beispiel diene folgendes südlich von Eschollbrücken erbohrtes Profil:

A<sub>1</sub> 8 dm Schwarzer kalkhaltiger humoser Sand.

A<sub>2</sub> 9 dm Gelber kalkfreier Sand.

C 3 dm Weißer kalkreicher Sand.

Auch hier ist also nur ein Teil des Raumes A wieder kalkhaltig geworden. Doch kommt auch bei den humosen Böden der andere Fall, daß der ganze Raum A einschließlich B wieder Kalk aufgenommen hat, vor. Ihn zeigt auch das oben beschriebene Monolithprofil. Nie aber reicht der Humus tiefer hinab als der sekundäre Kalk.

Da es sich in allen Profilen so deutlich zeigt, daß der sekundäre Kalk von oben her eingedrungen ist, ergibt es sich als wahrscheinlich, daß er durch Überschwemmung mit kalkhaltigem Neckarwasser zugeführt worden ist. Dadurch wurde an den infolge ihrer tieferen Lage länger feucht bleibenden Stellen auch die Bildung von Neutralhumus begünstigt, der stets nur so weit reicht wie der Kalk. Die stärkste Neutralhumusbildung hat in den tief schwarzen Sanden stattgefunden, die am Ufer durch Sandabschwemmung auf den Neckarschlick entstanden sind. Sie grenzen unmittelbar an Moor- und Torfböden des Neckarbettes, die nicht nur selbst kalkfrei sind, sondern auch kalkfreies Liegendes haben, weil das Moorwasser den Kalk ausgelaugt hat.

Auf den noch nicht entkalkten Neckar- und Rheinschlickern sind auffallende Anreicherungen von Neutralhumus bis jetzt noch nicht beobachtet worden. Im Crumstädter Eichwäldchen ist die humose Schicht nach dem Befund des folgenden Profils (am 29. März 1930) nur 0,3 dm mächtig:

Ältere Eichen mit Buchenunterholz.

Bodenflora mit *Anemone nemorosa* und *ranunculoïdes*, *Arum maculatum*, *Hedera helix*, *Ranunculus ficaria*, *Mercurialis perennis*, *Corydalis cava*.

Dünne Decke von Laubstreu.

A<sub>1</sub> 0,0—0,3 dm Kalkhaltiger, schwärzlichgrauer, humoser Schlick, der in kleine eckige Stückchen zerteilt ist.

A<sub>2</sub> 0,3—2,0 dm Kalkhaltiger, grauer Schlick, der in erbsen- bis nußgroße, vielflächige Stücke zerteilt ist.

C x dm Kalkhaltiger, grauer Schlick ohne Risse.

Schließlich wäre es auch denkbar, daß sich neutrale Humusböden auch auf Basalt unter günstigem Klima fänden, nachdem sie TILL nach freundlicher mündlicher Mitteilung in Steiermark gefunden hat. Doch fehlt der Nachweis bis jetzt.

### 3. Die braunen Waldböden (Braunerden).

Die in Hessen vorkommenden braunen Waldböden oder Braunerden zeigen, ganz abgesehen von den Veränderungen, die sie infolge der Labilität der sie zusammensetzenden Molekülkomplexe überaus leicht bei der geringsten Änderung der äußeren Bedingungen erleiden, schon im unveränderten Zustand eine so verschiedenartige Beschaffenheit, daß das Trennende oft mehr ins Auge fällt als das Gemeinsame.

Das kommt daher, daß der braune Waldboden bei uns sehr verschiedenartige Gesteine überzieht, die unter nicht minder verschiedenartigen klimatischen Bedingungen stehen.

Zur Gewinnung einer klaren Übersicht ist es zunächst nötig, die braunen Waldböden der kalkhaltigen Bodenarten denen der kalkfreien gegenüberzustellen und dazwischen die an Austauschkalzium reichen als Bindeglied zu stellen.

Unter den braunen Waldböden kalkhaltiger Gesteine gibt es tonige (1 + 8). Das sind die Mergel in Rheinhessen und die mergeligen Schlicke im Ried. Ferner staubsandige (5 + 8), deren Grundgestein ausschließlich Löß ist. Dieser ist aber nur in den klimatisch begünstigten Gebieten noch kalkhaltig. Nämlich vor allem südlich der Rhein-Mainlinie in Rheinhessen und an den Rändern des Odenwaldes. Im nördlichen

Landesteil ist dagegen nur die Wetterau bis Gießen von kalkhaltigem Löß bedeckt. Dazu kommen noch die kalkreichen älteren und die etwas weniger kalkreichen jüngeren Sande (6+8) im Bereiche des alten Neckarlaufes, der sie mitgebracht und sie auch dem Rheine zugeführt hat. Da aller Flugsand des alten Neckargebietes aus den Sanden dieses Flusses ausgeblasen ist, trifft man nördlich von Darmstadt keinen kalkhaltigen Sand mehr.

Unter den braunen Waldböden kalkfreier Gesteine gibt es lehmige (3), auf den jüngsten Anschwemmungen der Lahn, der Nahe und vieler Bäche in geringer Ausdehnung, während die lehmig-sandigen (4) große Flächen im Gebirgs- und Hügelland bedecken. Zum Hügelland gehört die Dreiecker Rotliegendenschwelle, die sich aus dem Sandgebiet nördlich von Darmstadt heraushebt, und das Rotliegende im südwestlichen Rheinhessen und in der Wetterau; zum Gebirgsland das Grundgebirge des Odenwaldes und des Spessarts, sowie die Grauwacken des Taunus. Aber auch auf kalkfreiem Sand (6) ohne oder mit festem Gestein im Untergrund (6+7) (Buntsandstein) und auf vollkommen entkalktem Löß, die auf unserer Karte die Podsolfarben tragen, ist unter günstigen Umständen Braunerde in großer Ausdehnung erhalten.

Die Braunerden der kalziumreichen Bodenarten (Basalte, Diorite usw.) sind tonig-lehmig (2) und humusreich.

Die Böden der Rendzinafreien Kalke erscheinen auf unserer Karte als Braunerden. Doch handelt es sich dabei, mit Ausnahme des Gau-Algesheimer Kopfes, auf dessen Kalk merkwürdigerweise kalkfreie Braunerde liegt (vgl. S. 38), um Skelett- oder Steinböden und um gerodete Weinbergs-(Kultur-)böden

#### a) Die kalkhaltigen braunen Waldböden.

Unter den Braunerden der übrigen kalkhaltigen Bodenarten sind besonders diejenigen bemerkenswert, die sich einen gewissen Kalkgehalt bewahrt haben. Wir bezeichnen sie als kalkhaltige braune Waldböden. Diese Erscheinung kommt nur in den trockeneren Gebietsteilen vor. Sie zeigt sich am größten Teil des rheinhessischen Lößes und an dem der Bergstraße. Diese Lößböden sind deshalb nach SCHLACHTS Vorgang mit einer besonderen Farbe ausgezeichnet worden, die mit demselben Rechte auch vielen Schlickböden des Riedes zu geben wäre.

Leider sind die braunerdigen Lößböden, obwohl für Rheinhessen schon HOHENSTEIN (1920, S. 82ff.) auf sie hingewiesen hat, noch wenig untersucht. Ich habe sie bei Heppenheim a. d. Bergstraße zuerst beobachtet, O. DIEHL hat sie dann weiter nach Norden bis gegen Zwingenberg verfolgt.

Als Beispiel aus Rheinhessen sei das von HOHENSTEIN gezeichnete Profil wiedergegeben (1920, S. 83):

Lehmgrube an der Straße Mainz—Hechtsheim (Feld).

A<sub>1</sub> 3 dm Brauner bis lichtbrauner, schwach humoser, kalkhaltiger, gut gekrümelter Lehm.

A<sub>2</sub> 1 dm Hellbraun gesprenkelter, schwach humoser bis humusfreier, kalkhaltiger, gut krümeliger Lehm. Entstanden durch Vermischung von A<sub>1</sub> mit C durch Regenwürmer.

C < 30 dm Gelber, fester, kalkreicher Löß mit Lößschnecken und Lößpuppen.

In Rheinhessen steht dieser Boden ausschließlich unter dem Pfluge. An der Bergstraße ist er oft mit Buchenwald bestockt, dessen Wurzeln tief in den Untergrund eindringen. Dort habe ich am 1. Februar 1928 folgendes Profil aufgenommen:

Lößhohl abseits vom Erbacher Tal bei Heppenheim.

Bestand: Sehr gute Buchen, deren Wurzeln mehrere Meter tief in den unverlehnten Löß hineingehen. Bodenflora mit Efeu.

A<sub>1</sub> 1 dm Dunkelbrauner, humoser, kalkfreier Lehm.

A<sub>2</sub> 4 dm Hellbrauner, kalkhaltiger Lehm.

C x dm Gelber, kalkreicher Löß.

Aus dem Zusammenvorkommen dieser Art von Braunerde mit Steppenschwarzerde in Rheinhessen darf man nicht auf gleichzeitige Entstehung beider schließen. Darauf hat schon HOHENSTEIN a. a. O. hingewiesen. Eher ist es denkbar, daß an Stelle der Steppe später auf dem größten Teil der rheinhessischen Hochfläche der Laubwald getreten ist, der die Schwarzerde in Braunerde umgewandelt hat. Man könnte an lichten Eichenwald denken, wie er in Ungarn heute noch vorkommt. Wenn hier also wahrscheinlich eine zu Braunerde degradierte Schwarzerde, also eine sekundäre Schwarzerde, vorliegt, so kann an der etwas feuchteren, den Westwinden ausgesetzten Bergstraße (Bensheim hat 714 mm Regenhöhe) die Braunerde auch ein ursprünglicher, im Steppenrandgebiet gebildeter Waldboden sein.

Diese verhältnismäßig flachgründigen Böden konnten hier wie dort den Kalk im A-Teil nie ganz verlieren. Denn im Sommer, wenn auch nicht in jedem, verhalten sich diese Landesteile wie Trockengebiete. Dann steigt in dem gut wasserleitenden Löß die kalkhaltige Bodenlösung nach oben in die A-Schicht, wo der Kalk sich gewöhnlich in feiner Verteilung ausschied wie der sogenannte Schimmel oder das Pseudomyzel in der Schwarzerde.

Unter besonderen Umständen kommt es bei dieser Aufwärtsbewegung aber auch zur Ausbildung von Kalkkrusten im Untergrund, wie folgendes Profil vom 1. Februar 1928 zeigt<sup>1)</sup>:

Zwickel in Abteilung Bombach 1 des Heppenheimer Stadtwaldes.

70jährige, sehr schlechte Kiefern an einem Südhang.

A<sub>1</sub> 1 dm Schwarzer, humoser, kalkhaltiger Löß.

A<sub>2</sub> 3 dm Brauner, kalkhaltiger Löß.

B<sub>1</sub> 0,5 m Waagrechte Kalkanreicherung.

C 3,2 dm Hellgelber, kalkreicher Löß.

B<sub>2</sub> 0,3 dm Eisenrostabscheidung.

Vor dem Wald war hier ein Weinberg angelegt, dessen Boden wahrscheinlich etwa 4 dm tief gerodet worden ist. An der Grenze gegen diese gelockerte gut durchlüftete Oberschicht hat sich die Kalkbank aus der aufsteigenden Lösung nach und nach gebildet.

Diese Annahme wird auch dadurch gestützt, daß im untersten Teil des Aufschlusses eine Eisenrostabscheidung im ursprünglichen kalkreichen Löß sichtbar wird, die jedenfalls aus dem in geringer Tiefe anstehenden verwitterten Hornblendegranit aufgestiegen ist.

<sup>1)</sup> Ich habe dieses Profil durch Herrn Forstrat WAHL kennengelernt.

Die Schlicke des Riedes sind nur, wenn sie sandig sind, entkalkt. Sonst führen auch ihre Ackerkrumen in der Regel Kalk. Entweder tritt die kalkreiche C-Schicht fast unmittelbar an die Oberfläche oder sie ist von einer schwach kalkhaltigen A-Schicht bedeckt. Ein Beispiel unter Wald ist schon oben genannt worden, als Beispiel unter Feld diene ein am 12. März 1930 aufgenommenes Profil:

Schwerer Weizenboden östlich von Goddelau.

- A<sub>1</sub> 1 dm Dunkelgrauer, schwach humoser, kalkhaltiger, toniger Schlick.
- A<sub>2</sub> 3 dm Hellbrauner, kalkhaltiger, toniger Schlick.
- A<sub>3</sub> 2 dm Dunkelbrauner, kalkhaltiger, toniger Schlick.
- C<sub>1</sub> 3 dm Gelber, kalkreicher, toniger Schlick.
- C<sub>2</sub> x dm Kalkhaltiger Sand mit Roststreifen aus Grundwasser (G).

Die A-Schicht ist hier mächtiger als gewöhnlich, weil das Profil in der Nähe eines Weges aufgenommen ist, der auf einem durch das Pflügen entstandenen Ackerberg hinläuft. Auch diese vor der Einführung des Ackerbaues sicher mit Laubwald bestockten und unter ihm entstandenen Böden sind wie die oben beschriebenen nichts anderes als kalkhaltige Braunerden. Obwohl ihre C-Schichten im feuchten Zustand überaus zähe, im trockenen steinhart sind, lassen sich doch die Ackerböden wegen des Kalkgehaltes durch geeignete Behandlung in einen so guten Krümelzustand überführen, daß man im trockenen Frühjahr auf ihnen geradezu im Sande wadet.

#### b) Die kalkfreien braunen Waldböden.

Doch gibt es im Riede auch kalkfreie Braunerden auf Schlick. Sie kommen besonders auf solchen Schlickten vor, die ihren Kalkgehalt infolge der Nachbarschaft von Torfablagerungen unter dem Einfluß von durch Humusabbau kohlensäurereich gewordenen Wässern in den obersten Schichten verloren haben. Als Beispiel diene folgendes von mir am 29. März 1930 aufgenommenes Profil:

Fürstenwiese bei Eschollbrücken in der Nähe eines vertorften Neckarbettes.

Gute Wiese.

- A 0—3,5 dm Kalkfreier, brauner, schwach humoser, stellenweise gelber Schlick. Er besteht aus vieleckigen, meist mit dünnen Humushäutchen überzogenen nußgroßen Klumpen. Außerdem ist er von Regenwurmröhren, kleinen nadelstichartigen Röhrchen und großen Tierlöchern durchsetzt sowie von Spalten durchzogen. Er birgt infolgedessen ein reiches Tierleben.
- C<sub>1</sub> 3,5—5,0 dm Kalkfreier, grauer, nicht rissiger Schlick, der nur an den spärlichen Wurzelräumen etwas rostig ist. Doch reichen die Graswurzeln nicht in ihn hinein, wohl aber alte Erlenwurzeln und Wurzeln von Schachtelhalmen.
- C<sub>2</sub> 5,0—x dm Kalkreicher, gelber Schlick mit rheinweißartiger Kalkanreicherung an der Oberfläche, die hier wahrscheinlich aus oben ausgelaugtem Kalk entstanden ist.

Überhaupt sind infolge des auch außerhalb des Rheinüberschwemmungsgebietes hohen Grundwasserstandes im Ried zahlreiche Naturwiesen vorhanden. Sie, wie auch der Laubwald könnten ohne es bei dem trockenen Klima nicht be-

stehen. Infolgedessen ist auch die überaus artenreiche Flora, die SEKRETAN beschrieben hat, durchaus nicht die der Steppe, wenn auch Steppenrelikte wie z. B. *Iris spuria* vorkommen. Durch den hohen Kalkgehalt des Bodens wird besonders in den höheren Lagen das Gedeihen der Hülsenfrüchtler begünstigt, die bis zu 75 v. H. des Gesamtpflanzenbestandes ausmachen können. Die Hälfte aller in Hessen bekannten Leguminosenarten kommt hier vor (S. 37). Dazu kommen noch die kalkliebenden Enziane (*Gentiana ciliata* und *cruciata*).

In der Wetterau, wo die Niederschlagshöhe schon etwas größer ist als in Rheinhessen und im Ried, Friedberg hat im 20jährigen Jahresmittel 621 mm, sind kalkhaltige Braunerden auf dem im Untergrund stets kalkreichen Löß nicht beobachtet. Nach den vorliegenden Beobachtungen ist vielmehr stets eine zwar kalkfreie, aber mit Ausnahme des vom Pflug bewegten Teiles ganz gleichmäßig gefärbte A-Schicht vorhanden. Als Beispiel diene ein Monolithprofil unserer Anstalt:

Lehmgrube an der Straße von Friedberg nach Bad-Nauheim.

Weizenboden.

A<sub>1</sub> 0—1,5 dm Graugelber, etwas humoser, kalkfreier Lehm.

A<sub>2</sub> 1,5—4,5 dm Hellbrauner, kalkfreier Lehm.

C 4,5—x dm Unveränderter hellgelber, kalkreicher Löß.

Die Kalkflora des Mainzer Beckens hat auch auf dem Löß der Wetterau ihre Vertreter. Die auffallendsten wildwachsenden sind: *Ononis spinosa*, *Coronilla varia*, *Salvia pratensis*, *Pastinaca sativa*, *Falcaria vulgaris*, *Euphorbia cyparissias*, *Eryngium campestre*. Dazu kommen die angebauten bzw. verwilderten Arten: *Medicago sativa* (Luzerne = ewiger Klee) und *Onobrychis viciaefolia* (Esparsette = türkischer Klee).<sup>1)</sup>

Die Braunerden der genannten feinkörnigen (tonigen und schluffigen) Bodenarten sind bei dem günstigen niederschlagsarmen Klima, unter dem sie liegen, besonders bei Gegenwart von Kalk, sehr beständig.

Die Braunerden der Sande sind dagegen wenig beständig, auch die kalkhaltigen unter dem günstigen Klima des nördlichen Oberrheintales.

Am beständigsten ist noch die Braunerde des hellbraunen, meist schwach kalkhaltigen jüngeren Flugsandes bei Darmstadt.

Freilich läßt er nie eine deutliche Trennung in A und C erkennen; höchstens ist eine ganz flache Entkalkung eingetreten. Vielleicht ist aber auch der jüngere Sand nichts anders, wie ein durch den Wind umgelagerter Boden, nämlich der A-Schicht des älteren, der Bestandteile der C-Schichten in geringem Grade beigemischt sind.

Beim älteren Darmstädter Sand fällt vor allem der scharfe schon wiederholt beschriebene (SCHOTTLER 1914, 1926, 1928) Gegensatz zwischen der rotbraunen oft über 2 m mächtigen schwach lehmigen, kalkfreien A-Schicht und der sehr kalkreichen C-Schicht auf, welche letztere, wie schon oben S. 38 gezeigt worden ist, auch beständig neben A als Boden auftritt. Dieser entkalkte Sand trägt auch eine ganz andere Flora, wie der kalkhaltige. SPILGER (1926) nennt als Bodenweiser für das freie Land (S. 158): die *Scleranthus*-arten, *Potentilla argentea*, *Jasione montana*, für den Kiefernwald (S. 162):

<sup>1)</sup> Herrn Oberstudienrat Prof. Dr. SPILGER in Darmstadt bin ich für die Durchsicht und Ergänzung meiner Pflanzenlisten zu ganz besonderem Dank verpflichtet.

*Calluna vulgaris*, *Teucrium scorodina*, *Sarothamnus vulgaris*, *Pteris aquilina*, *Aira flexuosa*.

Der Gegensatz der Bodenflora der beiden auch verschiedenen Bodenformen bildenden Sandarten ist also so groß und so scharf wie nur möglich. Der Kalkgehalt des trockenen und harten Untergrundes, der auch alle Baumwurzeln mit Ausnahme derjenigen der Kiefer abweist, ist also, selbst wenn die Verlehmung nicht besonders tief geht, in diesem Falle wirkungslos, was auch daraus hervorgeht, daß man auf den Äckern dieses Bodens, die nur Kartoffeln und Roggen tragen, an Klee bloß *Trifolium incarnatum* bauen kann. Vielleicht können aber doch die Laubhölzer, insbesondere die Buche, die mit ihren Wurzeln bis dicht an C herangeht, solange im Frühjahr noch Feuchtigkeit genug da ist, den Kalkgehalt des Untergrundes ausnützen. Falls ihr nicht die geringen Kalziumgehalte der verwitterbaren Mineralien der A-Schicht genügen. Weil die Kapillarkraft selbst beim verlehmtten Sande gering ist, kann die Kalklösung in den Trockenzeiten nicht in die Höhe steigen, selbst an Baumwurzeln nicht oder vorsichtiger ausgedrückt, der etwa an ihnen ausgeschiedene Kalk kann sich in A nicht halten. In der Tat findet sich die Beinbrech (Osteokoll) genannte Kalkanreicherung, in der oft die alten Wurzeln noch stecken, nur in C.

In den oben auch genannten alluvialen Lehmen ist es in der Regel nicht zur Ausbildung eines ausgesprochenen Bodenprofils gekommen, weil sie junge, z. T. noch in der Bildung begriffene Ablagerungen sind.

Das äußere Kennzeichen der echten Braunerde auf Löß, Lehm und Sand ist also die gleichmäßige durch Eisenhydroxyd und Humus hervorgebrachte Färbung der A-Schicht, in der keinerlei Umlagerung zu erkennen ist. Auch ist aus ihr nichts außer dem Kalk in die Tiefe gewandert. Die bei der Verwitterung (Verlehmung oder Verbraunung) entstandenen Neubildungen sind an Ort und Stelle geblieben. Bei der Umwandlung der verwitterbaren Silikate in leichter lösliche und bewegliche Komplexe hat also lediglich eine Umgruppierung stattgefunden.

Unter den Braunerden der Bodenarten mit hohem Gehalt an Austauschkalzium ist für uns in Hessen die bemerkenswerteste die des Basalts, weil der ganze Vogelsberg aus ihm besteht.

Wenn sie auch keine eigentliche Kalkflora tragen, so haben sie doch manche Pflanzen der Bodenflora mit Kalkgebieten gemeinsam. Am auffallendsten ist das ausdauernde Bingelkraut, *Mercurialis perennis*, das ich zuerst im Vogelsberg für eine Pflanze steiniger Böden hielt, bis ich es dann auf dem Diabas der Ludwigshöhe, dem Gabbro des Frankensteins und schließlich auf kalkreichem Neckarschlick fand.

Außer dem Bingelkraut findet man auf Basalt unter Buchen noch häufig *Dentaria bulbifera*, *Asarum Europaeum*, *Lunaria rediviva* und *Aconitum lycocotum*. Dazu kommt die bekannte Buchenbegleitflora mit *Oxalis acetosella*, *Anemone nemorosa*, *Asperula odorata*, *Aspidium filix mas*, *Athyrium filix femina*, *Phegopteris dryopteris* und *polypodioides*, sowie *Luzula albida*. Die großen Farne (*Aspidium* und *Athyrium*) treten im Oberwald ebenso wie das Himbeerkraut und an einzelnen Stellen *Lunaria rediviva* in dichten, den Boden vollkommen bedeckenden Reinbeständen auf (BAADER 1928, S. 466). Von den oben (S. 44) genannten Kalkpflanzen der Wetterau kommt nur *Medicago sativa* öfters und *Ononis spinosa* hier und da vor. Ob das Austauschkalzium

diesen Pflanzen den kohlelsauren Kalk nicht ersetzen kann, muß unentschieden bleiben, weil auch das kältere Klima die Ursache ihres Fehlens sein kann, worauf mich Herr Dr. SPILGER aufmerksam gemacht hat. Auch *Euphorbia cyparissias* geht aus der Wetterau nicht in den Vogelsberg hinauf. Ebenso wenig *Eryngium compestre* (SPILGER 1903).

Der Vogelsberg war wohl von jeher ein Laubholzgebiet, in dem zwar die Buche stets vorherrschte, der aber früher andere Laubhölzer in größerer Anzahl beigemischt waren als heute. Die Eiche ist freilich dem höheren Vogelsberg wohl stets fremd gewesen, weil sie nach BAADER (1928, S. 467) in 400 m ihre natürliche Höhengrenze findet. Dagegen kommen Bergahorn und Esche auch jetzt noch überall vor, während Linde, Ulme, Elsbeere und sogar Vogelbeere und Vogelkirsche selten geworden sind.

Der Basalt kommt in Meereshöhen von 150—780 m vor und unterliegt deshalb heute wie seit dem Ende der Tertiärzeit den verschiedensten klimatischen Bedingungen, die sich aber von denen der Tertiärzeit grundlegend unterscheiden. In der Tertiärzeit sind deshalb aus ihm ganz andere Böden entstanden, unter denen der später (S. 63) zu besprechende Laterit der wichtigste ist.

In der Folgezeit aber hat sich ausschließlich Braunerde gebildet. Sie unterscheidet sich chemisch, d. h. nach den Ergebnissen der Bauschanalysen, nur wenig vom Ausgangsgestein. Der Gegensatz von Gestein und Boden kommt erst in den salz- und schwefelsäurelöslichen Anteilen zum Ausdruck. Der hohe Basenvorrat macht die Basaltbraunerde zu einem überaus fruchtbaren Boden, der gegen jede nachteilige Einwirkung gepuffert ist und sich im Kampf mit jeder klimatischen Ungunst, der natürlichen wie der durch menschliche Maßnahmen, wie Waldabtrieb und dergleichen, hervorgerufenen, siegreich behauptet, ohne zu entarten. Deshalb gedeiht auch der Laubwald so gut auf ihm. Seine Bestände sind auch stets leicht neu zu gründen, weil die Bodenkraft der Rohhumusbildung entgegenwirkt. Über die Bodenfärbung täuscht man sich wegen der fast nie fehlenden Lößbeimengung leicht. Die humose Krume der aus den bei weitem vorwiegenden basischen feldspatarmen Basalten hervorgegangenen Braunerden ist schokoladenfarbig. Beim Abschlämmen ergibt sich fast stets zwischen 0,05—0,01 mm eine Beimengung von eckigem Lößquarz, der den ganzen Anteil hellbraun färbt. Auch die Teilchen unter 0,01 zeigen diese Färbung. Aber auch in den gröberen Anteilen sind die durch Verwitterung hellgrauen Basaltkörnern und unverwitterten Mineralien ohne weiteres wegen der fast stets vorhandenen hellbraunen Gelüberzüge oft nicht zu erkennen.

Von den Braunerden der quarzföhrnden Bodenarten stehen die der Granite einschließlich der übrigen quarzhaltigen Gesteine des kristallinen Grundgebirges und der Quarzporphyre zu denen der basischen Massengesteine trotz mancher gemeinsamer Züge in einem bemerkenswerten Gegensatz. Besonders die Hornblendegranite zeigen ähnlich wie die Diorite und oft auch die Basalte eine tiefgehende Zersatzbildung. Der Basaltzersatz ist vordiluvial, d. h. jungtertiär, weil der Vogelsberg in der älteren Tertiärzeit noch nicht bestand. A. STEUER (1929, S. 30, 32) nimmt sicher mit Recht auch für die Vergrusung des Diorits und des Hornblendegranits die Tertiärzeit in Anspruch. Der Hornblendegranitgrus, den man dicht bei Darmstadt in mehreren Gruben gut beobachten kann, ist aber sehr stark von braunem Eisenhydroxyd durchtränkt, so daß der Gedanke nahe liegt, der alte Grus sei erst nach Abtragung

des tertiären, vielleicht lateritischen Bodens in Braunerde umgewandelt worden. Das muß, weil der ebenfalls braunerdig verwitterte ältere Sand darauf liegt, in einer Zwischeneiszeit geschehen sein, in der ebenso wie in der Nacheiszeit die klimatischen Vorbedingungen für die Braunerdebildung anscheinend mehrmals gegeben waren. Weitere Umbildungen scheint die Hornblendegranitbraunerde, auch da, wo sie unbedeckt von Flugsand oder Löß ist, nicht erlitten zu haben, wenigstens bei Darmstadt nicht. Ihr ziemlich hoher Ca-Gehalt und das ziemlich trockene Darmstädter Klima schützen sie. Anders kann es im Vorderen Odenwald, besonders in den hochgelegenen Gebieten mit schon beträchtlichen Niederschlägen sein, besonders wenn dort saure Granite mit geringerem Basengehalt auftreten. Doch sind darüber weder im Vorderen Odenwald noch im Vorderen Spessart Beobachtungen gemacht worden. Jedenfalls wirkt auch der in beiden Gebirgstteilen vorherrschende Laubwald bodenerhaltend.

Auch die basenreichen lehmigen bis tonigen Sandböden des Rotliegenden, das unter günstigeren klimatischen Verhältnissen ebenfalls mit Laubwald bestockt ist, sind zur Braunerde zu rechnen, deren namensgebende Farbe allerdings durch das stark rotfärbende Eisenoxyd des Grundgesteins überönt wird.

Die im Taunus zumeist auf außerhessischem Gebiet liegenden Grauwackeböden müssen hier mangels genügender Kenntnis unbesprochen bleiben.

#### 4. Die Podsolböden (Bleicherden).

Sämtliche bis jetzt besprochenen Bodenformen haben ein sogenanntes A-C-Profil, d. h. über dem Grundgestein liegt nur eine Bodenschicht, an der man allerdings, wie wir gesehen haben, je nach der Humusführung und der Verteilung des Kalkgehaltes noch untergeordnete Schichtglieder unterscheiden kann.

Wenn auch die Schwarzerde bei uns durch die lange Benutzung oft oberflächlich entkalkt und an Humus verarmt ist, so hat sie sich doch, da Wald auf ihr wahrscheinlich noch nie hochgekommen ist, unter den Bedingungen der Kultursteppe, d. h. des Ackerbauklimas, gut gehalten. Selbst von ihrem Kalkgehalt hat sie nicht viel verloren. Denn sie ist, wie STEBUTT (1929) sagt, konservativ und enthält die drei chemischen, durch die Verwitterung des Gesteinsilikate frei gewordenen Hauptkomplexe des Bodens: Kieselsäure ( $\text{SiO}_2$ ), Sesquioxyde ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) und die Basen ( $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ) in ziemlich fester Bindung.

Bei den Braunerden ist das anders. Ihre Komplexe liegen lose nebeneinander, d. h. sie setzen ihrer Trennung um so weniger Widerstand entgegen, je geringer der Basengehalt des Grundgesteins ist. Deshalb stehen die Braunerden mit kohlenurem Kalk der konservativen Schwarzerde noch recht nahe. Ähnlich ist es mit denen der basischen Massengesteine wegen ihres hohen Gehaltes an Austauschkalzium.

Die übrigen Braunerden dagegen haben eine labile Zusammensetzung und neigen deshalb zur Entartung (Destruktion). Ihr unterliegen auch die Böden sehr leicht, deren vorherrschende Base das an Kohlensäure gebundene Kalzium ist, wenn sie dasselbe durch Auslaugung verloren haben. Das gilt vom Löß ebenso wie vom kalkhaltigen Sand. Bei den basischen Massengesteinen sind die Verhältnisse aber ganz anders. Ihr Kalzium steht den Pflanzen lange nicht so

leicht zur Verfügung wie das der genannten Bodenarten. Es schützt den Boden dafür aber auch im mitteleuropäischen Klima gegen jede Entartung. Um die Entartung in ihren Anfängen kennen zu lernen, ist in Hessen nichts geeigneter als der Darmstädter Sand.

Selbst im jüngeren Flugsand, der noch seinen geringen Kalkgehalt hat, zeigen sich, durch das im Vergleich mit dem Löß grobe Korn begünstigt, oft die Anfänge der Entartung. Man bemerkt bei aufmerksamer Betrachtung oft eine Art von Marmorierung, die durch dunkle und helle Flecken hervorgerufen ist. Die dunklen Stellen rühren von Wurzelhumus und Gelen her, die hellen sind Stellen, an denen die Quarzkörner durch innere Podsolierung freigelegt sind.

Auch im älteren entkalkten, zu Braunerde verlehmtten Sand sieht man ähnliches. Dazu kommen noch andere Erscheinungen, die man im kalkhaltigen Löß nie bemerkt, selbst wenn der Kalk nur noch im Untergrund vorhanden ist. Während in der A-Schicht des verlehmtten Lößes das Eisen stets noch gleichmäßig verteilt ist und ihr eine einheitliche Färbung verleiht, ist dieselbe im A-Teil der Sandprofile fast stets durch schmale, zackige Eisenoxydhydratbänder gestört, von denen oft ziemlich viele übereinander liegen. Sie gehen aber nie in das kalkhaltige Grundgestein (C). TH. JOSEF hat beobachtet, daß sie von kalkreichen Buckeln im Untergrund sogar abgestoßen werden. Die Eisenrostschnüre biegen über ihnen nach oben aus, gehen aber in die sehr häufigen Taschen, die wie Zapfen aus A in C hineinragen, tief hinein, meist allerdings als waagrechte Linien (im Profil), manchmal aber auch als Einstülpungen, deren Querschnitte nahezu als Kreise erscheinen. TIURIN erklärt nach mündlicher Mitteilung diese Erscheinung so, daß sich die abwärts wandernden Gele durch Austrocknen abgeschieden haben. Sie dringen so tief in die Taschen hinein, weil dort mehr Feuchtigkeit ist, die durch Baumlöcher oder sonstige Vertiefungen der Oberfläche, in denen sich das Wasser sammeln konnte, besseren Zutritt erhielt.

Folgendes von TH. JOSEF im Jahre 1929 aufgenommene Profil gibt die geschilderten Verhältnisse genau wieder<sup>1)</sup>:

Eberstädter Gemeindewald, Klingsackertanne, Abteilung 9.

Schlangen × Wilbrandschneise. Ebene Lage.

Kiefernbaumholz mit vereinzelt unterständigen Eichen und Buchen. Alter der Kiefern 102 Jahre, Höhe 23 m. 3. Bonität. — Dichter Bodenüberzug mit *Calluna vulgaris* (30 v. H.), *Aira flexuosa* (30 v. H.) und üppigen Moosen (*Hypnum Schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum scoparium*). Dazwischen stehen Büsche von *Sarothamnus scoparia*, *Populus tremula* und Brombeere (*Rubus*) 10 v. H.

A<sub>0</sub> 0—2 cm Auflagehumus, schwarz, faserig.

A<sub>1</sub> 2—10 cm Lehmiger Sand, hellgelb mit schwärzlichen humosen Teilen und vielen Würzelchen.

A<sub>2</sub> 10—25 cm Lehmiger Sand hellgelb-rötlich mit Eisenrostflecken.

Im trockenen Zustand sehr hart.

<sup>1)</sup> Das Profil, für dessen Überlassung ich Herrn Forstassessor JOSEF bestens danke, ist seiner noch nicht veröffentlichten Arbeit über den Kiefernwald auf dem Darmstädter Sand entnommen.

- A<sub>3</sub> 25—60 cm Lehmiger Sand mit einzelnen größeren Geröllen bis 1 cm Durchmesser, dunkelrotbraun, hellbraun gefleckt (getigert).  
 A<sub>4</sub> 60—75 cm Lehmiger Sand, hellbräunlich, sonst wie vorher.  
 A<sub>5</sub> 75—86 cm Lehmiger Sand, hellbräunlich mit Rostschnüren, sonst wie vorher.  
 A<sub>6</sub> 86—190 cm Lehmiger Sand, gelblich hellbräunlich, dunkelbraun gefleckt mit einigen schwarzen Flecken. Rostschnüre bei 100, 115, 125, 126, 140 und 150 cm Tiefe.  
 C 190—200 cm Kalkreicher Sand, grauweiß mit Beinbrech.

Wie diese Art der Gelwanderung erst möglich wird, nachdem der Kalk aus A vollkommen entfernt ist, so müssen sich die Gele auch stets über dem Kalk wieder abscheiden. Sie dringen nie in ihn hinein. Wenn wirklich einmal Eisenroststreifen in C auftreten, handelt es sich um Abscheidungen aus dem Grundwasser. Das konnte man in einer Sandgrube am Böllenfalltor bei Darmstadt sehr schön sehen, in deren Nähe eine feuchte Rinne liegt, deren Sand im A-Teil entkalkt und amoorig, im C-Teil nach dem Ergebnis einer Bohrung noch unverändert ist. In der genannten Sandgrube waren außer den Roststreifen auch noch Manganoxydflecken als Grundwasser- oder Gleibildungen (G) zu sehen.

Seltener durchziehen statt der Schnüre braune lehmig-sandige Bänder die A-Schicht. Sie wurden am Josefsweg zum Frankenstein hinauf 2—4 cm dick in fünfmaligem Wechsel mit gelbem Sand beobachtet und zeigen, daß nicht bloß Eisenhydroxyd, sondern auch Tonerdekieselsäuregele von oben nach unten wandern. Der letztgenannte Fall ihrer Erscheinung ist aber eine Ausnahme. In der Regel sammeln sich die Gele über der kalkreichen C-Schicht und bilden eine mehr oder weniger mächtige B-Schicht aus sandig-tonigem, braunrotem Lehm, die sich allen Unregelmäßigkeiten der Grenze anschmiegt. Sie wird von der Bevölkerung als *Brandletten* oder *Brandlehm*, manchmal auch als *Kummer* bezeichnet. Humushaltig ist sie nicht. Der darüber liegende Sand ist stets deutlich gebleicht. Im Wald trägt er meist eine Rohhumusauflage mit *Calluna vulgaris*. Ob sie aber Ursache oder Wirkung dieser Podsolierung ist, steht noch nicht fest. An den Gehängen des Frankensteins, an denen sich der Sand hoch hinaufzieht, kommt häufig die Heide dicht neben Efeu vor. Die Ursache liegt darin, daß an den erstgenannten Stellen A die Oberfläche bildet, während an den letztgenannten C durch Abspülung freigelegt ist.

Ein Monolithprofil unserer Anstalt vom Westabhang des Frankensteins bei der Hüttenhäuschenbuche zeigt diese Art der Podsolierung sehr schön.

Geringwertiger lichter Mischwald mit *Calluna vulgaris*.

A<sub>0</sub> 0,2 dm Rohhumusauflage.

A<sub>1</sub> 0,2—1 dm Grauweißer, schwach humoser, kalkfreier Sand.

A<sub>2</sub> 1—6 dm Blaßgelblichweißer, kalkfreier Sand.

B 6—9 dm Rotbrauner, eisenschüssiger, lehmig-toniger, kalkfreier Sand.

C 9—10 dm Gelblichweißer, kalkreicher Sand.

Im Bergstraßenteil der Ebene sind im allgemeinen nur die oben beschriebenen Anfänge der Podsolierung zu beobachten. Dagegen tritt sie bei tiefstehendem Grundwasser in der Nähe des Neckarbettes und des Rheines wieder

sehr deutlich auf. Sie findet sich z. B. im sogenannten Eichwäldchen südlich von Griesheim, östlich von den S. 39 beschriebenen, durch Neuaufnahme von kohlenurem Kalk umgeprägten Profilen und in den noch höher über dem Grundwasserspiegel gelegenen Sanden bei Wolfskehlen und Crumstadt. Dort treten außer der B-Schicht auch noch Eisenrostschüre auf. An den letztgenannten Stellen liegt gegenwärtig Feld mit vorwiegenden Zwetschenbäumen, deren Gedeihen vom Vorhandensein der undurchlässigen B-Schicht abhängt, die den Sand zum „schwitzenden“ macht. In den höheren Teilen von C hat sich der Kalk an Wurzeln als nie waagrecht liegender Beinbrech angesammelt, während die in den tieferen Teilen der Aufschlüsse manchmal auftretende Kalkbank als Grundwasserabsatz (Rheinweiß) zu deuten ist. Wo die B-Schicht in Taschen tief hinabreicht, kommt ihr das Rheinweiß sehr nahe. Dann finden sich in ihr sogar Manganflecken.

Wenn wir annehmen, daß die Podsolierung durch die Feuchtigkeit bedingt ist, so kann man sich für das bewaldete Westgehänge des Frankensteins wohl zufrieden geben. Für die Sande im Neckar- und Rheingebiet, von denen man vor allen Dingen auch nicht weiß, wie lange sie schon unter dem Pfluge stehen, können nur die in dieser Gegend allerdings sehr häufigen Nebel für die vermehrte Feuchtigkeit in Anspruch genommen werden.

Infolgedessen sind von dem braunerdigen kalkhaltigen Sand noch Podsolgebiete abzutrennen, von denen nur das am Frankenstein auf der Karte angedeutet ist.

Der kalkhaltige Sand erscheint also in drei sehr verschiedenen Bodenformen: 1. Als Humuskarbonatboden, 2. als Braunerde, 3. als Podsolboden.

Mit dem Aufhören des kalkhaltigen Sandes nördlich von Darmstadt beginnen im Gebiet des von Natur kalkfreien Mainsandes ganz andere Verhältnisse, die durch das Fehlen des Kalkes, vielleicht auch durch den geringeren Gehalt an verwitterbaren Mineralien und das gröbere Korn des Sandes bedingt sind. Sie erfahren nur bei mangelnder Tiefgründigkeit durch fremde Unterlagen (kalkhaltige Corbiculatone und Corbiculakalke, kalkfreie Pliozäntone, manchmal kalkhaltige Diluvialtone) eine Änderung.

Unter geschontem Mischwald, wie z. B. im Frankfurter Stadtwald und im Abtwald bei Stockstadt a. Main findet sich auch hier eine lichte Braunerde und zwar nicht bloß im flachgründigen, sondern auch im tiefgründigen Sand, so daß man bei Frankfurt sogar auf Dünen gute Althölzer und mehrere dm Bodenumus beobachtet. Wo aber, wie auf dem weitaas größten Teil der Fläche Kieferwald ohne Laubunterholz stockt und Streunutzung herrscht, ist Podsolierung eingetreten. Bei den flachgründigen Böden sind die aus A ausgewaschenen Stoffe von dem als Filter dienenden Untergrund aufgefangen worden. Sie machen ihn eisenrostig. Fehlt aber eine solche Unterlage, so wird das Podsolprofil sehr mächtig. Der Auslaugungsraum kann 1—2 m messen. In der Tiefe aber bildet sich niemals etwas wie Brandletten. Es werden nur Eisenrostbänder als B-Schichten abgelagert, die von G-(Glei-)Schichten aber dadurch zu unterscheiden sind, daß unter ihnen keine Bleichung stattgefunden hat. Die Russen bezeichnen deshalb auch die Gleibildung im Gegensatz zur regelrechten als umgekehrte Podsolierung.

Ortstein ist in diesem klimatisch günstigen Gebiete nie beobachtet worden, dessen mittlere jährliche Niederschlagshöhe für den östlichen Teil 6—700 mm

beträgt. Langen hat z. B. 688 mm, Seligenstadt 653 mm, während Groß-Gerau 554 mm und Offenbach 569 mm haben. In letztgenannter Stadt beträgt das Jahresmittel der Temperatur 9,7°.

Es ist hier auch mehrfach beobachtet worden, daß podsolierte Sande bis zu einem gewissen Grade wieder in Braunerde zurückverwandelt worden sind.

Das zeigt ein im Frankfurter Stadtwald an der Wand einer Mainkiesgrube, bei der langen Schneise, entnommenes Monolithprofil unserer Sammlung.

#### Mischwald.

- A<sub>1</sub> 0—2 dm Kalkfreier, humoser Sand.
- A<sub>2</sub> 2—5 dm Brauner, kalkfreier, schwach lehmiger Sand.
- A<sub>3</sub> 5—9 dm Weißer, kalkfreier Sand mit Geröllen.
- B 9—x dm Rostfarbiger, kalkfreier Sand mit Geröllen.
- C x dm Hellgelber, kalkfreier Sand mit Geröllen.

Das ursprüngliche Podsolprofil ist noch in den Schichten A<sub>3</sub>—B zu erkennen. A<sub>1</sub> und A<sub>2</sub> gehören der neu aufgeprägten Braunerde an. Daß die Auslaugung bei der Ausbildung des ursprünglichen Profils sehr kräftig gewesen sein muß, geht daraus hervor, daß auch in C die für den unveränderten Mainkiessand bezeichnenden Kalkgerölle fehlen. Unter welchen Verhältnissen sich das Podsolprofil, gebildet hat, ist unbekannt, jedenfalls nicht unter Laubwald, denn durch denselben ist ja die Braunerdebildung aufs neue wieder hervorgerufen worden.

Auch in den Wäldern des Forstamtes Seligenstadt sind solche Profilverbesserungen durch Buchenunterbau unter Kiefern durch KÖTTGEN und seine Schüler festgestellt worden. Die einmal gebildeten B-Schichten freilich sind in all diesen Fällen geblieben.

Zur Beobachtung des Ganges der Podsolierung in mittelschweren Böden eignet sich besonders der Löß. Seine Bodenformen in den klimatisch begünstigsten Gebieten Hessens haben wir bereits S. 36, 41, 44 besprochen. Wir hatten dabei zunächst die Landschaften mit weniger als 600 mm Niederschlag im Auge. Doch scheint die Lößbraunerde auch bei 600—700 mm Regen noch beständig zu sein. Wenigstens ist es am Nordabfall des Odenwaldes und in der Wetterau bis in die Gegend von Salzhausen und Büdingen so. Die in diesen Gebieten noch herrschenden günstigen Wärmeverhältnisse ergeben sich auch daraus, daß bei Groß-Umstadt und bei Büdingen noch Weinbau getrieben wird. In dem Gürtel zwischen 600 und 700 mm Regenhöhe liegen aber auch die Vogelsbergorte Grünberg, Homberg a. d. Ohm und Alsfeld. Sie haben niedrigere Temperaturen als die eben genannten Gegenden, so daß man annehmen kann, daß für den Löß schon Podsolklima herrscht.

Leider fehlen mir für diese Gegenden alle Unterlagen. Gleichwohl kann man als sicher annehmen, daß die Entkalkung ihrer Löße schon ziemlich weit geht, wenn sie nicht wie gewöhnlich im Vogelsberg vollständig ist.

Ehe wir uns dem kalkfreien Löß des Vogelsberges zuwenden, sei noch hervorgehoben, daß auch unter dem Rhein Hessischen Klima die Entkalkung dünner Lößdecken auf durchlässiger kalkfreier, aus unterpliozänen Sanden bestehender Unterlage von W. WAGNER nach gefl. mündlicher Mitteilung beobachtet worden ist.

Der Wetterauer Löß geht nicht bloß gegen den Vogelsberg, sondern auch gegen den Taunus hin in entkalkten über, so daß die geologische Karte, die

den Löß nur als Gestein (dlö) darstellt, in diesem Fall bodenkundlich nicht erschöpfend ist.

Vom Taunusrand liegt bis jetzt allerdings nur die eine Beobachtung vor, daß die dünne Lößdecke des Hardtwaldes bei Homburg vor der Höhe vollständig entkalkt ist.<sup>1)</sup>

Über den Gang der Entkalkung gegen den Vogelsberg hin sind wir besser unterrichtet. Sie ist z. B. schon auf dem Löß in ebener Lage des Harbwaldes bei Nidda (170 m NN) vollständig, obwohl die Unterlage meist aus undurchlässigem Laterit besteht. An den Gehängen bei Ulfa sind wenigstens die Lößmännchen noch erhalten, die man im hohen Vogelsberg auch nicht mehr findet. Genauere Untersuchungen sind auf die Anregung des Herrn verstorbenen Staatsrates Dr. WEBER in dessen Revier Konradsdorf bei Büdingen vorgenommen worden. Sie sind noch nicht abgeschlossen. Doch seien einige vorläufige Mitteilungen gegeben.

Der Übergang von dem im Untergrund noch kalkhaltigen, braunerdigen Löß zum vollständig kalkfreien vollzieht sich im Niddertal gegen den Vogelsberg hin bei Selters.

Einige Profile sollen das erläutern:

Einschlag 14 südlich vom Selterser Wäldchen; aufgenommen, gemeinsam mit STREMMER und SCHLACHT, am 18. April 1928. Ganz sanftgeneigter Nordwesthang. 170 m NN. Feldbaumgrasgarten mit Luzerne (*Medicago sativa*).

A<sub>1</sub> 2—2,2 dm Graubrauner, kalkhaltiger, schwach humoser Schluff, stark durchwurzelt.

A<sub>2</sub> Übergang zu C 1,5 dm Etwas hellerer, kalkhaltiger, schwach humoser Schluff, schwächer durchwurzelt mit Regenwurmrohren.

C<sub>1</sub> 3 dm Gelbbrauner, feinblättriger, kalkreicher Löß mit Lößpuppen. Er hat Rost und Humusflecken, Regenwurmrohren und stichartige Hohlräume.

C<sub>2</sub> 1 dm Durch Buntsandsteinbeimengung rötliches Band.

Während also im Feld der Kalk noch im Untergrund vorhanden ist und z. T. auch noch die Krume beeinflusst, ist das im benachbarten Wäldchen schon anders. An seinen Gehängen kommt kalkhaltiger Löß anscheinend nur noch in einigen von der Auslaugung verschont gebliebenen Linsen im Untergrund vor.

Das Profil einer solchen Stelle zeigt:

Einschlag 1 im südlichen Teil des Selterser Wäldchens, aufgenommen gemeinsam mit H. STREMMER 18. April 1928. Südosthang mit Gefälle 1:6. 180 m NN. 60jährige Buchen. 1. Bonität.

#### Profil.

A<sub>0</sub> Buchen- und Eichenlaubstreu. Kein Unterwuchs, wenig Bodenflora.

A<sub>1</sub> 0,2—0,3 dm Dunkelgrauer, magerer Ka-freier Schluff, feinschichtig bis blättrig mit kleinen Steinchen. Von feinen Wurzeln durchzogen.

<sup>1)</sup> Ich habe diesen Wald unter Führung von Herrn Forststrat THUN kennengelernt.

A<sub>2</sub> 3,2—3,4 dm Hellbräunlichgrauer, magrer, kalkfreier Schluff, schwach humos mit großen und kleinen Steinen. Feinschichtig. Stärke der Schichten 1—2 mm. In ihm kräftige Zubringer- und Nebenwurzeln.

B 6 dm Rötlich bräunlicher, schokoladenbraun gefleckter, tonreicher, kalkfreier Schluff, der sich ausrollen läßt. Er ist von unregelmäßigen Schwundrissen durchzogen und enthält Warm- und Wurzelröhren, die mit Humus ausgekleidet sind.

C x dm Graugelber Ka-haltiger Löß. Enthält Humus auf Klüften und mit Humus ausgekleidete Wurzelröhren, die durch Kalkausscheidungen getüpfelt sind.

Hier hat also trotz des Kalkes im Untergrund eine gewisse Durchschlammung toniger Teilchen und Ausbildung einer schwachen B-Schicht stattgefunden. Die Erscheinung wird deutlicher und nimmt größeren Umfang an, wo der Löß völlig entkalkt ist und der Buntsandstein des Untergrundes seinen Einfluß geltend macht. Das zeigt das Profil von der Höhe des Selterser Wäldchens (Hardt).

Einschlag 4 oben auf der Hardt, aufgenommen gemeinsam mit H. STREMMER am 18. April 1928. Hochfläche mit Gefälle 1:100. 235 m NN. Früher Eichenschälwald, jetzt 33jährige Kiefern.

A<sub>0</sub> 0,1—0,2 dm Rohhumus.

A<sub>1</sub> 5 dm Schwach blättriger, fahlfarbener, etwas krümeliger, stark durchwurzelter, hellgraubrauner Schluff.

B<sub>1</sub> 2 dm Stark toniger Schluff. Weißgrau mit Eisenrostflecken. Senkrechte abgerundete Prismen bildend.

B<sub>2</sub> x dm Feinkörniger Sandstein, hellrötlich, gelbflechtig.

Hier hat sich also unter mildem, trockenem Luftklima, aber weniger günstigem Bestandsklima auf nicht widerstandsfähigem Untergrund Molkenboden gebildet, dessen B-Schicht in entkalktem Löß und in nährstoffarmen Buntsandstein liegt.

Im übrigen hauptsächlich auf dem rechten Nidderufer gelegenen Untersuchungsgebiet hat sich der Löß selbst bei ansehnlicher Mächtigkeit in fast allen Einschlügen als kalkfrei erwiesen, und nur selten ist einmal ein Lößkindchen gefunden worden. Trotzdem ist er meist wenig verändert. Er erscheint sehr oft als eine helle Braunerde, zu deren Erhaltung die geringen Niederschläge und der Laubwald wesentlich beigetragen haben. So fehlt bei Einschlag 17, Grubenberg 18 bei 14,5 dm entkalktem Löß auf bräunlich roten tonigen Basaltabschwemmassen jede Gliederung.

Manchmal ist der untere Teil von A etwas dunkler als der obere wie bei Einschlag 32 in Rammertswald 7, oder es ist außerdem unmittelbar unter der Streudecke eine leichte Vergraugung von höchstens 1 dm zu bemerken. Von einer Anreicherungszone kann aber in keinem dieser beiden Fälle die Rede sein. Sie sind mit dem zu vergleichen, was A. FRH. VON KRÜDENER bei MÜNICHSDORFER 1929 abgebildet und S. 98 als degradierte Braunerde und degradierte Braunerde mit dem Podsolband beschrieben hat.

In der erstgenannten Bodenform „hat noch keine merkliche Rohhumusbildung vom absorptiv ungesättigtem Humus oder Humussolwirkung ein-

gesetzt. Im zweiten ist der Humus bereits aus dem potentiellen inaktiven Zustand in den aktuellen aggressiven als Humussol übergegangen“.

Obwohl nach dem Augenschein auch in diesen mildesten Fällen der Entartung eine Verlagerung innerhalb des Profils stattgefunden haben muß, ist von einer Ausfällungsschicht (B) hier nichts zu bemerken. „Der degradierte Podsolbandbraunerdetyp kann noch als resersibel angesehen und durch oberflächliche Bodenlockerung wieder in die degradierte Braunerde spurlos zurückgeführt werden.“

In diesem Teil des Konradsdorfer Reviere stehen wir auf stets von Wald bedecktem Boden. Das Gebiet von Dreyersch 5, östlich von Bellmuth, ist dagegen um 1000—1200 n. Chr. gerodet worden. Nur das sogenannte Laufersfeldchen ist bis heute Feld geblieben. Das übrige dagegen ist seit 140 Jahren wieder Wald. Zum Vergleich sind an diesen zwei benachbarten Stellen Einschläge gemacht worden, die folgendes zeigten.

#### Einschlag 1 in Dreyersch 5.

Eichen mit Buchenunterbau.

- A<sub>1</sub> 0,5 dm Schwach humoser Lößlehm.
- A<sub>2</sub> 1,5 dm Ausgebleichter Lößlehm.
- B 13 dm Dunkler Lößlehm mit braunen Flecken.
- usw.

#### Einschlag 42 im Laufers Feldchen.

- A<sub>1</sub> 2 dm Heller Lößlehm.
- A<sub>2</sub> 2,5 dm Dunkelbrauner Lößlehm.
- B<sub>1</sub> 7 dm Dunkelgefleckter Lößlehm mit Nußstruktur.
- B<sub>2</sub> 4 dm Hellgefleckter Lößlehm.

Basalt.

Es scheint, daß das Ackerbodenprofil durch die Wiederbewaldung nur insofern eine Veränderung erfahren hat, als in A eine stärkere Ausbleichung eingesetzt hat.

Ferner sind zwei Profile von benachbarten Stellen mit jedenfalls viel entschiedeneren Befeuchtungsgegensätzen aufgenommen und genauer untersucht worden. Sie stammen beide aus dem Sparrwald nordwestlich von Bobenhausen.

#### Einschlag 28. Sparrwald 33.

Hochfläche südlich vom Forsthaus Finkenloch, 250 m NN.

Buchen 2.—1. Güte.

- A 1 dm Schwach humoser Lößlehm (chemisch untersucht).
- B<sub>1</sub> 4 dm Lößlehm (chemisch untersucht).
- B<sub>2</sub> 3 dm Lößlehm mit Rostspritzern.
- C > 12 dm Lößlehm (Probe für die chemische Untersuchung aus dem tiefsten Teil des Aufschlusses).

#### Einschlag 29, Sparrwald 32b Gerstengrund. Geneigte alluviale Rinne. 550 m südsüdwestlich von Einschlag 28.

Früher Wiese, jetzt Fichten im Übergang zu Laubholz.

- A<sub>1</sub> 0,5 dm Schwach humoser Lößlehm.
- A<sub>2</sub> 5 dm Hellgelber, sandiger Lößlehm.

$A_3 = 2$  dm Vermischung von A und B. A ist auch senkrecht in Schwindrissen in B eingedrungen.

B = 1,5 dm Schwärzliche, zähe Masse.

C = x Dunkelgelber Lößlehm.

Die im Profil Einschlag 28 ausgeführten Bauschanalysen zeigen für A und C eine auffallend gute Übereinstimmung. So 78,55 v. H.  $SiO_2$  in A, 77,56 in C. Weil aber A 2,03 v. H. Humus enthält, wird sich durch Abrechnen desselben  $SiO_2$  ein wenig vermehren. Außerdem enthält A das Eisen vorwiegend in Oxydulform. Die Tonerdegehalte stimmen gut überein (in A 8,76, in C 9,23),  $B_1$  dagegen hat nur 70,84 v. H.  $SiO_2$ , bei 11,75 v. H.  $Al_2O_3$  und 4,2 v. H.  $Fe_2O_3$ . Eine geringe Anreicherung von  $Al_2O_3$  ist in dieser Schicht also unverkennbar.  $B_2$  ist leider nicht untersucht worden. Die Basen- und Phosphorsäuregehalte in allen drei Schichten treten in den im Löß gewohnten geringen Mengen und in gleichmäßiger Verteilung auf. Also hat wohl eine gewisse Umlagerung im Profil, aber keine Auslaugung stattgefunden.

Die Menge des in  $H_2SO_4$  Unlöslichen beträgt in A 73,00, in  $B_1$  57,38, in C 70,69 v. H. Hieraus ergibt sich klar, daß in B die Verwitterungserzeugnisse am stärksten angereichert sind. Die Bauschanalysen des Rückstandes der Schwefelsäurebehandlung, der natürlich bei  $B_1$  am geringsten ist mit 57,38 v. H. gegen 73,00 in A und 70,69 in C, haben für die drei Profilteile so ziemlich dieselbe  $SiO_2$ -Menge: 92,09 in A, 92,48 in B, 92,65 v. H. in C, Ca jedesmal nur in Spuren, Alkalien aber in ganz ansehnlichen Mengen: 2,03, 2,49 und 2,80 v. H. ergeben.

Vom Gerstengrund liegen vorläufig nur Bauschanalysen vor.  $A_2$  hat 79,34 v. H.  $SiO_2$ ; B 70,21; C 74,24. Die Tonerde ist in B mit 12,03 gegen 8,03 in  $A_2$  und 11,79 in C nicht in solcher Menge vorhanden als man nach der zähen Beschaffenheit dieser Schicht erwarten möchte. Auch sonst ist die chemische Übereinstimmung zwischen A, B und C ziemlich groß. Doch enthält B mit 1,26 v. H. mehr Humus und auch mehr Wasser als A und C.

Sicher ist der Quarz in  $A_1$  durch Auswanderung toniger Bestandteile nach B angereichert.

Hier liegt also ein wohl durch die stärkere Befeuchtung in der lange mit Wiese bedeckten Mulde entstandenes Podsolprofil vor.

In einer Höhenlage von etwa 300 m zeigen sich aber an der hohen Straße nordöstlich von Schwickartshausen schon Molkenbodenprofile auf ebener Fläche. Zum Beispiel:

#### Einschlag 37. Gebrannter Kopf 12 (300 m).

Schlechtes in Fichten umgewandeltes Laubholz.

$A_1$  1,5 dm Grauer, schwach humoser Lößlehm.

$A_2$  2,5 dm Weißer, sandiger, unten rostfleckiger Lößlehm.

B > 14 dm Gelbbrauner Lößlehm mit senkrechten Streifen, auf denen  $A_2$  eingedrungen ist.

Die B-Schicht ist hier zwar auffallend mächtig, aber bei weitem nicht so fest wie in anderen gleich zu besprechenden Fällen.

Sehr auffallend war das folgende Profil:

Einschlag 34. Nauheimer Schlag, Abt. 15.

Bestand: Buchen- und Eichenaltholz 2. Güte, dessen Wurzeln 7—8 dm tief gehen. 300 m NN.

A<sub>1</sub> 0,5 dm Grauer, schwach humoser Lößlehm.

A<sub>2</sub> 2,5 dm Hellgelber Lößlehm.

A<sub>3</sub> 2,5 dm Übergang von A<sub>2</sub> in B, in dem beide mit zackiger Grenzfläche aneinanderstoßen und sich oft zapfenartig durchdringen.

A<sub>4</sub> 7,5 dm Rotbrauner, zäher Lößlehm mit Wurzelbahnen, die mit weißem sandigem Lößlehm ausgefüllt und mit Eisenrost eingeraht sind.

B > 4 dm Rotbrauner, zäher Lößlehm.

Hier ist zwar die im ganzen Gebiet fast die Regel bildende Verdichtung des Lößes im Untergrund vorhanden, dazu kommt aber eine innere, örtlich auf die Wurzelbahnen beschränkte Podsolierung.

Gut ausgebildete Molkenbodenprofile sind jetzt schon im Schwemmlöß und dem stark mit Löß durchsetzten Gehängeschutt vieler Wiesentäler des Vogelsberges nachgewiesen, und zwar nicht bloß in den höheren Lagen wie z. B. im Ohgrund bei Engelrod, sondern auch in den weit hinabreichenden Teilen des Westgehänges. Es scheint, daß abgesehen von der natürlichen Durchfeuchtung durch Quellwässer auch die künstliche Bewässerung viel zu dieser Umwandlung des Profils beigetragen hat.

So ausgesprochene Molkenbodenprofile wie auf dem Löß über Buntsandstein des Selterser Wäldchens (S. 53) finden sich im Löß über Basalt nur in dem höheren Teil des Vogelsberges.

Als Beispiel diene ein von mir entnommenes Monolithprofil:

Neidhardtstrain nördlich von Altenschlirf im östlichen Vogelsberg.

Stark verheidete Hutweide. 460 m NN. 963 mm Niederschlag (Herbststein).

A<sub>1</sub> 0—1 dm Schwach humoser, sandiger Lößlehm.

A<sub>2</sub> 1—4,5 dm Weißer, sandig-lehmiger Lößlehm.

B 4,5—10 dm Rotbrauner, toniger Lößlehm mit Eisenkonkretionen. Basalt.

Ein anderes ähnliches Molkenbodenprofil habe ich im nördlichen hohen Vogelsberg durch Herrn Forstrat JOCHEM im Revier des Forstamtes Stordorf kennen gelernt und am 4. September 1926 aufgenommen.

Einschlag 2 in Röderwald 2 nördlich von der Diebschneise.

Verangerte mißratene Eichenanpflanzung, früher Hutweide. 535 m NN Regenhöhe.

A<sub>1</sub> 2,6 dm Hellgrauer, humoser Lößlehm.

A<sub>2</sub> 0,2—0,3 dm Dunkelgraues, stark humoses Band.

A<sub>3</sub> 1,5 dm Weißer, sandiger Lößlehm mit Roststreifen.

B<sub>1</sub> 4,5 dm Brauner, stark eisenschüssiger, toniger Lößlehm.

C x dm Gelblichgrauer Lößlehm mit einzelnen Roststreifen.

Nach diesen Erfahrungen hatte ich erwartet, daß auf den Lößflächen, die im hohen Vogelsberg den Basalt in großer Ausdehnung bedecken, wo die Summe der jährlichen Niederschläge über 1000 mm und die mittlere Jahrestemperatur 6—7 Grad beträgt, die Molkenbodenbildung die Regel sein würde, doch haben mich die zahlreichen Aufgrabungen, die bei der Aufnahme des Blattes Ulrichstein vorgenommen wurden, anders belehrt.

Denn der Löß zeigt in diesem Gebiete häufig nur die geringen, oft kaum auffallenden Grade der Podsolierung, wie wir sie oben aus dem Konradsdorfer Revier kennen gelernt haben. Nur in Tälern und Mulden ist starke Podsolierung die Regel. Sie stellt sich auch im quelligen Gehängeschutt, sowie auf Heiden und Hutweiden ein, die durch Quellen oder undurchlässigen Tuffuntergrund naß sind. Außer der unmittelbaren Befeuchtung spielt auch die Bodenbedeckung eine große Rolle. Nur darf man sich durch die ausgedehnten Fichtenbestände nicht irre führen lassen. Denn der Einzug dieses Baumes hat nach BAADER (1928, S. 467) erst mit dem Jahre 1750 begonnen, größere Flächen wurden ihm aber erst seit Mitte des vorigen Jahrhunderts überlassen, so daß fast überall nur die Einwirkung der ersten Generation auf den Boden in Frage kommt. Auf Basalt- und Lößmischböden sind die Wuchsleistungen der Fichte wie die der Buche, falls nicht unzuträgliche Höhenlage vorliegt, vorzüglich. Viele Fichtenpflanzungen stehen allerdings auf Molkenböden. Doch sind dieselben nicht durch den Einfluß der Fichten entstanden. Die Bestandsgründung ist vielmehr meist auf unter Hutweide entstandenen Molkenböden erfolgt. Ob man auf diesen Böden dauernd Fichten wird pflanzen können, ist sehr fraglich. Viele von ihnen würden wohl am besten dem Grünland zurückgegeben.

Auch den mit Fichten eingepflanzten Erlenbrüchen des östlichen Oberwaldes mit Lößmolkenboden über Basalttuff wäre die Rückkehr des natürlichen alten Zustandes zu wünschen.

Überall, wo von jeher Laubwald stand und erhalten worden ist, scheint auch der Lößboden gesund geblieben zu sein. Man sieht diesen dunkelbraunen, stets feuchten, aber durch den nahen Basaltuntergrund gut gedrähten Boden im ganzen Oberwald. Aber auch trockene Hutweideflächen besonders in flach geneigter Lage zeigen durchaus gesunde Böden. Möglicherweise spielt hier auch der Basenvorrat des dem umgelagerten Löß stets beigemengten Basalts eine erhaltende Rolle. Auch auf dem Selgenhofgebiet, das früher zum größten Teil Ackerland war, ist der Bodenzustand ähnlich günstig.

Doch findet man oft in unmittelbar benachbarten Einschlägen verschiedene Bodenformen.

Ein besonders merkwürdiger Fall dieser Art wurde östlich von Ulrichstein beobachtet und durch zwei Monolithprofile festgehalten.

#### Braunerdeprofil.

Einschlag am Langen Rain bei Ulrichstein. Ecke des Fichtenschirmes. Mäßig geneigte trockene Südhanglage in 580 m NN. Regenhöhe 8—900 mm. Ödland auf alten Ackerbauterrassen mit jetzt stark verheidetem Boden.

A<sub>1</sub> 0,8 dm Tiefschwarzbrauner, humoser Lößlehm.

A<sub>2</sub> 2,3 dm Dunkelbrauner Lößlehm.

A<sub>3</sub> 4,7 dm Hellbrauner Lößlehm.

C 3,0 dm Dunkelbrauner, toniger, mit Basalt aus dem Liegenden vermengter Lößlehm.

#### Molkenbodenprofil.

Einschlag am Langen Rain bei Ulrichstein, 40 m südlich von dem soeben beschriebenen Profil.

Mäßig geneigte, feuchte Südhanglage in der Nähe des sumpfigen Alluviums des Katharinenbaches.

Ödland mit Sauergräsern und Seggen.

A<sub>1</sub> 1,0 dm Schwarzer, aus Graswurzeln entstandener Bodenhumus.

A<sub>2</sub> 0,5 dm Kleine Rostflecken in der Bleicherde.

A<sub>3</sub> 3,0 dm Weißer, sandiger Lößlehm (Bleicherde).

B<sub>1</sub> 2,1 dm Brauner, toniger Lößlehm mit weißen Flecken von Bleicherde.

B<sub>2</sub> 1,2 dm Brauner, toniger Lößlehm.

B<sub>3</sub> + C 2,2 dm Brauner, toniger Lößlehm mit Basaltbeimengung aus dem Liegenden.

Zwei andere Monolithprofile mit gegensätzlicher Ausbildung stammen von der Breungesheimer Heide. (1929.)

#### Molkenbodenprofil.

Wiese vor dem Fichtenwaldrand am Südostsaum des Hochmoores.

Ebene Hochlage in 715 m NN. Niederschlag 900—1000 mm.

Lebendes Sphagnumpolster.

A<sub>0</sub> 2,5 dm Sphagnumtorf.

A<sub>1</sub> 1,4 dm Hellgrauer, schwach humoser Lößlehm.

A<sub>2</sub> 2,3 dm Dunkelgrauer, schwach humoser, stellenweise etwas rostiger Lößlehm.

A<sub>3</sub> 2,4 dm Grauweißer, sandiger Lößlehm mit schwachen Rostflecken.

B 3,9 dm Dunkelgelber, toniger Lößlehm mit Beimengung von Basalt aus dem Liegenden.

40 m südlich von dieser Stelle wurde ein auffallend abweichendes Profil aufgedrungen.

#### Braunerdeprofil.

Etwa 20jähriger Fichtenwald, vorher Heide in derselben ebenen Höhenlage.

A<sub>0</sub> 0,8 dm Fichtenrohhumus.

A<sub>1</sub> 3,6 dm Dunkelbrauner, humoser Lößlehm.

C<sub>1</sub> 3,0 dm Hellgelber Lößlehm.

C<sub>2</sub> 2,5 dm Dunkelgelber Lößlehm mit Basalt aus dem Untergrund.

Diese beiden Profilverpaare verdienen besondere Beachtung, weil sie trotz gleichen Luftklimas, gleicher Bodenausformung und -auslage, wie gleichen Untergrundes Gegensätze aufweisen, die man bei so unmittelbarer Nachbarschaft nicht erwartet hatte.

Am Langen Rain bei Ulrichstein sind die Ursachen der verschiedenartigen Bodenform beider Profile leicht einzusehen. Der stets nasse Boden mit dem Molkenprofil ist wahrscheinlich schon von jeher denselben ungünstigen Einwirkungen ausgesetzt gewesen, weil auf der sumpfigen Wiese höchstens Erlen gestanden haben können.

Anders bei dem höher gelegenen Profil, auf dessen Boden wegen der trockeneren Lage, ehe die Rodung erfolgte, jedenfalls Laubwald gestanden hat, der die Bildung der Braunerde begünstigte, die auch durch den Übergang zum Ackerbau nicht zerstört worden ist und sogar durch die Verheidung bis jetzt keine nachteilige Beeinflussung erfahren hat. Denn Versumpfung kann hier wegen guter Abflußmöglichkeit des Wassers nicht eintreten. Auch kann sich kein Rohhumus bilden, weil das Heidekraut regelmäßig als Stallstreu geschnitten wird.

Schwerer zu deuten sind die Gegensätze südöstlich vom Hochmoor. Denn die Lage des jetzigen Waldbodens ist von der des Sphagnumpolsters, dessen Torf starke Podsolierung hervorgerufen hat, durchaus nicht verschieden. Die Braunerdebildung ist deshalb sehr auffallend. Nach Mitteilung von Herrn Oberforstmeister Dr. BAADER lag hier vor der Aufforstung Heide. Sphagnum war nach der Bodenbeschaffenheit sicher nicht vorhanden, nach der ich annehmen möchte, daß die Stelle vor der Heide Mischwald trug, der wegen vielleicht etwas geringerer Nässe möglich war. Er brachte guten Humus ( $A_1$ ) hervor. Der Auflagehumus ( $A_0$ ) aber ist ein Erzeugnis der Fichte. Es wäre reizvoll, später festzustellen, wie das Profil durch ihn beeinflußt wird.

Der Untergrund des Hochmoores ist natürlich nicht zugänglich. Doch ergab sich im Hetgeshain östlich vom Nesselberg die Möglichkeit, das Lößlehmprofil unter einer wohl 0,5—1,0 m mächtigen Decke von Sphagnumtorf aufzunehmen.

Schwach geneigte Osthanglage in 600 m NN.

Früher Wiese, jetzt junge Fichten.

$A_0$  5—10 dm Schwarzer Sphagnumtorf.

$A_1$  2 dm Weißgrauer Lößlehm mit einzelnen gelben Adern.

$B_1$  0,5 dm Grüner, toniger Lößlehm mit Braunfärbung auf Wurzelräumen.

$B_2$  x dm Rostschicht mit Basaltgeröllen.

Ein dem soeben vom Südostrand des Hochmoors auf der Breungeshainer Heide beschriebenen ganz ähnliches Profil wurde auf der Gutsflur Selgenhof festgestellt.

Einschlag 30. Vermoorte Rinne in der Nähe der Ohmstraße.

Wiese. Schwach geneigte Lage in 600 m NN.

$A_0$  0,5 dm Schwarze Humusaufgabe mit Graswurzeln.

$A_1$  1,5 dm Bräunlichschwarzer, humoser, feinkrümeliger Lößlehm mit einzelnen Basaltbrocken.

$A_2$  3,0 dm Schwarzer Humus mit roten Tuffbröckchen und einzelnen Basaltblöcken.

$A_3$  > 5,0 dm Graugrüner Lößlehm, der auf Wurzelbahnen rostig ist.

An der letzterwähnten Stelle ist die Humusbildung durch Aufschwemmung zeitweilig verlangsamt worden. Am Hetgeshain dagegen hat sie keine Unterbrechung erfahren. Hier fällt besonders die grüne Farbe des oberen Teiles der Anreicherungsschicht ( $B_1$ ) auf, die in Berührung mit der Luft schnell rostbraun wird. Sie rührt von Eisen her, das in Oxydulform überging, weil das

<sup>1)</sup> Die Eintragung und Bezeichnung der Lößflecken zwischen Lauterbach und Alsfeld hat Herr Bergrat Dr. DIEHL vorgenommen.

anwachsende wasserdurchtränkte Moor schließlich einen vollkommenen Abschluß der Luft hervorbrachte, die nur auf einigen alten Wurzellöchern Zutritt nach unten erhielt. In B<sub>2</sub> dagegen konnte sich unter dem Einfluß lufthaltigen Grundwassers braunes Eisenoxydhydrat abscheiden.

Der Löß im Granitodenwald und im Buntsandsteinodenwald ist bodenkundlich noch nicht untersucht. Man weiß bis jetzt von ihm nur, daß er ebenfalls entkalkt ist. Seine Vorkommen sind nicht in die Karte eingetragen. Sie sind vorläufig auch nicht so wichtig, weil der Löß im Odenwald und auch im Spessart nicht in dem großen Gegensatz zu dem Gestein in seiner Umgebung und in seinem Liegenden steht wie im Vogelsberg. Bei den vollkommen entkalkten Lössen des Vogelsberges sind 2 Stufen der Podsolierung unterschieden worden, indem die Molkenböden mit starker, oft die Form von Graupen annehmender Eisenrostabscheidung im Untergrund als stark podsolige Böden bezeichnet worden sind. Ihr Vorhandensein ist an zwei Stellen östlich und an einer nördlich vom Hochmoor angedeutet worden, während alle anderen Lößflecken, einschließlich der fast noch braunerartigen, als schwach podsolig bezeichnet sind. Diese Darstellung der Lößreste auf Basalt ist stark schematisch. Sie hat nur den Zweck, die Gegensätze recht anschaulich hervortreten zu lassen.

Der grundlegende Unterschied zwischen Basalt und Löß zeigt sich am deutlichsten in der Flora, wenn auch die Gegensätze wegen der häufigen Vermischung von Basalt- und Lößboden nicht so auffallend entgentreten, wie beim kalkhaltigen und kalkfreien Sand des Riedes. Für eine treue Begleiterin des Lösses hält BAADER (1928, S. 467) das große *Senecio Fuchsii*, das wie auch manche der oben erwähnten Basaltpflanzen im Oberwald auch unter geschlossenem Kronendach dichte Bestände bildet. Auf Löß kommt auch die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) vor, und besonders auch *Calluna vulgaris*, von Gräsern *Aira flexuosa*.

Die Flora des kalkfreien Lösses unterscheidet sich also deutlich von der des Basalts und hat mit der des kalkhaltigen Lösses wenig zu tun. Sie hat aber mit der des Buntsandsteins eine recht große Ähnlichkeit.

Doch kommen auf dem Buntsandstein immerhin noch einige Arten vor, die auf kalkfreiem Löß und auf Basalt fehlen. So z. B. *Teucrium scorodinum*, *Pteris aquilina* (Adlerfarn) und *Sarothamnus scoparia* (Besenstrauch). Die letztgenannte Pflanze ist uns als Kalkflüchter auch vom Darmstädter Sand bekannt. Sie ist aber wärmeliebend und kommt deshalb in den höheren Gebirgslagen nicht fort. Sie ist auch bei Darmstadt in dem harten Winter 1928/29 überall erfroren.

Besonders auffallend ist der Florenunterschied in Gegenden, wo Basalt- und Buntsandsteinboden aneinanderstoßen, wie z. B. bei Stockhausen unweit von Lauterbach.

Als stark podsolig sind auf meiner Karte vor allem die ausgedehnten Buntsandsteingebiete bezeichnet worden. Der sandige, basenarme Boden, die durch die hohe Lage bedingte Ungunst des Klimas und die heute vorwiegende Bestockung mit Nadelholz erleichtern die Podsolierung ungemein. Daß der Einfluß des Pflanzenkleides in dieser Hinsicht nicht unterschätzt werden darf, zeigen z. B. das bekannte Buchen- und Eichenrevier Rohrbrunn im Spessart und die Laubholzbestände des Pfälzer Waldes, die auf demselben Buntsandstein bei nicht wesentlich verschiedenem Luftklima stocken, wie die Kiefernwälder des Hinteren Odenwaldes. Die Erhaltung des naturgegebenen

Waldes hat bei pfleglicher Behandlung in jenem Gebiet den Boden gesund erhalten und den Übergang der Braunerden in Podsolformen verhindert. Letztere treten natürlich besonders im Odenwald sehr leicht auf. Denn der Buntsandsteinodenwald hat Regenhöhen nicht unter 700 m, die in der Gegend von Beerfelden mit 1100—1200 mm sogar die höchsten im Vogelsberg gemessenen über treffen. Dazu kommen die niedrigen mittleren Jahrestemperaturen.

Wo der Wald gerodet und durch Ackerland ersetzt worden ist, hat sich zwar auch das Bodenklima grundlegend geändert, aber nicht im ungünstigen Sinne. Wenn auch das Feuchtklima durch stärkere Besonnung nachläßt, so wirkt doch die ständige Bodenbearbeitung durch den Menschen einer allzustarken Austrocknung entgegen. Sie läßt vor allem aber auch die den Rohhumus erzeugende Bodenflora nicht aufkommen. Dieselbe rückt aber sofort ein, wenn das Laubholz durch die Kiefer ersetzt wird, indem in dem lichter werdenden älteren Kiefernwald zuerst die Heidelbeere und dann das Heidekraut auftritt, während unter geschlossenem Fichtenbestand eine starke Rohhumuserzeugung stattfindet. Die Einwirkung des sauren Rohhumus äußert sich zunächst in der Entfärbung des roten Buntsandsteinbodens, die die Braunerdebildung auf ihm nicht zuwege bringt.

Im übrigen übt die auf der Beschaffenheit des Grundgesteins beruhende Bodenart einen großen Einfluß auf den Gang der Podsolierung.

Die aus den feinkörnigen, tonigen Plattensandsteinen des oberen Buntsandsteins, SO<sub>1</sub> der geologischen Karte, der im hinteren Odenwald 500 und mehr m hoch gelegene Hochflächen bildet, hervorgehenden lehmigen Sande bilden, wie die Löße im Vogelsberg Molkenböden. Sie sind stellenweise von entkalktem Löß bedeckt, müssen aber deshalb, nicht wie ich früher (1908, S. 33) annahm und neuerdings (1924, S. 125), W. HOPPE (1925, S. 384 ff) gegenüber behauptete, unbedingt älter sein als dieser, sondern können auch, wo er das Hangende bildet, mit ihm zusammen die Podsolierung erfahren haben, wie im Selterser Wäldchen. Doch bedarf dieser Fall noch näherer Untersuchung.

W. HOPPE (1925, S. 384 ff.) hat diese Molkenbodenprofile neuerdings beschrieben, zu deren Bildung durch mangelhaften Abfluß der reichlichen Niederschläge infolge fehlenden Gefälles und undurchlässiger Tonschichten im Untergrund eine gewisse Anlage zweifellos vorliegt, die aber (nach SCHOTTLER 1908, S. 43) hauptsächlich durch den schlecht bewirtschafteten bäuerlichen Kiefernwald mit starker Streunutzung hervorgerufen wird, in dem Heidelbeere und Heide Rohhumus bilden. Die durch ihn bewirkte Molkenbodenbildung äußert sich in starker Vernässung. Es bilden sich Sphagnumpolster, und in den gelichteten Kiefernbestand rücken Birken, Espen und Pulverholz ein.

Ich gebe ein von mir im Sommer 1906 aufgenommenes Profil wieder.

Grube bei km 3,2 der Straße Schlossau—Waldauerbach.

Ebene Hochfläche 530 m NN.

A<sub>1</sub> 0—1,5 dm Humoser Waldboden mit Brauneisenknötchen.

A<sub>2</sub> 1,5—3,5 dm Grauweißer, sandiger Letten mit zahlreichen Brauneisenknötchen.

B 3,5—5,0 dm Gelb und weiß marmorierter sandiger Letten.

C 5,0—x dm Roter Klebsand mit weißen Adern.

Von A<sub>2</sub> und B ist je eine mechanische Analyse und eine chemische Bauschanalyse ausgeführt worden (SCHOTTLER 1908, S. 52).

Aus den Kieselsäuregehalten ( $A_2 = 73,74$  v. H.,  $B = 69,03$  v. H.) ergibt sich, daß oben eine Anreicherung der Kieselsäure stattgefunden hat, die noch deutlicher wird, wenn man die 3,73 v. H. Humus, der in B vollständig fehlt, in Abzug bringt.

Unten hat dagegen eine deutliche Anreicherung von  $Al_2O_3 + Fe_2O_3$  (in  $A_2 = 10,67$  v. H. in  $B = 18,94$  v. H.) stattgefunden. Doch weisen die mechanischen Analysen keine sehr erheblichen Körnungsunterschiede zwischen  $A_2$  und B nach. Denn  $A_2$  enthält 61,4, B 63,4 v. H. Teilchen unter 0,05 mm. Der Sandgehalt beträgt in A (einschließlich des aus verkittetem Sand bestehenden Grandes) 38,6 v. H., in C 36,5 v. H.

Immerhin ergibt sich oben eine Anreicherung des Quarzsandes durch Hinabwanderung toniger, eisenschüssiger Teilchen. Die Merkmale der Podsolierung sind also vorhanden. Und zwar handelt es sich um Molkenboden, weil kein Humus nach B hinuntergewandert ist. Es fällt nur auf, daß die eisenhaltigen Knötchen statt wie gewöhnlich in der Unterschicht, hier in der Oberschicht auftreten und mit starker Salzsäure schwach brausen, also z. T. wenigstens aus Karbonat bestehen, eine Folge starken Luftmangels in der Oberschicht.

Bei den grobsandigen, bindemittelarmen Sandböden des mittleren Buntsandsteins wandert dagegen auch der durch Basen nicht gebundene saure Humus mit dem Eisen nach unten und bildet dort eine harte braune Schicht, die an der Luft rasch zerfällt. Ich habe ihn durch Herrn Oberforstmeister STRACK in der Gegend von Waldmichelbach kennen gelernt. Er besitzt sicher eine weite nur bis jetzt noch unbekannte Verbreitung bei uns.

Mitgeteilt sei ein am 3. Mai 1927 im Revier des Forstamtes Waldmichelbach aufgenommenes Profil.

Sange Delle (Schönbrunner Weg), Westhang in 520 mm NN  
mit etwa 1000 mm Niederschlag.

Schlechte Kiefern mit viel Heide.

$A_0$  2 dm Heiderohhumus.

$A_1$  1 dm Bleichsand.

$A_2$  1,5 dm Ortstein.

$A_3$  3,0 dm Gelber, schwach lehmiger Sand.

C x dm Rötlicher Sand mit Steinen.

Die hochgelegenen und deshalb stark beregneten Quarzitzüge des Spessarts und des Taunus sind durch die Basenarmut ihrer sandigen und steinigen Böden ganz besonders ortsteinverdächtig. Er ist in der Tat im Feldberggebiet nachgewiesen, wie folgendes mir durch Herrn Forstmeister THUM bekannt gewordenes Profil vom 8. Juni 1928 zeigt:

Kiesgrube am Sandplacken.

70jährige Fichten.

$A_0$  2 dm Fichtenrohhumus.

$A_1$  4 dm Bleichzone im stückig zerfallenen Taunusquarzit, stellenweise mit dünnen Letteneinlagerungen.

B Ortstein im kleinstückig zerfallenen Taunusquarzit.

C Taunusquarzit in festeren Bänken.

Auch an den Tertiärböden, die den Nordwestrand des Vogelsberges umsäumen, ist Wanderung des Eisens nach der Tiefe beobachtet worden. Das

fällt bei diesen meist tonigen Böden um so mehr auf, als ihr Grundgestein nichts anderes ist als das stark ausgelaugte Erzeugnis alter Verwitterung auf dem Schiefergebirge und dem Buntsandsteinland, das zur Miozänzeit hier zusammengeschwemmt worden ist. Tone mit mehr oder minder großer Quarzsandbeimengung herrschen in ihnen vor. Ihre Basenarmut ist groß. Undurchlässigkeit ist die Regel. Obwohl Eisenfärbung nicht vorhanden ist, kann man doch in tieferen Schichten die Abscheidung von gelben Eisenroststreifen beobachten, die durch Grundwasser nicht verursacht sein können. Es liegt also eine dem günstigen Klima entsprechende geringe Podsolierung vor.

Ein Profil dieser Art habe ich durch Herrn Oberförster BARTH im Gießener Stadtwald kennen gelernt. (Vgl. dessen Arbeit 1928.)

#### Wannschneise, Abt. 55.

Eichen 5. Güte.

A<sub>1</sub> 0,3 dm Auffallend schwarzer Humus.

A<sub>2</sub> 3 dm Dunkelgrauer, schwach humoser, sandiger Ton.

A<sub>3</sub> 4 dm Übergang zu B. Hellgrauer, sandiger Ton mit gelben Eisenrostflecken und senkrechten Flammen von solchen.

B 5 dm Hellgrauer, sandiger Ton mit gelben waagrechten Eisenroststreifen und Niederschlägen von schwarzem, gerbsaurem Eisen um Wurzeln.

C x dm Hellgrauer, sandiger Ton.

Ein Durchschlämmen von Ton mit Sandigwerden des Oberbodens hat hier anscheinend nicht stattgefunden. Doch wird die Auslaugung, die sich wahrscheinlich auch auf den geringen Basenvorrat erstreckt, durch das Verhalten des Eisens wahrscheinlich gemacht.

Die Podsolierung ist immer mit einer äußerlich nicht die Erscheinung tretenden Wegfuhr der Nährstoffbasen aus der oberen Schicht (A) verbunden, ohne daß, wenigstens wenn der kohlen saure Kalk im Untergrunde fehlt, eine entsprechende Anreicherung derselben in B stattfindet. Nur das Eisen scheidet sich dort ab und dient als einziger farbiger Bestandteil als Anzeiger für den Vorgang. Sandige Braunerden erleiden sonst keine Veränderungen. In sandig-lehmigen und sandig-tonigen dagegen wandern auch die Tongele, so daß A sandiger und B toniger wird. In quarzfreien Tonböden wird sich der Vorgang ebenso wie in reinen Quarzsandböden nur auf die Wanderung des Eisens beschränken, da ein Durchschlämmen von Ton durch Ton doch wohl nicht anzunehmen ist. Es müßte sich dann gerade um Stoffe von so verschiedenem Verhalten wie Allophan und Kaolin handeln.

### 5. Die fossilen Laterite.

Es erhebt sich nun noch die Frage, wie sich den podsolierenden Einflüssen gegenüber diejenigen tonigen Böden verhalten, in denen die vorhandene Kieselsäure nicht hinreicht, um die Tonerde zu binden, die also einen Überschuß an ihr haben.

Fossile Böden solcher Art kommen bei uns im westlichen Teil des Vogelsberges in ziemlicher Ausdehnung vor. Es sind die aus den Basalten unter feuchtwarmem Klima entstandenen Laterite. Sie sind ihrer Herkunft nach völlig quarzfrei und sehr arm an Basen. Letztere werden zwar auch bei der

Podsolierung hinweg geführt, hier aber kommt noch dazu, daß der Tonerde-kieselsäurekomplex unter Abfuhr von Kieselsäure wenigstens teilweise aufgespalten worden ist. Über die Entstehung unserer oberhessischen Laterite sind wir durch die Arbeiten von HARRASSOWITZ zwar gut unterrichtet, über ihr Verhalten als Böden aber wissen wir noch gar nichts, so daß also auch die oben gestellte Frage vorläufig unbeantwortet bleiben muß.

Der oberhessische Laterit ist nicht selten mit einer dünnen Hülle von entkalktem Löß versehen, dessen Quarz ihm deshalb auch oberflächlich beigemischt sein kann. Man sollte deshalb vor jeder Analyse auf Quarz prüfen. H. STREMMER war noch 1924 (S. 7) geneigt, diese Lößauflagerung als A-Schicht des Laterits zu deuten.

### 6. Die Hoch- und die Niedermoore.

Die hohen Regenmengen des oberen Vogelsberges führen besonders bei undurchlässiger podsoliger Lößunterlage leicht zur Versumpfung der Wiesen und zur Entstehung von ausgedehnteren Sphagnumpolstern mit unter Umständen starker Humuserzeugung, wie sie z. B. oben S. 58 f. erwähnt worden ist.

Ein eigentliches Hochmoor aber, das einzige in Hessen, ist nur auf dem Löß der Breungeshainer Heide emporgewachsen. Es liegt auf der Wasserscheide zwischen Rhein und Weser, die dort wegen des flachen, den Wasserabzug hemmenden Geländes unscharf ist. Heute ist dieses Hochmoor, dessen Durchmesser nur 250 m beträgt, allerdings stark mit Heidekraut (*Calluna vulgaris*) bewachsen. Zwischen Sphagnum haben sich große Polytrichumpolster angesiedelt. Es trägt reichlich *Eriophorum vaginatum* (Wollgras). Außerdem kommen auf ihm *Vaccinium oxycoccus* (Moosbeere) und *Empetrum nigrum* (Krähenbeere) vor. Ferner sind einige Moorbirken (*Betula pubescens*) vorhanden.

Im übrigen haben wir in Hessen nur Flachmoore, die in der Mainebene als Auffüllung alter Mainläufe und an anderen Stellen mit sehr hochstehendem Grundwasser entstanden sind. Auch die alten Neckarläufe sind meist durch die Vermoorung gekennzeichnet.

Auf einem Moor der Mainebene, am Hengster bei Obertshausen unweit Offenbach, wächst *Erica tetralix*. Von der reichen Flora der alten Neckarbetten seien nach SECRETAN (1929, S. 33 f.) angeführt: *Gentiana pneumonanthe*, *Dianthus superbus*, *Salix repens*, *Galium boreale*.

Die Moore der Neckarbetten haben auf ihre kalkreiche Umgebung oft entkalkend gewirkt.

Wie wir oben (S. 39) gesehen haben, ist von oben her entkalkten Profilen durch die von den noch offenen Neckarbetten ausgehenden Überschwemmungen mit kalkhaltigem Wasser wiederum Kalk zugeführt worden. In der Nähe der vermoorten Neckarbetten aber ist oft das Gegenteil eingetreten. Nicht bloß die Sande im Liegenden des Moores, sondern auch die schweren Tone haben oft ihren kohlen-sauren Kalk ganz oder teilweise verloren. Aber auch seitlich ist die Moorwirkung zu spüren. So z. B. in dem Schlicke der S. 43 erwähnten Fürstenwiese und im Sande neben dem Neckarbett, das dicht hinter dem Philippshospital an der Straße nach Crumstadt überschritten wird. Dort reicht die Entkalkung vom östlichen Uferland bis zu 150 m in das sandige Ufergelände hinein. Im Untergrund ist nicht bloß der im C-Teil des Profils noch vorhandene Kalk, sondern sogar das Rheinweiß aufgelöst.

### 7. Die Grundwasserböden.

Die Wirkungen hohen Grundwasserstandes kommen auf der Karte außerhalb des Rheinüberschwemmungsgebietes nur in soweit zum Ausdruck, als sie sich in der Bildung von Niedermooren äußern. Doch darf sein Einfluß auf den Wald nicht übersehen werden. Denn bei günstigem Stand verwandelt es arme Sandböden in erstklassige Eichenböden. Gewisse Gebiete des Viernheimer und des Lorscher Waldes sind Zeugen dafür.

Aber nur in dem tiefgelegenen Gebiet am Rhein, das heute durch die Dammbauten nur noch z. T. den Überschwemmungen ausgesetzt ist und durch die gegenwärtig betriebene Riedentwässerung weitere Veränderungen seiner Wuchs- und Bodenverhältnisse erfahren wird, sind Grundwasserböden eingetragen worden, die indessen noch nicht genauer in bezug auf die Bodenformen untersucht worden sind.

Ich schließe mich im folgenden an die Schilderung von O. DIEHL (1929, S. 19) an. Der Boden ist ein feinsandiger, grauer bis gelblicher, stark kalkhaltiger Schlick.

Er trug ursprünglich nur Wiesen, die schon infolge der seitherigen, größtenteils freilich unzureichenden Entwässerungsmaßnahmen mit gutem Erfolg in Gemüseäcker umgewandelt worden sind. Die niedrigsten Gebiete sind Wiesen geblieben. Die höheren Lagen mit mehr lehmigen Böden und sandigem Untergrund gestatten Weizenbau und tragen Obstbäume. Der bekannteste Rest des Auwaldes auf Rheinschlick ist der von einer alten Rheinschlinge umflossene Kühkopf.

Moorige Böden sind in diesem Gebiete selten.

Der wichtigste Grundwasserabsatz ist das Rheinweiß, das aber durchaus nicht auf den Streifen der Grundwasserböden beschränkt ist, sondern, wie die Blätter Groß-Gerau und Oppenheim zeigen, auch außerhalb desselben vorkommt. Es ruft auf den Äckern Brennstellen hervor und muß beim Setzen von Obstbäumen ausgebrochen werden. Es tritt häufig an der Grenze des Schlicks gegen Sand oder Kies des Liegenden auf und ist dann als Anreicherung des Kalkes aus dem Schlick also als B-Schicht aufzufassen.

Wenn es aber im Sande oder Kies auftritt, ist es eine reine Grundwasserbildung (G-Schicht), die ähnlich wie die Eisenrostabscheidungen durch die Kohlensäureabgabe zu erklären ist, die in der Nähe des Grundwasserspiegels an die Bodenluft stattfindet. Stets ist das Rheinweiß bedeutend kalkreicher als in hangenden und liegenden Schichten. Nach DIEHL kommen Kalkgehalte bis zu 50,4 v. H. vor.

### 8. Übersicht der hessischen Bodenformen.

Überblicken wir zum Schluß noch einmal die Bodenformen, wie sie weiter unten im Vergleich mit den wichtigsten Grundgesteinen und Hauptbodenarten zusammengestellt sind, so ergibt sich vor allem, daß die Wahrscheinlichkeit der Braunerdebildung in unserem Lande die größte ist.

Der braune Waldboden ist die Bodenform der Silikatgesteine, der basischen, wie der sauren, und der aus letzterem ableitbaren Arkosen und Grauwacken. Es ist zwar möglich, daß auf ärmeren Grauwackenböden auch Podsolbildung nachgewiesen werden wird, besonders wenn sie unter ungünstigem Klima liegen.

Es kann auch sein, daß in den höchsten Lagen des Vorderen Odenwaldes auf saurem Granit Ortstein vorkommt, wie im Schwarzwald, oder Rendzina auf Basalt der Wetterau. Das alles aber wird an dem Vorherrschen der Braunerde nichts ändern, das sich auch aus der Karte ergibt. Ihr Verbreitungsgebiet umfaßt mit Einschluß der in der Krume kalkhaltigen Braunerde den größten Teil des Landes und erstreckt sich von den Niederungen des Rheintales nach Rheinhessen und bis auf die Höhe des Vorderen Odenwaldes (höchster Punkt der Krehberg auf der Seidenbucher Höhe 573,4 m), und in der Provinz Oberhessen reicht es gar über die Wetterau bis zum hohen Vogelsberg (höchster Punkt der Taufstein 772 m). Diese Höhenlage ist auffallend und erklärt sich durch die der Podsolierung durchaus abholde Gesteinsbeschaffenheit. Im Vorderen Odenwald, wie im Vogelsberg stehen die Braunerdegebiete in bemerkenswertem Gegensatz zu den angrenzenden bzw. umgebenden Podsolgebieten, im Vogelsberg, besonders auch zu den schwach bis starkpodsoligen Lößböden des Gebirges selbst.

Während sich kalkfreie Braunerde aus allen Gesteinen bilden kann, ist die kalkhaltige auf die Gesteine mit kohlensaurem Kalzium, die unter günstigem Klima liegen, beschränkt. Ihr Verbreitungsgebiet ist infolgedessen klein und nach dem jetzigen Stand der Kenntnis auf den südlichen Landesteil beschränkt. Doch wird sie wahrscheinlich auch in der Wetterau nachgewiesen werden können. Sie ist zum Teil vielleicht aus Schwarzerde hervorgegangen und kann leicht zu gewöhnlicher Braunerde, bei ungünstiger Klimaänderung auch zu Podsolboden werden. Es ist bezeichnend, daß nur am Löß die ganze Entwicklungsreihe vom Tschernosem zum Podsol beobachtet werden kann.

Die Braunerden der kalkfreien Gesteine haben die bei denen der kalkhaltigen möglichen höher wertigen Vorstufen nicht. Ist aber der Kalkgehalt erst einmal verloren, so tritt die geringe Bestandfähigkeit der Braunerde auch bei ihnen in Erscheinung, und die Gefahr der Podsolbildung liegt nahe.

Die Podsolgebiete sind sehr groß. Sie umfassen nicht bloß die Gebirgsgegenden, abgesehen von den oben genannten Ausnahmen, sondern auch Teile der Ebenen, d. h. insbesondere die Mainebene wegen ihres kalkfreien groben Sandes.

Grundgestein und Bodenarten	Böden der kalkfreien Sande und Sandsteine mit sehr wenig Austauschkalzium	Lehmig-sandige Böden saurer Silikatgesteine, Arkosen und Grauwacken mit wenig Austauschkalzium	Tonig-lehmige Böden basischer Silikatgesteine mit viel Austauschkalzium	Böden kalkhaltiger Sande und Schluffe (Löß)	Böden der Kalkgesteine und Mergel
Bodenformen	↓	↓	↓	Humuskarbonatböden und Schwarzerde	(Rendzina)
				Kalkhaltige Braunerden	Kalkhaltige Braunerden
	Braunerden	Braunerden	Braunerden	Braunerden	Braunerden
	Podsolböden			Podsolböden	

#### IV. Schriftenverzeichnis.

##### G. BAADER:

1928 Beiträge zur Forstwirtschaft des Vogelsberges. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung. 104. Jahrgang. Heft 1.

##### H. BARTH:

1928 Eichenstandort und Bodeneigenschaften. Eine Untersuchung der Beziehungen zwischen Höhenbonität und Bodenzustand. Forstwissenschaftliches Centralblatt. 50. Jahrg. S. 793—835.

##### E. BLANCK:

1930 Handbuch der Bodenlehre. Band III. Verlag Julius Springer, Berlin.

##### C. CHELIUS:

1886 Blatt Roßdorf d. geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen.

1891 Blatt Darmstadt d. geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen.

1891 Blatt Mörfelden d. geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen.

##### C. CHELIUS u. CHR. VOGEL:

1894 Blatt Groß-Umstadt d. geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 mit Erläuterungen.

##### O. DIEHL:

1927 Über die Sandböden entlang der Bergstraße. Allgem. Forst- und Jagdzeitung. 103. Jahrgang. Heft 10.

1929 Die geologisch-bodenkundlichen Verhältnisse des hess. Riedes. Generalkulturplan für das hessische Ried. Seite 11—21. Herausgegeben vom Hess. Ministerium für Arbeit und Wirtschaft. Darmstadt.

##### V. HOHENSTEIN:

1920 Die Löß- und Schwarzerdeböden Rheinhessens. Jahresber. u. Mitteilungen d. Oberrhein. geologischen Vereine. Neue Folge. Bd. IX. Jahrgang 1920. S. 74—97.

##### W. HOPPE:

1925 Über Molkenböden im oberen Buntsandstein des Odenwaldes. Neues Jahrbuch f. Min. Geologie u. Paläontol. Jahrg. 1925. Abtlg. B. Seite 384—392.

##### E. IHNE:

1911 Karte des Frühlingseinzugs im Großherzogtum Hessen. Arbeiten der Landwirtschaftskammer für Hessen. No. 9.

##### G. KLEMM:

1896 Blatt Zwingenberg-Bensheim der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen. (Diluvialer Anteil.)

1897 Geologisch-agronomische Untersuchung des Gutes Weilerhof, nebst Anhang von G. Dehlinger. Abhandlung der Großh. Hess. Geologischen Landesanstalt Bd. III. Heft 1.

1911 Blatt Roßdorf der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen. II. Auflage.

##### FR. MÜNICHSDÖRFER:

1929 Bodenkarte Bayerns 1:400 000 mit Erläuterungen. Verl. d. Bayr. Ober-Bergbehörde, München.

##### E. SECRETAN:

1929 Die Flora des hessischen Riedes und deren Beeinflussung durch die Riedentwässerung. Generalkulturplan für das hessische Ried, S. 32—43. Herausgegeben vom Hess. Ministerium für Arbeit und Wirtschaft. Darmstadt.

## A. SCHNELL:

1928 Chemische Untersuchungen über den Löß von Sprendlingen (Rhein Hessen). Dissertation. Gießen 1928.

## H. SCHOPP:

1913 Blatt Fürfeld der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen.

## W. SCHOTTLER:

1905 Die Beurteilung der Ackererde auf geologisch-agronomischer Grundlage. Hessische Landwirtschaftliche Zeitschrift. Jahrgang 1905. No. 34.

1906 Blatt Viernheim (Käfertal) der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen.

1908 Blatt Sensbach der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen.

1911 Über geologisch-agronomische Karten und ihre Bedeutung für Land- und Forstwirtschaft. Notizblatt des Vereins für Erdkunde u. d. Großh. Hess. Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt für das Jahr 1911. IV. Folge. Heft 32. S. 14—58.

1913 Der Einfluß des Bodenprofils im Flugsand der Umgegend von Darmstadt auf das Gedeihen der Waldbäume. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. u. d. Großh. Hess. Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt für das Jahr 1913. IV. Folge. Heft 34. S. 51—57.

1915 Kurze Beschreibung der zum Gemüsebau benützten Böden des Großh. Hessen. Hess. Obst-, Wein-, Gemüse- u. Gartenbauzeitung. Jahrg. 1915. Heft 9, 10 u. 11.

1922 Blatt Seligenstadt der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen.

1924 Geologie und Landwirtschaft. „Hess. Landwirtschaftliche Woche“ Beilage zur Hess. Landeszeitung am 4. Januar 1924.

1925 Was muß der Bauer vom Boden wissen? Hess. Landwirtschaftl. Zeitschr. Sondernummer f. d. landwirtschaftl. Woche, Nr. 1.

1925 Die Flugsand- und Lößböden Hessens. Landwirtschaftl. Zeitschrift, Nr. 50.

1926 Die Böden des hinteren Odenwaldes. Hess. Landwirtschaftl. Zeitschr., Nr. 22.

1926 Die quartären Sandablagerungen der Umgegend von Darmstadt und ihre Bodenprofile. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. u. d. Hess. Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt für das Jahr 1925. V. Folge. Heft 8. S. 174—196.

1927 Vorschläge zur Nutzbarmachung der geologischen Karten für die Landwirtschaft. Hess. Landwirtschaftliche Zeitschrift. 97. Jahrg. Nr. 6 u. 7.

1927 Die bodenkundliche Ausstellung der Hess. Geologischen Landesanstalt auf der landwirtschaftlichen Landesausstellung 1927. Hess. Landwirtschaftliche Zeitschr. 97. Jahrg. Nr. 37.

1927 Vortrag über: Grundzüge der Geologie und Bodenkunde des Ausflugsgebietes. 24. Mitgliederversammlung des Deutschen Forstvereins in Frankfurt a. M. Jahresber. d. Deutsch. Forstver. 1927. S. 281—300.

1927 Führer zu den Lehrausflügen in den Frankfurter Stadtwald. S. 11—13. Hess. Forstämter Darmstadt u. Kranichstein S. 33—36. Deutscher Forstverein. 24. Mitgliederversammlung 1927.

1928 Die Böden des Forstamtes Konradsdorf am südwestlichen Fuß des Vogelsbergs nebst einem kurzen Überblick über die Erdgeschichte des Vogelsberges. Allgem. Forst- u. Jagd-Zeitschr. 104. Jahrg. Frankfurt a. M.

1928 Übersicht der Böden Hessens. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. u. d. Hess. Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt für das Jahr 1927. V. Folge. Heft 10. S. 17—40.

1928 Blatt Herbststein der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen.

1929 Gebirgsbau und Bodenbeschaffenheit der Umgebung von Bad-Salzhausen. Allgem. Forst- u. Jagdzeitung. 105. Jahrg. Heft 1.

1929 Über einige in zersetzten Basalten des Vogelsberges auftretende Neubildungen. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. u. d. Hess. Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt für das Jahr 1928. V. Folge. Heft 11. S. 49—58.

**W. SCHOTTLER u. O. HAUPT:**

1923 Der Untergrund der Mainebene zwischen Aschaffenburg und Offenbach. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. u. d. Hess. Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt für das Jahr 1919—1922. V. Folge. Heft 5. S. 42—148.

**W. SCHOTTLER u. SCHEU:**

1925 Die Gelbsucht der Weinberge in der Provinz Rheinhessen und ihr Zusammenhang mit den **Boden**verhältnissen. Arbeiten der Landwirtschaftskammer für Hessen. Heft Nr. 35.

**L. SPILGER:**

1903 Flora und Vegetation des Vogelsberges. Verl. E. Roth, Gießen.

1926 Die Pflanzenwelt des Bergsträßer Sandgebietes. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. u. d. Hess. Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt für das Jahr 1926. V. Folge. Heft 10. S. 146—162.

**A. STEBUTT:**

1929 Die Braunerde. In Danzig zu Pfingsten bei der Tagung der 5. Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft gehaltener Vortrag.

**A. STEUER:**

1905 Blatt Groß-Gerau der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen.

1911 Blatt Oppenheim der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen.

1929 Das Grundwasser im hessischen Ried. Generalkulturplan für das hess. Ried. Herausgegeben vom Hess. Ministerium für Arbeit und Wirtschaft. Darmstadt.

**H. STREMME:**

1924 Verbreitung der Bodentypen in Deutschland. Comité internat. de Pédologie. IV. Commission. Nr. 1.

**W. WAGNER:**

1926 Blatt Wöllstein-Kreuznach der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen.

**W. WAGNER u. FR. MICHELS:**

1930 Blatt Bingen-Rüdesheim der geologischen Spezialkarte von Hessen 1:25 000 nebst Erläuterungen.

# Untersuchungen über die Nebengesteine der Erzlagerstätten von Kupferberg im Riesengebirge.

Von G. KLEMM.

Mit einer Karte im Texte und Tafel 4.

Im Sommer 1925 untersuchte der Verfasser im Auftrage der Berg- und Hütten-Aktiengesellschaft „Buhag“ in Jannowitz die Lagerungsverhältnisse der Gesteine des Kupferberger Erzreviers, das auf Blatt Kupferberg (1:25 000) der geologischen Karte von Preußen durch GEORG BERG dargestellt worden ist.

Wie nun den beim Kupferberger Bergbau Beschäftigten schon lange bekannt war, stimmt die Darstellung der Lagerungsverhältnisse in der näheren Umgebung von Kupferberg auf der geologischen Karte durchaus nicht überein mit den in bergbaulichen Aufschlüssen zu beobachtenden. Schon auf der 1853 von MARTIN WEBSKY veröffentlichten, seiner Abhandlung „Über die geognostischen Verhältnisse der Erzlagerstätten von Kupferberg und Rudelstadt in Schlesien“ (Zschr. d. D. geol. Ges., Bd. 5, S. 373—438) beigegebenen geologischen Karte sind diese Verhältnisse weit richtiger dargestellt als auf der neueren. Und die vom Verfasser ausgeführten Begehungen, für die nur etwas über eine Woche zur Verfügung stand, zeigten, daß auch die Aufschlüsse über Tage ein wesentlich anderes Bild der Verbreitung und der Verbandsverhältnisse der anstehenden Gesteine ergaben, als sie Blatt Kupferberg darstellt.

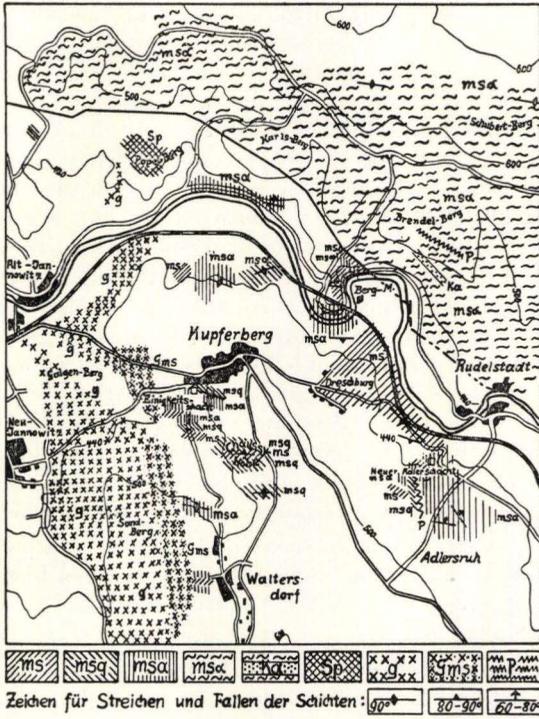
Die Untersuchungen des Verfassers mußten sich mit Rücksicht auf die kurze zur Verfügung stehende Zeit auf die nächste Umgebung der Kupferberger Erzlagerstätten beschränken, und zwar im wesentlichen auf die Gesteine südlich vom Bober.

## I. Lagerungs- und Verbandsverhältnisse.

(Skizze hierzu siehe nächste Seite.)

Das Kupferberger Erzrevier baut sich auf aus geschichteten und untergeordneten massigen Gesteinen. Erstere zerfallen in eine ältere Gruppe von steil aufgerichteten, hochkristallinen Sedimenten und in Kulmschichten, welche jenen Schiefen diskordant aufgelagert sind. Letztere gehören teils zu dem vermutlich karbonischen Riesengebirgsgranit und seinen Spaltungsgesteinen, teils sind es jüngere, vermutlich permische, gangförmig aufsetzende Eruptivgesteine, besonders Porphyre.

Geologische Skizze der Gegend von Kupferberg.



Erklärung

der auf der obigen Kartenskizze angewandten Bezeichnungen.

- ms = Glimmerschiefer, z.T. Andalusit und Cordierit führend
- msq = Quarzitschiefer
- msa = Amphibolite und Kalksilikathornfelse
- msα = Amphibolite der Bleiberge
- ka = Marmorlager in denselben
- Sp = Serpentinisierter Olivinfels
- G = Riesengebirgsgranit
- G, ms = Randzone des Granites mit Schieferschollen
- P = Porphy.

Die oben stehende Kartenskizze ist unter teilweiser Benützung des geologischen Blattes Kupferberg der 1:25 000-Karte aufgenommen und auf 1:50 000 verkleinert. Sie stellt keine vollständige Neuaufnahme dar, sondern gibt nur die vom Verfasser bei seinen in der Gegend von Kupferberg ausgeführten Begehungen gemachten Beobachtungen wieder, auf denen die folgenden Ausführungen beruhen. Es sind hier nur solche Stellen angegeben, an denen man das Untergrundgestein sicher feststellen kann, dagegen diejenigen, an welchen Gehängeschutt das Anstehende verhüllt, frei gelassen worden.

Die älteren Sedimente wieder gliedern sich in zwei Gruppen, welche durch die „Innersudetische Hauptverwerfung“ getrennt werden. Die eine von BERG als archaisch aufgefaßte Gruppe besteht aus einem System „kristalliner Schiefer“, eine zweite aus den von jenem Autor zur Phyllit-Formation gerechneten Grünschiefern der Bleiberge, deren Hauptmasse nördlich des Bobers liegt, die sich aber südlich von diesem noch bis an den Ostrand des Kartenblattes östlich von Rohnau erstrecken.

Zwingende Gründe für das hohe geologische Alter dieser umgewandelten Sedimente hat BERG nicht angegeben, und man könnte daher sehr wohl an paläozoisches Alter derselben denken; jedoch ist ein näheres Eingehen auf diese Frage für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung nicht erforderlich.

Die Kulmschichten, die in der Gegend von Rudelstadt und weiter nach Südosten zu die älteren Schichtgesteine diskordant überlagern, kommen als Träger der Erzgänge hier nicht in Betracht. Das gleiche gilt auch für den von BERG in den Erläuterungen und in einer besonderen Abhandlung ausführlich beschriebenen Riesengebirgsgranit, der zwar wohl als der Erzbringer zu betrachten ist, aber in dessen Bereiche sich eigentliche Erzlager nicht finden, ebensowenig als in dem Uralitserpentin vom Popelberge bei Jannowitz.

Es sollen daher im folgenden nur die vorkulmischen Schichtgesteine des eigentlichen Kupferberger Reviers beschrieben werden.

Auf dem vom Verfasser untersuchten Teile des Blattes Kupferberg sind von BERG folgende vorkulmische Schichtgesteine ausgeschieden worden:

1. Quarzitschiefer
2. Glimmerschiefer
3. Andalusit- und Cordierit-Hornfelse
4. Diopsidführende Amphibolite
5. Kalksilikat-Hornfelse
6. Dolomitischer Marmor
7. Graphitschiefer
8. Grüne Schiefer mit Einlagerungen von Marmor
9. Grobschuppige Abarten der Grünschiefer.

Die übrigen von BERG unterschiedenen Gesteinsarten liegen außerhalb des vom Verfasser begangenen Gebietes.

Die Lagerungsverhältnisse der hier unter 1—7 aufgeführten Gesteine der älteren Gruppe sind auf der BERG'schen Karte so dargestellt, daß sie in der Hauptsache etwa nordsüdlich bis nordnordöstlich oder nordnordwestlich streichende Zonen bilden, die im wesentlichen der Grenze zwischen Granit und Sedimenten parallel laufen. Zwischen Dreschburg und dem Neuen Adlerschacht ist außerdem ein — nach BERGS Auffassung — durch Verwerfungen begrenztes Glimmerschiefergebiet eingezeichnet. Zahlreiche, etwa westöstlich streichende kleine Verwerfungen sollen die Grenze der Schiefer gegen den Granit bestimmen und die einzelnen Glieder dieser Schieferzonen gegeneinander verschieben.

In Wahrheit aber streichen in der Umgegend von Kupferberg die Schichten der älteren Schiefergruppe westöstlich bis nordwestlich. Dies wird bewiesen durch einige allerdings nur spärliche Beobachtungspunkte an der Erdoberfläche und durch die zurzeit zugänglichen bergbaulichen Aufschlüsse.

So ist z. B. an einer kleinen Kalksilikathornfels-Kuppe am Nordende von Waltersdorf ostnordöstlich vom Worte „Sand“ in der Bezeichnung Sandberg der Karte das Streichen zu  $N 85^{\circ}$  bei saigerem Einfallen zu messen. An Glimmerschieferklippen auf der Chaussyhöhe:  $N 80^{\circ} O$ , Einfallen  $85^{\circ} N$ ;  $N 85^{\circ} W$ , Einfallen  $85^{\circ} N$ ; Klippen am Nordostgehänge des Adlerberges:  $N 40^{\circ} W$ , Einfallen  $65^{\circ} NO$ ;  $N 65-70^{\circ} W$ , Einfallen  $75^{\circ} NO$ ;  $N 80^{\circ} O$ , Einfallen saiger. Weit besser als auf der Hochfläche bei Kupferberg und Waltersdorf sind die Lagerungsverhältnisse an den Steilgehängen des Bobertales zwischen Alt-Jannowitz und Rudelstadt und in den im Jahre 1925 befahrbaren Grubenaufschlüssen: Einigkeitschacht bei Kupferberg und Neuer Adlerschacht zu beobachten.

Auf dem linken (südlichen) Boberufer mißt man in dem Wäldchen unmittelbar südlich von der Bezeichnung der Karte „Unter-Kupferberg“ an mehreren Stellen an anstehenden Amphibolitklippen ein Streichen von  $N 70-85^{\circ} W$  bis  $WO$  und etwas östlich von dieser Bezeichnung stehen in einem Gehölz am Steilgehänge des Bobertales Quarzitschiefer an, die etwa  $N 50^{\circ} O$  streichen bei saigerem Einfallen; etwas weiter östlich Amphibolitklippen mit sehr verschiedenen Werten des Streichens und Fallens. In den Bahneinschnitten westlich vom Neuen Adlerschacht und am Wege nach Dreschburg ist ganz unzweifelhaft  $NW$ -Streichen festzustellen. Auf dem rechten (nördlichen) Boberufer kann man in einem kleinen Schurfe wenig westlich von Fichtners Grund das Hauptstreichen des Amphibolites zu  $N 80^{\circ} W$  bei  $60^{\circ}$  Einfallen nach  $N$  feststellen. Das Gestein ist hier sehr deutlich gebändert, so daß sich die Streichrichtung sehr gut messen läßt. Dasselbe Streichen und Fallen herrscht auch im Bahneinschnitt westlich von der Bergmühle, wo auch auf der BERG'schen Karte  $WNW$ -Streichen bei nördlichem Fallen verzeichnet steht.

Im Einigkeitsschachte und den von ihm abzweigenden Strecken (85 m-Sohle, 66 m-Sohle) sieht man ganz deutlich, daß das Streichen der Nebengesteinsschichten des Erzlagers fast westöstlich ist ( $N 80^{\circ} W$ ) bei steilem Einfallen nach Norden ( $80^{\circ}$ ). Auch auf dem Preller-Querschlag tritt dieses fast westöstliche Streichen der Amphibolite und Quarzitschiefer in klarster Weise hervor.

Ebenso zeigte die Befahrung der Neuen Adlergrube in unzweideutiger Weise, daß das Hauptstreichen der Schichten fast westöstlich ist mit geringen Abweichungen nach Nordwesten. Die vielen Ruscheln, die bei der Befahrung der 28 m-Sohle zu beobachten sind, haben diese allgemeine Streichrichtung nicht wesentlich beeinflußt. Zwar ließ sich auf einem in der Richtung nach dem Adlerberge zu führenden Querschlage örtlich ein nordsüdliches Streichen messen, das aber sogleich wieder in die Hauptstreichrichtung einschwenkt und das tektonische Gesamtbild nicht beeinflußt.

Diese Beobachtungen beweisen also ganz unzweideutig, daß die von BERG angewandte Darstellungsweise für die Schichten der Gegend von Kupferberg und Waltersdorf durchaus nicht zutrifft.

Es ergibt sich also aus den angeführten Beobachtungen, daß die Schiefer-schichten an der „Innersudetischen Hauptverwerfung“ eine starke Schleppung in nordwestliche bis ostwestliche Richtung erlitten haben. Wenn BERG in den Erläuterungen zu Blatt Kupferberg Seite 10 schreibt: „Im Gebiet von Waltersdorf und Kupferberg und in der Nähe des Glimmerschieferhorstes nahe bei der Adlergrube tritt falsche Schieferung auf“,

so ist dies unrichtig, da man eben dank der vielfachen Wechsellagerung von Amphiboliten, Glimmerschiefern und Quarzitschiefern ganz unzweideutig feststellen kann, daß es sich nicht um falsche Schieferung handelt, sondern um echte schichtweise Wechsellagerung.

Außerdem scheint es dem Verfasser festzustehen, daß die kristallinen Schiefergesteine an sehr vielen Stellen sich in auskeilender Wechsellagerung befinden, so daß man nicht annehmen darf, daß sich eine bestimmte Gesteinsbank nun etwa in gleichbleibender Mächtigkeit durch den ganzen Bereich dieser Schichtengruppe hindurchzieht.

Die nördlich der Innersudetischen Hauptverwerfung gelegenen Grünschiefer sind nur an wenigen Stellen anstehend zu beobachten, am besten auf dem Bergkämme, der sich von den Breslauer Steinen bei Streckenbach nach der Rosenbaude hinzieht. Das Streichen der Schiefergesteine ist ganz vorwiegend westnordwestlich, an einzelnen Stellen auch ostnordöstlich gerichtet, das Einfallen vielfach saiger, bisweilen steil nach Süden oder Südwesten.

Die Gliederung und die Verbandsverhältnisse der südlich vom Bober und westlich von der Innersudetischen Hauptverwerfung gelegenen Schiefergesteine sind über Tage nur schwer festzustellen, weil zwischen Kupferberg und dem südlichen Ende von Waltersdorf nur an ganz wenigen Stellen Klippen anstehenden Gesteines zu finden sind, so daß man in der Hauptsache auf lose Gesteinsbruchstücke angewiesen ist.

Es scheint auf BERGS Karte richtig dargestellt zu sein, daß vom südlichen Rande des Blattes Kupferberg bis zum Süden von Waltersdorf das Streichen der Schichten im Mittel nordsüdlich verläuft. Zunächst der Granitgrenze lagert dort eine Zone, zum Teil Andalusit und Cordierit führender Glimmerschiefer mit Zwischenlagerung von Amphiboliten, Marmor und Graphitschiefer. Das Einfallen der Schichten ist vorwiegend steil nach Osten gerichtet. Sie werden anscheinend konkordant überlagert von Quarzitschiefer und einer zweiten Zone von Amphibolit.

Weiter nach Norden zu tritt aber eine starke Änderung des Streichens ein. Schon westlich vom mittleren Teile von Waltersdorf ist eine Umlenkung des Streichens nach Nordwesten bei vorwiegend steilem Einfallen nach Nordosten festzustellen. Auch BERG hat westlich von Punkt 627 in Waltersdorf nordwestliches Streichen des Glimmerschiefers eingetragen. Er hat in jener Gegend eine ganze Anzahl westöstlich bis westnordwestlich streichender Verwerfungen eingezeichnet, von denen die Schieferschichten vorwiegend nach Westen bzw. Nordnordwesten verschoben sein sollen, eine Darstellung, die bei dem fast vollständigen Fehlen von Aufschlüssen anstehenden Gesteines unmöglich erscheint. Daß sie weiter nach Norden zu sicher falsch ist, lehren die oben genannten Aufschlüsse auf der Chaussyhöhe und westlich von ihr, die fast westöstliches Streichen der umgewandelten Sedimente erkennen lassen.

Der Verfasser hat in der kurzen ihm zur Verfügung stehenden Zeit bei seinen Begehungen in der Gegend um Kupferberg und Waltersdorf die Überzeugung gewonnen, daß die Schiefergesteine jener Gegend durch die gebirgsbildenden Vorgänge im stärksten Maße zusammengefaltet worden sind, wodurch das wiederholte Vorkommen von Glimmerschiefern und andalusitführenden Schiefen innerhalb der Quarzitschiefer und Amphibolite bedingt worden ist. Nur so dürfte z. B. das Vorkommen von Andalusithornfels im

Amphibolit und Kalksilikathornfels des Müllerbusches oder in den Quarzitschiefern der Chaussyhöhe und unmittelbar an der Verwerfung westlich von der Bergmühle zu erklären sein. Und zwar muß diese starke Faltung sich vor dem Empordringen des Riesengebirgsgranites vollzogen haben oder gleichzeitig mit ihr. Durch seine kontaktmetamorphe Einwirkung sind die Spuren der starken Gebirgsbewegungen zum größten Teile durch Umkristallisation verwischt worden.

Überall dort, wo fortlaufende Aufschlüsse vorhanden sind, erkennt man, daß zwischen den verschiedenen Gliedern der Schichtgesteine eine oft wiederholte Wechsellagerung stattfindet. So sieht man z. B. am Frauenstein bei der Kreuzschenke südlich Waltersdorf eine vielfache Wechsellagerung von Quarzitschiefer und Glimmerschiefer. Auf der Chaussyhöhe in nächster Nähe des Denksteines treten mitten im Bereiche des Quarzitschiefers Klippen von Glimmerschiefer, Andalusitglimmerschiefer und Cordierithornfels zutage. In der Nähe der Bergmühle am Bober zeigt sich eine Wechsellagerung von Glimmerschiefer mit Amphibolit und Andalusitglimmerschiefer, und in den Strecken des Adlerschachtes und des Einigkeitsschachtes kann man sich leicht von der vielfachen Wechsellagerung dieser Schiefergesteine überzeugen. Wie vielfältig diese Wechsellagerungen sind, das erkennt man am besten durch die Untersuchung von Dünnschliffen quer zur Schichtung, in denen sehr häufig in einem Schliffe Amphibolite mit Glimmerschiefer oder Kalksilikathornfelse mit Amphiboliten abwechseln. Bei der Begehung von aufschlußlosem Gelände findet man daher auch meist ein buntes Durcheinander der verschiedenen Glieder der kontaktmetamorphen Schiefergesteine, das also sicher zum großen Teil auf ursprüngliches Nebeneinandervorkommen derselben hindeutet, wenn auch natürlich durch die menschliche Tätigkeit bei der Feldbestellung und dem Waldbau dies noch mehr gesteigert worden ist.

Auf den Riesengebirgsgranit und seine Ganggesteine braucht hier, da die Erzlagerstätten nicht in ihm liegen, nur kurz eingegangen zu werden. Wenn man längs der Granit-Schiefer-Grenze geht, beobachtet man an zahlreichen Stellen Einschlüsse der Schiefer in dem Granit. Und in den granitnahen Teilen des geschlossenen Schiefergebietes kann man zahlreiche granitische Adern im Schiefer beobachten. Diese sind meist von feinkörniger, aplitischer Beschaffenheit und lassen sich auf dem in der Nähe des Grundmannschachtes befindlichen Lesesteinhaufen überall nachweisen. Auch in den Schiefergesteinen der Bleiberge finden sich zahlreiche meist nur wenige Millimeter starke granitische Äderchen. In deutlichster Weise sieht man in den Strecken des Einigkeits- und des Adlerschachtes Granitgänge vorwiegend von aplitischer, bisweilen auch pegmatitischer Beschaffenheit im Streichen der Schichten und diese diskordant durchsetzend. Schließlich sei auch noch auf das überaus häufige Vorkommen von Quarzadern in den Schiefergesteinen hingewiesen. Sie gehen meist oder wenigstens sehr häufig der Schichtung parallel und schwellen nicht selten linsenförmig an. Bisweilen queren sie aber auch die Schichten unter verschiedenen Winkeln. Sie geben sich hierdurch wahrscheinlich als letzte, wohl hydrothermale Abkömmlinge des granitischen Magmas zu erkennen.

In den zurzeit befahrbaren bergmännischen Aufschlüssen wurden des öfteren Klüfte beobachtet, an deren Wänden sich vielfach wagerechte oder flach geneigte Rutschstreifen beobachten ließen. So zeigten sich im Einigkeits-

schacht sowohl solche im Streichen der Schichten als unter sehr verschiedenen Winkeln quer zu ihnen. Es ließ sich aber hier mehrfach feststellen, daß an ihnen höchstens ganz geringfügige Verschiebungen in wagerechtem Sinne stattgefunden haben können, da z. B. das Lager „Frohe Erwartung“ zu beiden Seiten solcher Spalten fast ungestört weiter fortsetzt. Ähnliche Beobachtungen sind auch im Adlerschachte auszuführen, obwohl hier mehrfach auch deutlichere Verschiebungen festzustellen sind, auf die aber hier nicht näher einzugehen ist, da die bergmännischen Verhältnisse der Kupferberger Erzlagerstätten von anderer Seite besprochen werden sollen.

## II. Beschreibung des Vorkommens und der petrographischen Beschaffenheit der einzelnen Schieferarten.

Leider war es wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit dem Verfasser nicht möglich, alle Glieder der bei Kupferberg vorkommenden Schiefergesteine zu sammeln. So konnten die zurzeit nicht aufgeschlossenen Graphitschiefer und Marmorvorkommen nicht näher untersucht werden. Ebenso auch nicht die Gesteine südöstlich von Adlersruhe und Prittwitzdorf und für die Aufsammlung von Gesteinen des auf Blatt Kupferberg eingezeichneten östlichen Amphibolituzuges standen auch nur wenige Stunden zur Verfügung. Immerhin hofft aber der Verfasser, daß die nachfolgenden Untersuchungen, deren Unvollständigkeit er sich sehr wohl bewußt ist, einige neue Beiträge zur Kenntnis der Schiefergesteine des Kupferberger Erzgebietes ergeben werden.

### 1. Quarzitschiefer.

Auf Blatt Kupferberg sind, wie schon erwähnt, die Quarzitschiefer dargestellt als ein nordnordöstlich bis nordsüdlich streichendes bis 250 m breites Band, das zwischen Glimmerschiefern und Amphiboliten liegt.

In Wahrheit aber sind ihre Lagerungsverhältnisse bei Kupferberg und Waltersdorf durchaus andere. In den Klippen auf der Chaussyhöhe und im Prellerquerschlage der Einigkeitsgrube kann man sehr deutlich ein Streichen von N 80° W der schätzungsweise 40 bis 50 m mächtigen Quarzitschiefer messen, die sehr steil (etwa 85°) nach Norden einfallen. Auch auf der Chaussyhöhe ganz in der Nähe des Denkmals befinden sich Klippen von Quarzitschiefer, der in Glimmerschiefer übergeht. Das Streichen ist hier fast genau westöstlich mit kleinen Abweichungen nach Nordwesten bzw. Nordosten, bei sehr steilem (85°) Einfallen nach Norden. Etwas abweichende Richtung beobachtet man örtlich an den Klippen am südlichen Steilgehänge des Bobertales, wo man nordöstliches Streichen bei saigerem Einfallen mißt. Dies scheint aber ganz örtlich zu sein; denn die benachbarten Amphibolite streichen nach BERGS Karte fast westöstlich mit ganz schwacher Abweichung nach Nordwesten. Auch etwas südwestlich vom neuen Adlerschachte finden sich Bruchstücke von Quarzitschiefer, die nach der Art ihres Vorkommen zu schließen, auf Anstehen dieses Gesteines im Untergrunde hindeuten. Es handelt sich hier wohl um solche Erscheinungen wie sie CLOOS in seiner „Einführung in die tektonische Behandlung magmatischer Erscheinungen“, I, S. 11, treffend mit einem aus ursprünglich wagerechter zu steiler Stellung aufgerichteten Wellblechdache vergleicht, dessen Hauptstreichrichtung tangential zu den Scheiteln der Wellen, hier nordnordwestlich bis fast westöstlich ist.

Begeht man die Grenze zwischen Granit und Schiefer am linken (westlichen) Gehänge des Waltersdorfer Baches, so findet man zwischen den Lesesteinen von Glimmerschiefern und Amphiboliten an zahlreichen Stellen im Walde am Nordostgehänge des Sandberges auch Lesesteine von Quarzitschiefern, die man wohl kaum als verschleppt ansehen darf. Man muß also auf eine vielfach wiederkehrende Wechsellagerung von Glimmerschiefern, Amphiboliten und Quarzitschiefern schließen, bei fast westöstlichem Streichen der Schichten etwa senkrecht zur Granitgrenze.

Auch im Müllerbusch östlich vom mittleren Teile von Waltersdorf kommen Quarzitschiefer im Bereiche des Amphibolites vor und am Frauenstein südöstlich von Waltersdorf ist eine innige Wechsellagerung von Glimmerschiefer, Quarzitschiefer und Kalksilikathornfels zu beobachten.

BERG hat (Abh. S. 57 und Erl. S. 57) darauf hingewiesen, daß die Quarzitschiefer öfters eine feine Fältelung aufweisen, die bis zu 10 mm hohe Fältchen ausgebildet hat. Auf dem Längsbruche kommt hierdurch bisweilen eine Art von stengeligem Gefüge zustande. Solche gefältelte Quarzitschiefer sind namentlich zwischen der Chaussyhöhe und dem Waltersdorfer Teiche zu beobachten. An anderen Stellen dagegen sind die Quarzitschiefer ganz ebenschieferig und fast dicht ausgebildet, so daß sie äußerlich große Ähnlichkeit mit gewissen Alsbachiten gewinnen, wie z. B. im Prellerquerschlage der Einigkeitsgrube.

Meist aber sieht man eine deutliche Schichtung, die durch den Wechsel dunklerer, an Biotit und Eisenerz reicherer papierdünner Streifen und etwas stärkerer heller Lagen erzeugt wird. Endlich sind zu erwähnen gefleckte Abarten, bei denen auf den Schichtflächen kreisrunde, elliptische oder unregelmäßige, manchmal fast garbenartige dunklere Stellen hervortreten, die auch im Querbruche und im Längsbruche ähnliche Durchschnitte ergeben; im Dünnschliff erweisen sich diese im auffallenden Licht dunkleren Flecke als reich an *Zoisit*.

Wie BERG mit Recht betont, sind die Quarzitschiefer offenbar sehr widerstandsfähig gegen die Verwitterung. Sie lösen sich im Ausgehenden gern in einen aus scharfeckigen polyedrischen Stücken bestehenden Knack auf.

Unter dem Mikroskop ergeben sich als ihre wesentlichen Gemengteile: Quarz, Feldspat, Muscovit, Biotit und Eisenerz.

Quarz und Feldspat bilden ein feinkörniges Gemenge, an dem sich beide in ungefähr gleichem Maße beteiligen. In allen Schliffen aus neun verschiedenen Handstücken, die aus der Gegend zwischen Bober, dem mittleren Teile von Waltersdorf, dem Müllerbusch und dem Neuen Adlerschacht stammen, ist die Beteiligung beider Mineralien am Aufbau der Quarzitschiefer ungefähr gleichmäßig, was allerdings mit BERGS Angaben nicht ganz übereinstimmt. An vielen Stellen sieht man eine Art von Feldspat-Grundteig, in dem die Quarzkörnchen mehr oder weniger dicht liegen, während an anderen Stellen der Quarz entschieden vorwaltet. Aber auch hier ist überall Feldspat, und zwar nicht bloß in einzelnen Körnchen vorhanden. Letzterer hat überall niedrigere Lichtbrechung als der Quarz, und dürfte, da er auch nirgends Zwillingbildungen erkennen läßt, wohl als Orthoklas zu deuten sein. An vielen Stellen ist er durch Zersetzung stark getrübt. Umwandlung zu Muscovit scheint hier nicht vorzukommen, sondern Kaolinisierung, die bis zu starker Trübung geht,

so daß sich die Feldspäte sehr deutlich von den klaren Quarzen abheben. Der durchschnittliche Durchmesser der Quarze und der Feldspäte beträgt etwa 0,025 mm, geht aber bisweilen auch bis zu 0,1 mm. Die Quarze sind ganz vorwiegend sehr arm an Flüssigkeits- und anderen Einschlüssen. Nicht selten kommen äußerst dünne, manchmal knieförmig verzwilligte Rutilnadelchen vor. Im polarisierten Lichte zeigen die Quarze in den einzelnen Körnern einheitliche Auslöschung. Es kommen aber gelegentlich auch Quarzkörner von wesentlich größerem Durchmesser vor, die dann öfters undulös auslöschen, während die sie umgebenden kleinen Quarzkörnchen völlig einheitlich optisch orientiert sind. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß diese größeren, undulös auslöschenden Quarze klastische Körner sind, welche der Umkristallisation bei der Kontaktmetamorphose Widerstand geleistet haben.

In diesem Quarzfeldspat-Gemenge liegen nun mehr oder weniger zahlreiche Glimmerblättchen, und zwar vorwiegend solche von Muscovit. Ihre Durchschnitte senkrecht zur Basis sind meist 0,03 bis 0,05 mm lang und 0,01 bis 0,02 mm dick, gehen aber auch öfters bis zum mehrfachen dieser Größen. Im Längsschnitt des Quarzitschiefers sind sie zum großen Teil parallel angeordnet. Sie liegen zum Teil zwischen den Quarzen und Feldspäten, werden aber auch öfters von ihnen umschlossen, gehen wohl auch manchmal durch mehrere Körner hindurch. Im Querschliff eines deutlich gefalteten Quarzitschiefers zeigt sich eine Art von kranzförmiger Anordnung der Glimmerblättchen. Ab und zu sieht man im Schliff auch wesentlich größere Blättchen von Muscovit, die quer zur Schichtung stehen und kleine Quarzkörnchen umschließen.

Neben Muscovit kommt auch Biotit vor in Blättchen, die fast stets die mehrfache Größe der kleinen Muscovitschüppchen haben.

Am Westgehänge der Chaussyhöhe fand sich ein eigentümlicher Quarzitschiefer, auf dessen Schichtflächen kreisrunde, elliptische oder längliche schwarze Flecke erscheinen, die bis 2 cm Durchmesser haben und im Querbruch als dünne schwarze Linien erscheinen, die aus Biotitblättchen bestehen. Gewisse Schiefer der Chaussyhöhe zeigen reichlich solche dunkle, der Schichtung gleichlaufende Bänderung und vermitteln den Übergang zu den auf den Höhen anstehenden Klippen von Glimmerschiefer.

In allen Schliffen kommen rundliche Körner und deutliche Kristalle von Magneteisenerz vor, die sich bisweilen ziemlich stark anhäufen.

Höchst auffällig ist das Fehlen oder doch nur sehr spärliche Vorkommen charakteristischer Übergemengteile. So konnte z. B. Granat, den BERG als häufig und auch am Waltersdorfer Teiche vorkommend angibt, nur in einem sehr kleinen Körnchen aufgefunden werden. Außerdem aber kommen nur unter dem Mikroskop nachweisbare, farblose, stark lichtbrechende und stark doppelbrechende Körnchen, etwa von der Größe der kleinen Quarzkörnchen, vor. Ihre Natur ist bei dem Fehlen aller Kristallumrisse nicht zu bestimmen. Deutliche Zirkonkriställchen fehlen. Einige länglichrunde, stark licht- und doppelbrechende Körnchen könnten hierher gehören. Sie machen aber den Eindruck abgerollter Körnchen.

Zwischen dem Waltersdorfer Teich und der Chaussyhöhe fanden sich endlich noch dunkelgefleckte Quarzitschiefer, deren Flecke sehr reich an Zoisit sind. Die Zoisite erscheinen im Dünnschliff als höchst unregelmäßig gestaltete, sehr stark lichtbrechende, nach einer Richtung sehr deutlich spaltende Indi-

viduen. Sie ergeben im polarisierten Lichte niedrige, bisweilen anomal bläuliche Farbentöne und sind oft erfüllt mit Einschlüssen von Quarz, Eisenerz und kleinen Biotitschüppchen.

## 2. Glimmerschiefer.

An mehreren Stellen kann man in Klippen anstehenden Gesteines den Übergang von Quarzitschiefern in Glimmerschiefer beobachten, besonders, wie schon gesagt, am Chaussydenkmal und weiter südlich am Frauenstein bei Kreuzwiese. Auch in den Bahneinschnitten unterhalb und oberhalb der Bergmühle ist dies deutlich festzustellen.

Im allgemeinen sind die Glimmerschiefer wenig geeignet, sich aus dem Gelände herauszuheben, da sie ihrem ganzen Gefüge nach der Verwitterung wenig Widerstand leisten können. Es sind dunkelgraue bis schwarze, bei der Verwitterung sich oftmals grünlichgrau färbende Gesteine, auf deren Schichtflächen man fast nur Glimmer sieht. Unfrische Gesteine tragen oft auf diesen Häutchen von Eisenoxydhydrat. Die Schichtflächen zeigen oft Biegungen oder wellige Formen. Auf dem Querbruche sieht man häufig einen Wechsel dunkler glimmerreicher und heller quarzreicher Schichten, einen Wechsel der oft zu großer Feinheit der einzelnen Lagen geht. Die Fältelung der Glimmerschiefer ist namentlich in der Gegend von Kupferberg verbreitet, tritt aber oft erst unter dem Mikroskop im Querschliff in aller ihrer Feinheit hervor. Sehr häufig werden die Glimmerschiefer von Quarztrümchen injiziert, die ganz vorwiegend parallel zur Schichtung verlaufen und alle Windungen und Faltungen derselben mitmachen, gelegentlich aber auch sich bauchig erweitern und dann wieder zusammenziehen. Diese starke Injektion mit Quarzadern, die in ihrer ganzen Ausbildungsweise stark an granitische Injektion erinnert, ist namentlich in den bergbaulichen Aufschlüssen, besonders dem Neuen Adlerschacht vorzüglich zu beobachten.

Im Dünnschliff erkennt man, daß die Glimmerschiefer aus Biotit, Muscovit und Quarz als Hauptgemengteilen bestehen, denen gegenüber Feldspat meist stark zurücktritt. Dazu kommen noch opakes Erz, meist in recht kleinen Körnchen, Apatit, Turmalin und Rutil als akzessorische Gemengteile.

Die Glimmerblättchen bestehen zu einem sehr großen Teil aus Muscovit, neben dem der Biotit mehr oder weniger reichlich vertreten ist. Und zwar liegen beide Glimmerarten meist in regelloser Verteilung nebeneinander. Der Biotit ist namentlich in der Nachbarschaft der Erzlagerstätten oft in Chlorit umgewandelt.

Das Gefüge der Glimmerschiefer ist vielfach außerordentlich verworren. Man sieht zahllose Falten und Fältchen mit eng aneinander gepreßten Schenkeln. Auch finden sich nicht selten Nester von Glimmerblättchen in höchst verworrener Lagerung. Oft liegen in diesen Glimmerhaufwerken Quarzkörnchen, meist aber ist der Quarz zu besonderen Lagen zusammengeschlossen, in denen noch mehr oder weniger reichlich Glimmerblättchen verteilt sind. Die Quarzlagen setzen sich zusammen aus einem Haufwerk polygonaler Quarzkörnchen, so daß ein typisches Pflastergefüge entsteht. Die einzelnen Körnchen dieses Haufwerkes sind im polarisierten Lichte durchaus einheitlich. Undulöse Auslöschung kommt kaum vor. Ihre Aggregate enthalten oft ganz so wie die der Quarzitschiefer Glimmerblättchen, die teils mitten in dem Quarzkörnchen liegen, teils so, daß sie sich an der Grenze mehrerer Körner befinden, oder

endlich so, daß sie durch mehrere Körner hindurchgehen. Die optisch durchaus einheitliche Beschaffenheit der Quarzkörnchen auch in den Schichten, die alle Faltungen der Glimmerlagen mitmachen, beweist, daß die Umkristallisation des Glimmerschiefers erst nach Abschluß der Faltungsvorgänge erfolgt sein kann. Die spärlich vorhandenen Feldspäte sind anscheinend nur Orthoklase in oft recht unregelmäßigen, fast stets stark getriebenen Körnern. Manche Glimmerschiefervorkommen bauen sich nicht aus vorwaltenden Glimmerschichten mit untergeordneten Quarzlagen auf, sondern aus Quarz, der von mehr oder weniger zahlreichen, vorwiegend parallel gelagerten Glimmerblättchen durchschwärmt wird, so daß alle möglichen Übergänge aus glimmerreichen Schiefen mit untergeordneten Quarzlagen in feldspatarmer Quarzschiefer ausgebildet sind. In den Glimmerschiefern liegen vereinzelte Apatitkörnchen, die bis 1 mm groß werden, und ganz unregelmäßige Umrandungen, besonders elliptische Querschnitte, haben. Auch finden sich sehr vereinzelte Turmaline, die ganz vorwiegend sehr regelmäßig sechseckige Querschnitte haben und im Querschnitt bläulichgrün, im Längsschnitt blaugrün und fast farblos sind. Rutil findet sich in Form der Tonschieferinädelchen, oft in knieförmigen Zwillingen, namentlich in den im Glimmergewebe liegenden Quarzkörnchen, aber durchaus nicht reichlich, im Glimmer sogar recht vereinzelt. Eine eigentümliche Anordnung der Rutilinädelchen in manchen Quarzkörnchen der Glimmerschiefer und Andalusitglimmerschiefer soll bei letzterem besprochen werden. Opakes Erz, meist in Form recht kleiner Körnchen, ist in den meisten Glimmerschiefern vorhanden, aber nirgends reichlich. In sehr geringer Menge kommen vor: Grüner Spinell und Zirkon.

Zu erwähnen ist auch noch, daß sich in den Biotiten, besonders denen aus der Nähe der Erzlagerstätten oft dunkle Höfe zeigen um farblose, sehr stark lichtbrechende Körnchen von höchst unregelmäßiger Gestalt, die nicht Zirkon zu sein scheinen.

### 3. Andalusit- und Cordierit-Glimmerschiefer und -Hornfelse.

Diese Gesteine finden sich innerhalb des vom Verfasser näher untersuchten Gebietes sowohl in der Nähe der Granitgrenze als weit entfernt von ihr. An der Granitgrenze sind sie am Ostgehänge des Sandberges bei Jannowitz in zahlreichen Lesesteinen zu finden, aber innig vermischt mit solchen von gewöhnlichen Glimmerschiefern, usw. Auf der Chaussyhöhe finden sich einige kleine Klippen von Glimmerschiefer, innerhalb deren auch Lagen von Andalusit- und Cordierit-Hornfelsen vorkommen. Diese fast westöstlich streichenden Klippen sind offenbar die Fortsetzung der Andalusitschiefervorkommen, die MERENSKI und BERG von der Gegend zwischen Dreschburg und der Adlergrube erwähnen. Typische Andalusithornfelse kommen endlich in den Klippen an der Straße Jannowitz—Rudelstadt auf dem rechten Boberufer vor, westlich von der Bergmühle. Südwestlich von Kreuzwiese am Nordgehänge des Ochsenkopfes fanden sie sich an einem anscheinend neu angelegten Waldwege in zahlreichen frischen Blöcken, auch an dieser Stelle offenbar wechsellagernd mit andalusitfreien Glimmerschiefern und mit Amphiboliten. Leider war es dem Verfasser nicht möglich, die schon von WEBSKY beschriebenen typischen „Dichroitgneise“ am Ochsenkopf selbst aufzusuchen. Auch im Müllerbusch etwa in der Gegend der Höhenzahl 516 der Karte fand sich

zwischen Amphibolit, Kalksilikathornfels und Quarzitschiefer typischer Andalusit-Hornfels, dessen genaue Verbreitung sich leider wegen des völligen Fehlens von Aufschlüssen und wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit nicht genauer feststellen ließ. Jedenfalls zeigen aber schon diese Angaben, daß die Verbreitung und die Lagerungsverhältnisse dieser Schiefergruppe ganz wesentlich anders sind, als auf Blatt Kupferberg dargestellt ist.

Die Andalusit- und Cordierit-Hornfelse sind schwarze bis dunkelgraue, meist nur undeutlich schieferige Gesteine, die bei der Verwitterung etwas hellere Färbung annehmen; sie sind durch alle denkbaren Übergänge verknüpft mit Glimmerschiefern von vorwiegend dunkelgrauer, nicht selten auch dunkelgraubrauner Färbung, die oft nur spärliche Andalusite und Cordierite führen und in andalusit- und cordieritfreie Glimmerschiefer übergehen. In den Klippen auf der Chaussyhöhe kann man diese Übergänge leicht verfolgen.

Die Andalusite erscheinen im Querschnitte des Gesteines öfters als dunkle, hirsekorngroße Flecke, treten auch manchmal auf angewitterten Flächen als Warzen hervor, die bis Linsengröße anwachsen können. BERG gibt nach MERENSKI garbenschieferartige Andalusitgesteine aus dem Westteil der „Glimmerschieferscholle“ bei der Adlergrube an. Der Verfasser konnte solche zur Zeit nicht beobachten. Die Andalusite sind nicht selten aus mehreren Teilkörnern zusammengesetzt. Im Dünnschliff zeigen sie vorwiegend kreisförmige oder elliptische Umriss, selten sind es unvollkommen prismatisch ausgebildete Einzelkristalle. Sie sind stets farblos und zeigen daher im Dünnschliff auch keinen Pleochroismus. Sie werden nicht selten von Systemen zweier senkrecht zu einander stehender Spaltrisse durchsetzt. Sehr verbreitet sind in ihnen Einschlüsse von Biotit, gegen die Erzkörnchen und solche von Quarz meist stark zurücktreten. Häufig ist eine Zersetzung in verworren schuppige Aggregate von Muscovit.

Die Anwesenheit des Cordierites ist in den vom Verfasser untersuchten Gesteinen nicht mit bloßem Auge festzustellen. Meist ist er im Dünnschliffe vollständig farblos. Nur in den Cordieriten eines Gesteines aus dem Müllerbusch sieht man einen schwachen Farbenwechsel von gelblich zu farblos. Die Cordierite erscheinen hier vorwiegend als spindelförmige Körner, deren größte etwa 2 mm Länge bei 0,5 mm Breite erreichen. Hier sind die Zersetzungserscheinungen sehr deutlich zu verfolgen. Die Körner sind meist von Spalten senkrecht zu ihrer Längserstreckung durchzogen, von denen aus sich eine Umwandlung in farblose, glimmerähnliche Blättchen vollzieht, die teils senkrecht teils parallel zu den Spalten stehen.

Cordierit und Andalusit in einem Hornfels schließen sich durchaus nicht gegenseitig aus, sondern finden sich vielfach nebeneinander.

Sehr bemerkenswert ist ein schwarzer, nur undeutlich schieferiger Hornfels, vom Nordostgehänge des Ochsenkopfes. Aus der angewitterten Oberfläche treten unrein weiße Schmitzen heraus, die unverkennbar parallel gelagert sind. Sie lösen sich auch öfters auf in elliptische oder kugelige Körnchen. Beim Hin- und Herbewegen sieht man auf dem frischen Querbruch aus der schwarzen Grundmasse farblose, sehr kleine Körnchen hell aufblitzen. Im Dünnschliff erkennt man, daß es sich um einen flaserigen Quarz-Biotit-Hornfels handelt, dessen Flasern helle, aus Feldspat oder einem Quarzfeldspatgemenge bestehende Flecke umschließen. Die meist durch Kaolinisierung stark getrübbten Feldspäte

lassen bisweilen noch Andeutungen von vielfältiger Zwillingslamellierung erkennen, scheinen aber zum größten Teil Orthoklase zu sein. Das Gestein enthält spärlichen Andalusit.

Die oben erwähnten sehr kleinen, stark lichtbrechenden farblosen Körnchen zeigen im Schliff ganz unregelmäßige Umgrenzung. Die größten erreichen etwa 0,3 bis 0,5 mm Durchmesser, die allermeisten aber bleiben weit hinter dieser Größe zurück. Die stets völlig frischen Körnchen sind erfüllt von Quarz, Biotit und Eisenerz. Sie sind unlöslich in konzentriertester Flußsäure. Ihr Brechungsexponent ist höher als der des Methylenjodids (1,74). Auch die aus Gesteinssplintern durch lange Einwirkung von Flußsäure herausgelösten Körnchen zeigen keine kristallographischen Begrenzungen. Ab und zu glaubt man eine ganz schwach bläuliche Färbung beobachten zu können. An einem dieser Körnchen ließ sich das Achsenbild eines optisch einachsigen negativen Kristalls feststellen. Nach all diesem scheint das fragliche Mineral *Korund* zu sein. Dasselbe fand sich auch noch in mehreren anderen andalusitführenden oder andalusitfreien Hornfelsen des Kupferberger Gebietes. Seine Menge ist aber überall nur sehr gering. Neben Korund fand sich in dem Rückstande des mit Flußsäure behandelten Hornfelses noch etwas brauner Turmalin, aber nicht ein einziger Zirkon. Als weitere Gemengteile des genannten Hornfelses sind noch zu erwähnen: Apatit in recht unregelmäßig rundlichen Körnern, die bis 1 mm Durchmesser haben, grüner Spinell stets sehr unregelmäßig begrenzt und als Einschluß in Quarz und Feldspat Rutilnadelchen, ferner Magneteisenerz in kleinen Kriställchen und in Körnern bis zu mehreren Millimetern.

Sehr interessant ist ein anderes andalusitführendes, äußerlich mehr einem Glimmerschiefer ähnelndes Gestein von der Chaussyhöhe. Es ist dunkelgrau gefärbt. Im Handstück betrachtet macht es einen ebenschieferigen Eindruck. Aber auf einer Schnittfläche quer zur Schieferung sieht man schon am Verlaufe von Quarzbändern, daß es stark gefaltet sein muß. Der Dünnschliff bestätigt dies vollkommen. Man erkennt leicht, daß das Gestein eine Zertrümmerung in zahlreiche Schuppen erlitten hat, längs Ebenen, die mit der Schichtung parallel laufen, oder spitze Winkel mit ihr bilden, und daß innerhalb dieser Streifen sich sehr starke Stauchungen vollzogen haben. Dieser Andalusitglimmerschiefer (vgl. Tafel 4, Bild 1), gliedert sich in Streifen, die zum Teil fast nur aus Muscovit und stark verändertem Biotit bestehen, teils aus Quarzlagen, die mehr oder weniger reichlich Glimmer enthalten. Die Andalusite liegen in den glimmerreichen Schichten. Sie sind höchst unregelmäßig umgrenzt, was wohl zum großen Teil von ihrer späteren teilweisen Umwandlung in Muscovit herrührt. Manche kleine mitten im Glimmer liegende Körnchen stimmen in ihrer optischen Orientierung völlig mit benachbarten größeren Andalusiten überein, so daß sie wohl als Reste von stark zersetzten Teilen eines größeren Andalusites anzusehen sind. Sie sind ganz farblos, zeigen keinen Pleochroismus und sind erfüllt mit zahlreichen Einschlüssen von Quarz, Erzkörnchen usw. Es ist bemerkenswert, daß manche Andalusite aus einem der deutlich gegeneinander, zum Teil durch opake Körnchenreihen, abgegrenzten Streifen weit in einen oder auch mehrere Nachbarstreifen hinüberreichen. In den vier Streifen, die auf obigem Bilde dargestellt sind, herrscht durchaus verschiedenartiges Gefüge. Der zweite und der dritte Streifen von links aus bestehen zum größten Teile aus feinen Blättchen von Muscovit und aus opaken Erz-

körnchen, von denen manche zum Rutil zu gehören scheinen. Am linken Bildrande sieht man nun diese opaken Körnchen zu geraden Linien aneinander gereiht, die mit der Grenze des Streifens einen Winkel von etwa  $30^{\circ}$  bilden. Im zweiten Streifen dagegen finden sich diese opaken Körnchen angeordnet zu S-förmig gekrümmten quer zu den Rändern des Streifens verlaufenden Linien. Aus dem dritten Streifen greift ein größeres, sehr unregelmäßig gestaltetes Andalusitkorn über die den Streifen begrenzenden Erzkörchenreihe in den links angrenzenden Streifen über. Man kann hier also ganz zweifellos feststellen, daß sich zwar sehr bedeutende Bewegungen in der Richtung der Gesteinsschichtung vollzogen haben, daß aber diese Bewegungen sich unbedingt vor der Herausbildung des jetzt sichtbaren Gesteinsgefüges abgespielt haben. Im besonderen muß die Auskristallisation des Andalusites in eine spätere Zeit fallen, als die mechanische Umformung des Gesteines. Auch die stark gefalteten Quarzlagen zeigen keinerlei anomale Auslöschung des für Gebirgsdruck so überaus empfindlichen Quarzes. Alle ihre Körner löschen in sich durchaus einheitlich aus.

Nahe verwandt den oben geschilderten S-förmig gekrümmten Reihen opaker Erzkörnchen sind ähnliche Gebilde, die aus deutlichen meist nur etwa 0,01 bis 0,02 mm langen Rutilnadelchen bestehen. Es sind teils Einzelkristalle teils knieförmige Zwillinge, die teils im Quarz, teils im Feldspat oder Glimmer, auch nicht selten im Apatit liegen. Meist sind sie nur vereinzelt oder in einigen wenigen Exemplaren in einem fremden Mineralkorn ausgeschieden. Bisweilen aber sind Quarze oder Feldspäte dicht von ihnen erfüllt. Und zwar zeigen solche Körner nicht selten höchst auffällige S-artige Anordnung ihrer Rutileinschlüsse, so wie zum Beispiel das in Tafel 4, Bild 2, in etwa 75facher Vergrößerung dargestellte Quarzkorn, das im polarisierten Lichte in drei Teilkörner zerfällt, durch deren Grenzen der Zug der Rutilnadelchen ohne jede Ablenkung hindurchgeht. Innerhalb dieses Wirbels aber liegen die Rutilnadelchen keineswegs in einer Richtung, sondern sowohl in der Schlifffebene als in den verschiedensten Richtungen schräg zu derselben angeordnet, so daß man klar erkennen kann, daß nicht eine bestimmte Druckkraft gleichsinnige Anordnung der Kriställchen bewirkt hat, sondern daß sie sich ohne irgendeine erkennbare Gesetzmäßigkeit in den allerverschiedensten Richtungen ausgebildet haben. Auch außerhalb des Wirbels liegen in dem gleichen Quarzkorn noch zahlreiche, wenn auch weniger dicht gedrängte Rutilite, die keinerlei Regelmäßigkeit in ihrer Lagerung sehen lassen. Unmittelbar links neben dem großen Quarzkorn liegt, durch eine Reihe opaker Körnchen von ihm getrennt, ein anderer kleinerer im polarisierten Lichte auch in zwei Teilkörner zerfallender Quarz, der in seiner Mitte einen Knäuel regellos gelagerter Rutilnadelchen enthält. Alles dies läßt sicher erkennen, daß während der Auskristallisation der Rutilnadelchen kein richtender Druck herrschte. Wir müssen daher annehmen, daß die Umformung des die Rutilquarze führenden Gesteines in zwei scharf getrennte Perioden zerfiel, in deren erster durch starke Gebirgsbewegung eine Zertrümmerung des Gesteines in zahlreiche Schuppen stattfand mit starken Verschiebungen in einer Richtung, wobei sich die wirbel- bzw. knäuel-förmige Anordnung der  $TiO_2$ -Körnchen vollzog, aus denen dann bei der Kontaktmetamorphose des Gesteines erst die Neubildung der Rutilnadelchen und dann die der Quarzkörner erfolgte.

Derselbe Schliff enthält auch ein Orthoklaskorn mit einem Rutilwirbel. Der Orthoklas ist anscheinend ein Karlsbader Zwilling, und die Mittellinie des Rutilwirbels, der durch beide Zwillingshälften geht, steht ungefähr senkrecht zur Zwillingsgrenze. Hier ist es nun wohl ganz klar, daß die Entstehung des Rutilwirbels älter sein muß als die Ausbildung des Orthoklases. Ebenso ist es undenkbar, daß die spröden Rutilnadelchen, von denen nicht eines zerbrochen ist, während der Anlage des Wirbels auskristallisiert sein können. Sie müssen sich vielmehr aus vorhandenem  $TiO_2$ -Keimen, die während der mechanischen Umformung des Gesteines zum Wirbel angeordnet wurden, nach Eintritt völliger Ruhe ausgebildet haben und zwar noch vor Auskristallisation der Orthoklase und der Quarze.

Man muß bei diesen Rutilwirbeln an die von W. SCHMIDT und anderen beschriebenen Granatwirbel in kristallinen Schiefern der Alpen<sup>1)</sup> denken. Ähnliche, wenn auch nicht so charakteristische Gebilde kommen noch in anderen Quarzen und Feldspäten desselben Gesteines und ähnlicher Glimmerschiefer in der Umgegend des Neuen Adlerschachtes vor.

Hier soll endlich auch noch eine andere auffällige Erscheinung besprochen werden, die in den Glimmerschiefern jener Gegend beobachtet wurde, da wo sie von Quarzlagen injiziert werden. Diese oft nur Bruchteile eines mm dünnen aber an manchen Stellen sich bedeutend verbreiternden, oft linsenförmig anschwellenden Quarzadern setzen, wie schon mehrfach betont wurde, meist parallel zur Schichtung auf, besonders da, wo die Schiefergesteine stark gefaltet worden sind und wohl durch Abstau Hohlräume erhalten hatten. Unter dem Mikroskop zeigen sich diese Quarzadern fast nur aus Quarzkörnchen aufgebaut, die meist nur wenige, sehr kleine Flüssigkeitseinschlüsse führen. Nur selten zeigen die Quarze undulöse Auslöschung, wie z. B. in einigen aus dem Adlerschachte, wo ja auch kleine Verwerfungen, offenbar recht jungen Alters, beobachtet worden sind.

Zwischen den Schieferschichten und dem eigentlichen Quarzgang finden sich nun öfters sehr dünne, farblose Bänder, die sich aus Fäserchen aufbauen, welche senkrecht zu dem Nebengestein stehen. Der Brechungsexponent dieser Fäserchen erwies sich meist als etwas niedriger wie der des benachbarten Quarzes. Einmal wurde aber das umgekehrte Verhältnis beobachtet. Vielleicht lassen sich jene schmalen farblosen Säume als Chalcedon deuten, der ja auch in dem Serpentin des Popelberges mit bloßem Auge deutlich wahrzunehmen ist.

In mehreren Dünnschliffen von Quarz injizierter Schiefergesteine lassen die benachbarten Biotite eine eigentümliche Umwandlung erkennen. Sie sind vielfach stark getrübt und manchmal in zahlreiche kleine Blättchen zerfallen. Außerdem finden sich an solchen Stellen oft zahlreiche opake Erzkörnchen, die im auffallenden Lichte hell erglänzen und sulfidische Erze, in der Hauptsache wohl Schwefelkies sind.

#### 4. Amphibolite und Kalksilikathornfelse.

Diese Gesteine in der Gegend südlich und westlich von der Hauptverwerfung sind durch Wechsellagerung und Übergänge so eng miteinander verknüpft, daß sich ihre gemeinsame Besprechung empfiehlt. Zwischen diesen

<sup>1)</sup> Literatur in F. BECKE-Struktur und Klüftung. Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie, Bd. 9, 1924, S. 195.

Gesteinen und den Grünschiefern nördlich und östlich von jener Hauptverwerfung besteht insofern ein Gegensatz, als bei letzteren die Verknüpfung mit Kalksilikathornfelsen zu fehlen scheint. In den bergbaulichen Aufschlüssen kann man sich an zahllosen Stellen von der innigen Verknüpfung und der vielfachen Wechsellagerung beider Gesteinsarten überzeugen. Das gleiche kann man bei einer Durchwanderung des Müllerbusches aus den dort zahlreich herumliegenden Gesteinsblöcken zweifellos feststellen. Daß das starke Anschwellen der Amphibolite im Müllerbusch aber nur scheinbar ist, geht daraus hervor, daß diese Gesteine dort, wie schon erwähnt, mit Glimmerschiefern wechsellagern, und daß, wie die Aufschlüsse und die Klippen südlich vom Adlerschacht dartun, ihr Streichen dort auch fast senkrecht zu der auf Blatt Kupferberg angegebenen Hauptverbreitungsrichtung steht, daß also die scheinbare Mächtigkeit jener Zone wohl nur durch zahllose Falten vorgetäuscht wird. Man kann daher sehr stark daran zweifeln, ob überhaupt, wie auf der geologischen Karte angenommen ist, eine obere und eine untere Zone von Diopsidamphiboliten ausgediegt werden darf, zumal da westlich von Waltersdorf die Zone der unteren Amphibolite in fast westöstlich streichenden Klippen ansteht, die somit die im Streichen gelegene Fortsetzung der Amphibolite der Gegend südlich vom Adlerschacht sind. Es ist dies aber eine Frage, die nur durch erneute Kartierung auf Grund von Schürfungen in dem aufschlußlosen Gelände gelöst werden könnte.

Die Amphibolite sind vorwiegend feinkörnige bis dichte, dunkelgrüne bis schwarze Gesteine von großer Zähigkeit, die an solchen Orten, wo sie ohne Zwischenlagerung anderer Schiefergesteine ausgebildet sind, Klippen oder große sehr schwer verwitternde Blöcke bilden. BERG hat mit Recht darauf hingewiesen, daß diese Gesteine ein gutes Material für Wegbeschotterung und ähnliche Zwecke geben.

In den bergbaulichen Aufschlüssen, besonders in den Strecken des Adlerschachtes sieht man sehr deutlich, daß die Amphibolite sehr oft mit Lagen weit helleren Gesteines eng verbunden sind, die sich bei mikroskopischer Untersuchung als Kalksilikathornfelse zu erkennen geben. Auch im Müllerbusch scheint diese vielfache Wechsellagerung dunkler Amphibolite mit helleren Kalksilikathornfelsen sehr verbreitet zu sein, während in den Aufschlüssen an beiden Ufern des Bobers zwischen Alt-Jannowitz und der Bergmühle die Amphibolite ganz entschieden vorwalten.

BERG hat darauf hingewiesen, daß manche von hellen Lagen freie Amphibolite durch ihre fast schwarze Farbe und den Mangel einer deutlichen Schichtung fast an Basalte oder Melaphyre erinnern, „doch ist meist noch die Schiefernatur durch eine gewisse feinschuppige Struktur gekennzeichnet“. Auf dem Querschliff solcher anscheinend massigen Amphibolite erkennt man aber schon mit bloßem Auge, daß es sich hier um überaus stark gefältete Gesteine handelt, deren Fältelung natürlich, wie schon dargelegt wurde, vor der Kontaktmetamorphose erfolgte. Hierher gehören auch die von BERG (S. 59) erwähnten Amphibolite aus der Nähe der großen Randverwerfung oberhalb Neu-Jannowitz, mit ihrer „später erworbenen diaphoritischen Schieferung“. Besonders deutlich werden solche Erscheinungen da, wo mit den eigentlichen dunklen Amphiboliten dünne Lagen lichter Kalksilikathornfelse wechseln, oder wo eine Injektion derartiger Gesteine durch Quarzlagen stattgefunden hat, wie besonders in den Strecken des Adlerschachtes. Hier sieht man im Querschliff

ganz ähnliche Bilder, wie sie oben bei den von Quarz injizierten Glimmerschiefern und verwandten Gesteinen geschildert worden sind.

Die vielfache Wechsellagerung der Amphibolite und Kalksilikathornfelse ist zum Teil schon mit bloßem Auge deutlich zu erkennen; bisweilen gesellen sich auch noch Glimmerschieferlagen hinzu. Durch diesen Wechsel in der Zusammensetzung tritt das Gesteinsgefüge an vielen Stellen sehr klar hervor. Man sieht in manchen Schlifften quer zur Schieferung teils ziemlich regelmäßige Wechsellagerung jener verschiedenen Gesteinsarten, teils eine überaus verworrene Anordnung dadurch, daß dieselben vor ihrer Umkristallisation aufs stärkste mit einander verknüetet wurden. Manchmal kommen hierzu auch noch Quarzadern, die alle Faltungen und Windungen des Schichtenverbandes ohne jede Störung ihres inneren Gefüges mitmachen, also jünger sein müssen, als jene Gebirgsbewegung, durch welche die Schichten zusammengestaucht wurden.

Am Aufbau der Amphibolite beteiligen sich hauptsächlich Hornblende und Feldspat sowie mehr oder weniger reichlich opake Erze. In manchen, aber keineswegs in allen, kommt hierzu auch noch Diopsid. Überhaupt ergab es sich bei der Untersuchung der verschiedenen Amphibolite, daß ziemliche Mannfaltigkeit in ihnen herrscht. Einige bauen sich nur aus ganz blaßgrüner Hornblende auf, die mit ganz wenig Feldspat untermischt ist (nach BERG Albit). Bei anderen findet sich neben Hornblende auch Biotit, so daß alle möglichen Übergänge zum Glimmerschiefer vermittelt werden. In anderen Amphiboliten ist die Hornblende weit tiefer, bläulichgrün gefärbt. Alle diese Hornblendensorten aber gehören wohl sicher in die Gruppe des Aktinolithes. Neben Hornblende und Feldspat kommt nicht selten auch Quarz vor, der in den eigentlichen Diopsid-Amphiboliten zu fehlen scheint. Sehr häufig durchspießen ganz blaßgrün gefärbte Strahlsteinfasern die Feldspäte und Quarze, oft in büscheligen Aggregaten. In einigen der hierher gehörigen Gesteine fand sich auch besonders in den Feldspäten Rutil in feinsten Nadelchen, einfachen und Zwillingkriställchen. Andeutungen von Rutilwirbeln wurden mehrfach beobachtet. Nicht selten kommt auch Apatit vor und zwar in verhältnismäßig großen Körnern, die vielfach über Millimeter groß werden, aber nie scharfe kristallographische Begrenzung zeigen. Es ist recht auffällig, daß Apatit in allen Kontaktgesteinen der Kupferberger Gegend diese unregelmäßige Form besitzt. Als Nebengemengteile sind noch zu erwähnen: Titanit, Eisenerze, Turmalin und grüner Spinell, letzterer in einigen Schlifften sogar ziemlich reichlich aber stets in höchst unregelmäßigen Körnern. Zirkon ist auch in diesem Schiefergestein sehr selten. Es ist hier noch besonders zu betonen, daß keiner der vom Verfasser untersuchten Amphibolite Andeutungen von ophitischen Gefüge sehen läßt, daß somit ihre Entstehung aus Sedimenten, wohl Schalsteinen, nicht aus basischen Eruptivgesteinen angenommen werden muß. Die Kalksilikathornfelse haben nur selten deutliche Schichtung, die eigentlich nur da hervortritt wo sie mit Amphiboliten und Glimmerschiefern in vielfacher Wechsellagerung stehen. Überhaupt scheinen die Kalksilikathornfelse, die wohl aus Mergeln oder unreinen Kalksteinen hervorgegangen sind, nicht als größere Schichtpakete ausgebildet zu sein, sondern oft nur als linsenförmige Einlagerungen in den vorwaltenden Hornblendegesteinen. Sonst sind sie als echte, fast massig erscheinende Hornfelse ausgebildet, die sich schon durch ihre weit lichtere, grünlichgraue Färbung von den dunklen Hornblendeschiefern stark abheben. Sie sind ganz vorwiegend klein- bis feinkörnig und

haben splitterigen Bruch. Am besten sind sie im Müllerbusch östlich von Waltersdorf zu beobachten, wo sie auch in ziemlich reinen Blöcken vorkommen, die in den dort zusammengetragenen Lesesteinhaufen häufig beobachtet werden können. Eine kleine Klippe am Waldsaume etwas nordwestlich vom Nordende von Waltersdorf besteht vorwiegend aus Kalksilikathornfels allerdings auch hier in vielfacher Wechsellagerung mit Hornblendeschiefer. In den Amphiboliten am Bober-Ufer zwischen Alt-Jannowitz und der Bergmühle finden sie sich nur als dünne Einlagerung vor. In den Strecken der Einigkeitsgrube und des Adlerschachtes aber kann man sie in sehr vielfacher Wechsellagerung mit Hornblendeschiefern verfaltet sehen. Sehr günstig für ihre Beobachtung sind die umfangreichen Halden des Adlerschachtes. Im Dünnschliff ist deutliche Schichtung nur selten zu sehen, eigentlich nur da, wo sie in inniger Wechsellagerung mit Hornblende- oder Glimmerschiefern stehen.

Die eigentlichen Kalksilikathornfelse ergeben im Dünnschliff oft ein überaus verworrenes Bild. Am häufigsten ist farbloser oder blaßgrüner Diopsid, der oft in uralitische Hornblende randlich umgewandelt ist, die manchmal parallelfaserige, oft aber auch ganz verworren filzige Haufwerke bildet. Neben ihm kommt sehr oft Epidot vor. Auch Quarz ist meist vorhanden, gewöhnlich in größeren, die Zwischenräume der anderen Gemengteile ausfüllenden Körnchen von sehr unregelmäßiger Form und oft ganz erfüllt von Einschlüssen der übrigen Gemengteile, die oft nur kleine rundliche Körnchen bilden. Sehr schwankend ist die Beteiligung des wohl überall triklinen, aber nur selten zwillingsgestreiften Feldspates. Granat in oft großen, meist sehr unreinen Körnern von hellbräunlicher Farbe ist in manchen Lagen sehr reichlich vorhanden, und seine Anwesenheit meist schon mit bloßem Auge festzustellen. Hier und da finden sich spindelförmige Titanite, oft ziemlich dunkel gefärbt, und dann, wie auch BERG angibt, deutlich pleochroitisch. Nicht selten sind farblose Nadeln — wohl meist Tremolit — hier und da aber auch vielleicht Sillimanit. Apatit, auch hier nie in scharfen Säulen, ist öfters zu beobachten. Besonders in den Quarzen und Feldspäten kommen Rutinadelchen vor. Seltener sind grüner Spinell und Eisenerzkörnchen; sie sind meist nur spärlich vorhanden. Übergänge in die mit dem Kalksilikathornfelsen wechsellagernden Amphibolite oder Glimmerschiefer vollziehen sich durch allmähliches Eintreten von Hornblende bezw. Biotit.

### 5. Die Grünschiefer.

Die nach BERG zur älteren „Phyllitformation“ zu rechnenden Grünschiefer liegen auf der Nord- bezw. Ostseite der Hauptverwerfung. Ihre Hauptverbreitung ist in den Bleibergen nördlich vom Bober. Sie sind an wenigen Stellen besonders auf dem Kamme in Klippenform aufgeschlossen, während sie an den Bergflanken meist nur in Lesesteinen zu beobachten sind. Die Schichten streichen westnordwestlich bezw. ostnordöstlich und fallen steil, vorwiegend saiger ein; BERG gibt an einigen Stellen steiles Südfallen an. Es sind ganz vorwiegend dichte, seltener fein- bis kleinkörnige Gesteine von dunkelgrüner bis fast schwarzer Farbe. An einigen Stellen beobachtet man auch, meist wohl als Folge der Verwitterung an Lesesteinen, hellgrüne Färbung.

Am Steilgehänge nordöstlich der Bergmühle ist durch einen zurzeit nicht mehr im Betriebe stehenden Steinbruch ein Marmorlager aufgeschlossen, das

nach BERG'S Karte auf etwa 500 m Erstreckung zu verfolgen ist. Gar nicht selten kann man im Grünschiefer dünne weiße, oft stark gewundene, meist nur ein oder einige Millimeter starke weiße Äderchen wahrnehmen, die sich bei der Untersuchung im Dünnschliff als aplitische Trümchen zu erkennen geben.

Nach BERG lassen sich unter den Grünschiefern einerseits körnige bis grobschuppige, anderseits feinschieferige bis feinschuppige unterscheiden, die „mit wenigen Ausnahmen leicht als metamorphe Diabase kenntlich“ sein sollen, während die feinschieferigen Gesteine nur zum Teil auf Diabase zurückzuführen wären. Der Verfasser hat nun allerdings nur 5 Proben von verschiedenen Stellen der Bleiberge untersuchen können, aber in keiner derselben auch nur eine Andeutung von ehemaligem Diabasgefüge festgestellt, während die vom Verfasser zum Vergleiche herangezogenen Diabase des Harzes und des Odenwaldes überall noch mehr oder weniger deutlich ophitische Struktur erkennen lassen. Bei Besprechung der diopsidführenden Amphibolite sagt BERG (S. 59): „Nahe der innersudetischen Hauptverwerfung nimmt das Gestein oft eine später erworbene, diaphoritische Schieferung an, die natürlich dem Streichen der Verwerfung parallel läuft und Gesteinstypen erzeugt, die dem Grünschiefer recht ähnlich sein können.“ Diese Ähnlichkeit kann der Verfasser nur bestätigen. Er fand sie aber durchaus nicht an die Nähe jener Verwerfung gebunden, an deren Nebengesteinen er übrigens auch nichts von „diaphoritischem“ Gefüge erkennen konnte, sondern die Ähnlichkeit der Grünschiefer mit Amphiboliten besteht auch bei solchen Typen, die recht weit ab von jener Verwerfung liegen. Der wesentlichste Unterschied der Grünschiefer gegen die südlich der Hauptverwerfung liegenden Diopsidamphibolite ist das kleinere Korn der ersteren und verworreneres Gefüge. Abgesehen hiervon und von einer deutlich hellbräunlichgrünen Färbung der Diopside hat z. B. ein Grünschiefer aus der Gegend des vormaligen Marmorbruches am Brendelberge Ähnlichkeit mit einem Diopsidamphibolit vom Waldsaume westlich vom Nordende von Waltersdorf. Hierher gehört auch ein verhältnismäßig grob gekörnter Grünschiefer, der sich an der Kolonnenstraße etwas südwestlich von den Beersteinen fand. In anderen tritt der Augit fast ganz zurück, und diese Gesteinsarten erinnern an gewisse diopsidfreie Amphibolite aus dem Müllerbusch. Nur ist — wie schon gesagt — das Korn der Amphibolite des Bleibergzuges meist viel kleiner und die Paralleltextur vielfach nur schwach angedeutet. Die oben vom Verfasser erwähnten aplitischen Äderchen sind den Schichten der Grünschiefer zum Teil konkordant eingelagert und machen ihre oft sehr komplizierten Windungen mit, setzen aber nicht selten auch quer durch jene Schichten hindurch. Es sind sehr feinkörnige, an dunklen Gemengteilen überaus arme, oft recht feldspatreiche Aplite, die aus dem Nebengestein oft reichlich Tremolit aufgenommen haben, der ihre Gemengteile in farblosen Fäserchen durchspickt. Dieses nicht seltene Vorkommen granitischer Trümchen in den Grünschiefern deutet darauf hin, daß der Granit in geringer Tiefe unter den Bleibergergen liegt, daß er ihre Umwandlung in vollkristalline Gesteine bewirkt hat, und daß auf ihn die Erzgänge zurückzuführen sind, von deren Abbau noch an manchen Stellen auflässige Stollen Zeugnis ablegen.

Südwestlich vom Brendelberge findet sich ein offenbar schon längere Zeit verlassener Marmorbruch. Der feinkörnige, vollkristalline Marmor schließt kleine Schollen der Grünschiefer ein. Im Dünnschliff zeigt er nicht selten deutliche Quetschzonen.

### Zusammenfassung.

Die vorkulmischen Sedimente des Kupferberger Erzreviers sind an der Innersudetischen Hauptverwerfung aus fast nordsüdlicher in fast westöstliche Richtung geschleppt worden, wobei sie im höchsten Maße zusammengefaltet und in sich zerbrochen wurden. In einer wahrscheinlich weit späteren Zeit wurden sie dann von dem karbonischen Riesengebirgsgranit kontaktmetamorph umgewandelt. Es sind also zwei durch lange Zeiträume getrennte Phasen in der Umwandlung jener Schichtgesteine zu unterscheiden, deren erste nur mechanische Umformung brachte, während die zweite völlige Umkristallisation bewirkte zu Glimmerschiefern, Andalusit- und Cordieritschiefern und -Hornfelsen, Quarzitschiefern, schieferigen Amphiboliten und Kalksilikathornfelsen sowie zu den Grünschiefern der Bleiberge. Die südlich der Hauptverwerfung gelegenen Schichtgesteine sind durch zahlreiche Übergänge untereinander verbunden. Die Glimmerschiefer und die Andalusit und Cordierit führenden Schiefer finden sich in vielfacher Wechsellagerung und es kann keine Rede davon sein, daß die Andalusithornfelse an den unmittelbaren Granitkontakt gebunden wären; es ist vielmehr ganz sicher, daß nur aus Schieferschichten von ganz bestimmter Zusammensetzung Andalusithornfelse hervorgingen. In gewissen Andalusitschiefern, die früher vor ihrer Umwandlung in zahlreiche stark gegeneinander verschobene Schuppen zerbrochen wurden, finden sich S-förmig gekrümmte Reihen von Erzkörnchen, die mit der Grenze des Streifens abschneiden, während Andalusite aus einem benachbarten Streifen in jenen hineinragen. Es beweist dies also, daß die S-förmige Anordnung der Erzkörnchen vor der Umkristallisation der Andalusite erfolgt ist, daß also mechanische Gesteinsumformung und Kontaktmetamorphose zwei scharf getrennte Abschnitte in der Metamorphose der Gesteine waren. Dieselben Schlüsse sind aus dem Vorhandensein von „Wirbeln“ zu ziehen, die aus kleinen Rutilnadelchen bestehen, und sich in Quarz und Feldspat finden. In manchen Glimmerschiefern kommt Korund in kleinen Körnchen vor. Bemerkenswert ist das sehr seltene Vorkommen von Zirkon. Die schieferigen Amphibolite und die Kalksilikathornfelse sind durch engste Wechsellagerung verbunden. Letztere Gesteinsgruppe fehlt den Grünschiefern der Bleiberge, die zwar manchen Amphiboliten der Gegend südlich des Bobers sehr ähnlich sind, aber doch eine besondere Schiefergruppe darstellen müssen.

# Das Grundwasser im hessischen Ried.

Von A. STEUER.<sup>1)</sup>

Mit Tafel 5 und 7 Abbildungen.

Die hessische Provinz Starkenburg gliedert sich in ihrem westlichen Teile geologisch und orographisch in zwei gegenseitig scharf begrenzte Gebiete: den Odenwald und die Riedebene. Die letztere greift indessen auch noch über den Rhein in die Provinz Rheinhessen über, nimmt dort einen allerdings wesentlich schmäleren Streifen als auf der rechten Stromseite ein und setzt sich, wenn auch nicht mit so bedeutendem Höhenunterschied wie gegen den Odenwald, so doch ebenso scharf wie charakteristisch von dem Rande des rheinhessischen tertiären Hügellandes des Mainzer Beckens ab. Geologisch sind diese Grenzen auf der Ost- wie auf der Westseite durch Verwerfungsspalten bedingt, längs deren der Untergrund der Ebene gegen die Randgebirge abgesunken ist. Das hessische Ried bildet den nördlichsten Teil der mittelrheinischen Tiefebene.

Dieses Ried und die Fortsetzung der Tiefebene nach Süden durch Baden und das Elsaß, wie übrigens auch die geologische Fortsetzung der Senke nach Norden über den Main in die Wetterau, sind uralter Kulturboden, bedingt in erster Linie durch die tiefgelegenen üppigen Wiesen und die sich nur wenig über sie erhebenden ertragsreichen, teils leichteren aber auch schweren Ackerböden. Auch Wald fehlt nicht. Er nimmt sogar stellenweise weite Flächen ein. Deren Untergrund besteht vorwiegend aus kiesigen und sandigen Böden, die sich nicht oder doch weniger für die Ackerkultur eignen. So breitet sich Wald teils auf höher gelegenen trockenen Terrassen- und Flugsandgebieten aus, findet sich aber auch mit entsprechenden Holzarten in sandigen tieferen und feuchten Lagen mit hohem Grundwasserstand.

Die ganze Mittelrheinische Tiefebene ist von Grundwasser erfüllt. Sein Spiegel schwankt. Er senkt sich in trockenen Perioden, besonders wenn die kältere Jahreszeit niederschlags- und namentlich schneearm war. Feld- und Wiesenkultur werden dann durch übermäßige Feuchtigkeit nicht oder nur wenig beeinträchtigt. Nach niederschlagsreichen Zeiten dagegen steigt er und es kommt selbst soweit, daß das Wasser übertritt und besonders im Frühjahr längerandauernde Überschwemmungen verursacht. Solche machen sich am stärksten in der ganzen Rheinebene im hessischen Ried bemerkbar. Das ist ganz natürlich, denn es ist ja der am tiefsten gelegene und auch geologisch am tiefsten abgesunkene Teil.

---

<sup>1)</sup> Diese Abhandlung wurde für die „Denkschrift über den Generalkulturplan für die Verbesserung der Wasser- und Bodenverhältnisse im gesamten hessischen Ried“ gemeinverständlich verfaßt. Sie ist hier mit manchen Änderungen und Ergänzungen abgedruckt, weil die Schaulinien doch allgemeines Interesse besitzen.

Die Mächtigkeit des grundwasserführenden Diluviums nimmt im Norden des hessischen Rieds infolge der Heraushebung des Untergrundes gegen den Main hin ab, und tektonische Linien nördlich dieses Flusses etwa in der Breite von Bockenheim—Höchst—Hofheim bilden daher geologisch die nördliche Grenze der Mittelrhenebene.<sup>2)</sup>

Die nachfolgende Abhandlung soll sich lediglich mit den hydrogeologischen Verhältnissen des hessischen Riedes beschäftigen.

Die großen Schwierigkeiten, die der Bewirtschaftung des Bodens in dem fruchtbaren und dazu klimatisch so begünstigten Ried durch den hohen Grundwasserstand und die Überflutungen von jeher entgegengestanden haben, sind naturgemäß auch Ursache beständiger Fürsorge durch die Landesfürsten und ihre Regierungen gewesen. Man hat nach Mitteln und Wegen gesucht, das Übel zu mildern. Es ist ja jedem Landeskind bekannt, in welcher großzügiger Weise schon vor Jahrhunderten zu diesem Zwecke Landgräben angelegt worden sind, um den Wasserabzug besonders im Frühjahr zu erleichtern. Es ist ferner bekannt, wie bis auf den heutigen Tag die Landeskulturbehörden unermüdlich an der Arbeit gewesen sind, diese Werke nicht nur zu erhalten, sondern auch zu verbessern und zu erweitern. Auf diese tatkräftigen Arbeiten soll hier nur hingewiesen werden, im übrigen sei darauf aufmerksam gemacht, daß sie in der oben erwähnten Denkschrift eingehender dargestellt sind.

Wie man sich nun um die Beseitigung des Wassers bemüht hat, so ist naturgemäß auch die grundlegende Frage aufgeworfen worden: Woher stammt es denn überhaupt? Die Ergründung seiner Herkunft, soweit es sich nicht um augenscheinliches Oberflächenwasser, entstanden aus örtlich fallenden Niederschlägen und Aufstau von Bachwasser handelt, mußte in der älteren Zeit auch für einen aufmerksamen Beobachter um so schwieriger sein, als es damals eine meteorologische Wissenschaft kaum gab, geschweige denn, daß man an eine regelmäßige Beobachtung auch des Wechsels der Grundwasserstände und an die unterirdische Abflußbewegung des Bodenwassers gedacht hätte. So lag es nahe, anzunehmen, daß sowohl die periodisch wiederkehrenden Überschwemmungen, wie auch der hohe Stand des fast bis zu Tage gehenden unterirdischen Wassers überall lediglich eine Folge von Niederschlägen sein müßten, die wohl auch in der Ebene, hauptsächlich aber in den etwas höher gelegenen Terrassengebieten fallen oder durch die Odenwaldbäche aus dem Gebirge abgeführt werden, und teils oberflächlich in Rinnsalen und Bächen, teils versickert in Sand und Kies nach der Niederung und dem Rhein abziehen.

Daß versickerndes Bachwasser wahrscheinlich eine Rolle spielt, ist wohl von altersher angenommen worden, kann man doch in trockenen Jahren beobachten, daß kleine, aus dem Odenwald kommende Bäche in älteren Terrassensanden verschwinden. Daß ihr Wasser in tieferen Lagen wieder austreten müsse, wurde richtig gefolgert, schien auch durch gewisse Beobachtungen bestätigt zu werden.

Aber auch solche an sich richtigen Beobachtungen genügen nicht, um eine befriedigende Erklärung für die Herkunft des vielen Wassers zu geben, weil noch andere Umstände hinzukommen, die die Lösung des Problems erschweren. Man beobachtete ja z. B. und beobachtet noch heute an den Brunnen, daß die

<sup>2)</sup> Vgl. W. WENZ, Grundzüge einer Tektonik des östlichen Mainzer Beckens. Abhandlg. Senckenberg. Naturf. Gesellschaft Bd. 36, 1914.

Wasserspiegel sich mit ganz bestimmter Regelmäßigkeit heben und senken, so daß fast alljährlich im Frühjahr, gewöhnlich im April, manchmal auch schon im März oder erst im Mai, der höchste Stand erreicht wird, daß er aber von da ab ständig wieder abnimmt und etwa von September bis November am tiefsten liegt. Dabei ist sehr häufig ein Zusammenhang mit den Niederschlägen in der Riedebene nicht zu erkennen, selbst nach andauerndem trüben und regnerischem Herbstwetter kann das Wasser tief stehen, und andererseits pflegt es doch anzusteigen, selbst wenn der Winter in der Ebene schneearm und trocken gewesen war. Nur in abnorm trockenen oder nassen Perioden kommt es vor, daß sich der Unterschied zwischen Hochstand und Tiefstand verwischt, indem er sich wie z. B. in 1904/05 oder 1921/22 durchgängig tief oder wie z. B. in 1923 bis Mitte 1925 durchgängig hoch hält.

So wurde weiter zur Erklärung der Wasserstand des Rheins herangezogen. Noch heute gibt es ja viele Leute, die mit den näheren Verhältnissen nicht vertraut sind, die glauben, das Grundwasser in der Rheinebene sei im wesentlichen oberhalb des Riedes versickertes Rheinwasser. Man nahm also an, daß bei hohem Rheinwasserstand auch das Grundwasser vermehrt werde und ansteige, während es bei Tiefstand falle und nach dem Strom abziehe. Diese Ansicht erschien vielen sehr einleuchtend, und da man früher über regelmäßige Aufzeichnungen der Grundwasserstände, die man mit den Rheinwasserständen hätte vergleichen können, nicht verfügte, so war es auch schwer, das Gegenteil zu beweisen. Die scheinbare Richtigkeit wurde sogar noch bestärkt, indem man auf den Rückstau hinwies, der bei hohem Stromspiegel auf das Grundwasser ausgeübt werden müsse.

All diese zur Erklärung der Wasserverhältnisse im Ried herangezogenen Gesichtspunkte können nicht als stichhaltig angesehen werden, weil sie mit anderen wichtigen Beobachtungen und Tatsachen nicht in Einklang zu bringen sind. Für das Grundwasser besteht ja doch, wie schon gesagt, die Regel, daß sein Spiegel im Frühjahr am höchsten steht, daß er dann allmählich bis zum Spätherbst fällt, um von neuem nach dem Winter zu mehr oder weniger rasch, manchmal sogar scheinbar unvermittelt und steil anzusteigen. Andererseits gilt für den Rhein die Regel, daß er in hydrologisch normal verlaufenden Jahren entgegengesetzt gerade im Sommer in Abhängigkeit von der Schneeschmelze im Alpenhochgebirge das meiste Wasser führt und im Winter bis ins Frühjahr hinein, zuweilen bis Anfang Juni, den niedrigsten Wasserstand einhält. Die auf den Abbildungen 1, 2 und 3<sup>1)</sup> dargestellten Wasserstandsschaulinien sollen das Verhältnis von Grundwasser- und Rheinwasserstand erläutern. Als Beobachtungsorte wurden aus den alljährlich veröffentlichten Grundwasserbeobachtungspunkten der bei der Oberförsterei Jägersburg gewählt, der auf 91 m über NN etwa 5 km vom Rheine ostwärts in der Breite von Bensheim liegt, und der Schulbrunnen in Erfelden. Dieser liegt so nahe am Altrhein, daß er durchaus unter seinem Einfluß steht, also sein Spiegel mit ihm geht. Ich hätte mich ja auch auf die Schaulinien des Rheinwasserspiegels selbst beziehen können, die auf Abb. 7<sup>2)</sup> von 1913 bis 1928 mit den Grundwasserlinien wiedergegeben sind, habe aber davon abgesehen, weil seine täglichen Schwankungen und oft nur wenige Tage andauernde höhere Wellen das Bild weniger klar erscheinen lassen würden, in dem Brunnen ergibt

1) S. 102, 103, 104. — 2) Hinter S. 104.

sich eine ruhigere Linie. Genau der gleiche Verlauf der Bewegung wie in dem Brunnen Erfelden spiegelt sich in denen bei Hamm unmittelbar am Rhein und bei Ginsheim wider. Die Abb. 1, 2 und 3 geben die Beobachtungen aus 1916 und 1918, zwei „wasserarmen“, und aus 1924, einem „wasserreichen“ Jahre wieder. Man erkennt auf den ersten Blick den Gegensatz. Der Tiefstand des Rheins von Januar bis Ende April (bzw. bis Anfang Juni) wirkt sich auf das Ansteigen des Grundwassers gar nicht aus, ebenso wenig hat der Hochstand des Stromes während des Sommers das Absinken des Grundwasserspiegels irgendwie aufhalten können. Die Schaulinien laufen gerade entgegengesetzt. Schon aus diesen Beispielen, die selbstredend durch solche aus anderen Jahren vervollständigt werden können, ist zu ersehen, daß Grundwasserbewegung und Rheinwasserstand unabhängig voneinander sind, daß also vor allem auch ein Versickern von Rheinwasser in den Grundwasserstrom nicht in Frage kommen kann. Selbst bei andauerndem Hochstand dringt Wasser in der Nähe des Stromes in die Sande und Kiese nicht ein. Es wurde vor etwa 25 Jahren bei den Vorarbeiten für die Wasserversorgung von Worms durch LEMPELIUS mit Hilfe chemischer Untersuchungen nachgewiesen, daß bei Hochwasser schon in etwa 50 m Entfernung vom Strome kein Rheinwasser anstand. Der Druck des Grundwassers ist größer als der des Rheins, dazu kommen noch die Reibungswiderstände usw. im Sand.

Betrachten wir nun zunächst einmal den allgemeinen Gang der Grundwasserspiegel im Vergleich mit den Niederschlägen im Ried. Es ist bekannt, daß in Hessen seit dem Jahre 1912 an einer Anzahl von Brunnen die Wasserstände regelmäßig beobachtet werden. Die Ergebnisse werden alljährlich im Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt in Schaulinien veröffentlicht. Wenn auch das bis jetzt bestehende Beobachtungsnetz keineswegs genügt, alle die sehr schwierigen Fragen über die Bodenwasserbewegung zu klären, wenn es vor allen Dingen nicht möglich ist, an Hand der verhältnismäßig wenigen Beobachtungspunkte ein engeres Netz von Grundwasserhöhenlinien über das Ried zu entwerfen, so liefern doch die Einzelbeobachtungen nach 15jähriger Tätigkeit Ergebnisse, die gestatten, manche wertvollen Schlußfolgerungen zu ziehen. Besonders wertvoll ist hierbei die dankenswerte Mitarbeit des Darmstädter Wasserwerkes, in dem über Beobachtungen verfügt wird, die bis ins Jahr 1880 zurückreichen und die auch weiterhin dauernd zur Verfügung gestellt wurden. Sie sind den Schaulinien der beigegebenen Tafel 5 zugrunde gelegt. Der Beobachtungsbrunnen Nr. 1 liegt im Gebiet der älteren Rheinterrasse, die sich oberhalb des Griesheimer Eichwäldchens ausbreitet, er liegt im Einzugsgebiet der Brunnen des Wasserwerkes, ist von ihm aber so weit entfernt, daß er von dem Betrieb natürlich nicht beeinflußt werden kann. Die Niederschlagshöhen sind in Darmstadt gemessen. Die blaue obere Linie gibt die Grundwasserstände im Jahresmittel wieder, die darunterliegende rote die Summe der Jahresniederschläge. Man sieht, daß die Grundwasserspiegel, vom Jahre 1883 angefangen bis zum Jahre 1893, und nach ganz kurzer und geringfügiger Hebung bis 1896, ständig absinken. Dann folgt ein Anstieg auf mittlere Höhe bis 1902, in dem vorübergehend ein Höchststand erreicht wird, und darauf abermals Abfall bis 1905; von da ab bis 1910 wiederum vorübergehende Erhebung und wieder bis 1919 Tiefstand. Nach kurzem Anstieg in 1920 fällt der Spiegel weiter bis 1921 und 1922, so daß in dem letztgenannten Jahre der tiefste Grund-

wasserstand erreicht worden ist seit einem halben Jahrhundert oder vielleicht noch länger. 1922/23 steigt der Spiegel entsprechend den überaus starken Niederschlägen in dem sehr kühlen Herbst dieses Jahres schroff an und hält sich dann die folgenden Jahre auf mittlerer Höhe. Nach den abnorm trockenen Jahren 1929/30 wird wohl wieder ein starker Abfall zu verzeichnen sein. Vergleicht man mit dieser Bewegung der Grundwasserspiegel im Jahresdurchschnitt die Schaulinie der Summe der Niederschläge, so kann man einen Zusammenhang kaum finden. Nur in einzelnen Fällen, wie z. B. im Herbst 1921/22 haben sie einmal gleiche Richtung, sonst so gut wie nicht. Dieser Widerspruch ist im Grunde genommen nicht überraschend, denn in der Summe der Jahresniederschläge sind ja auch diejenigen des Sommers enthalten, und gerade sie kommen für die Bildung von Bodenwasser so gut wie gar nicht in Betracht, weil sie alsbald wieder verdunsten oder durch die Vegetation aufgenommen werden. Die Verdunstung wird mit Eintritt kühlen Wetters sehr herabgemindert, und soweit man im Ried die Verhältnisse im Vergleich zum Odenwald nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnis beurteilen kann, scheinen es lediglich die Niederschläge in der kalten Jahreszeit besonders der schneereichen Winter zu sein, die sich bei der Grundwasserbewegung widerspiegeln. Dabei muß aber ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß wir längst noch nicht in der Lage sind, nach den bisher bestehenden, immerhin bescheidenen Beobachtungen über die Bodenwasserbildung die Einzugsgebiete im einzelnen genau festlegen zu können.

Die zweite Schaulinie zeigt den Durchschnitt der monatlichen Grundwasserstände und ebenso die Summe der Monatsniederschläge. Der Verlauf der blauen Grundwasserlinie ist sehr charakteristisch. Die Wellenlinie ist so aus-

### Grundwasserstände.

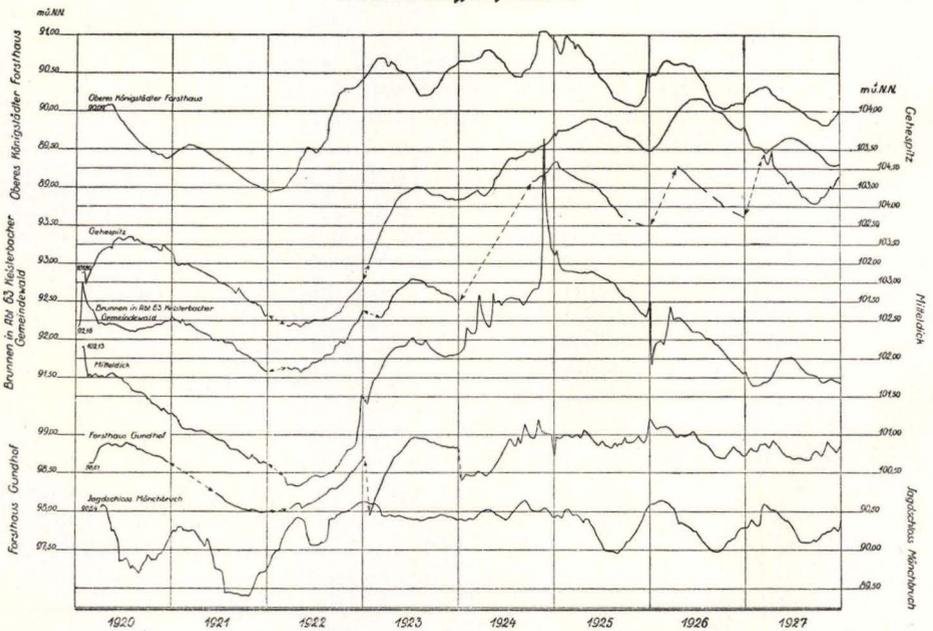


Abb. 6

gebildet, wie oben geschildert, daß der Berg auf die kalte Jahreszeit fällt, während das Wellental die Sommermonate umfaßt. Wie oben erwähnt wurde, findet hier und da ein Ausgleich statt, indem sich die Welle verflacht. Das kommt in ausnahmsweise trockenen Jahren vor. Aber auch bei dieser Darstellung der monatlichen Messungen ist ein Zusammenhang des Ganges der Wasserspiegel mit den Niederschlägen der Ebene nur sehr lose festzustellen, d. h. also mit anderen Worten, daß die örtlich fallenden Niederschläge für die Grundwasserbildung im Umkreis des Beobachtungsortes nicht maßgebend sind. Die allwöchentlich beobachteten Grundwasserstände an den Beobachtungspunkten im Ried sind auf Abb. 5, 6 und 7 wiedergegeben.<sup>1)</sup>

Da nun das Steigen und Fallen des Grundwasserspiegels in der gesamten Riedebene überall nach den gleichen Gesetzen läuft, so muß die Speisung in einem weit zurückliegenden ausgedehnten Sammelgebiet gesucht werden. Daß der Rhein dafür nicht in Betracht kommt, ist schon oben gesagt worden. Er hat innerhalb des hessischen Gebietes ein Gefälle von etwa  $5\frac{1}{2}$  m. Der Mittelwasserspiegel steht in Worms bei 87,20, bei Mainz bei 81,80. Wenn also oberhalb, etwa in der Gegend Worms—Mannheim, ganz abgesehen von der geologisch-hydrologischen Unmöglichkeit eines solchen Vorganges, Rheinwasser in wesentlichen Mengen versickern würde, und wenn, wie der Laie in der Regel anzunehmen pflegt, das Gefälle des Grundwassers dem Strom parallel verlief, müßten die tiefer gelegenen Gebiete, besonders in der Gegend von Trebur, überhaupt immer durch emporgepreßtes Grundwasser überschwemmt sein, weil sich das unterirdische Wasser an dem durch Verwerfung begrenzten Tertiär der Mainspitze wie des Taunusvorlandes zurückstauen müßte. Das Gefälle des Grundwasserstromes ist indessen senkrecht gegen den Rhein gerichtet, allerdings im allgemeinen mit einer Ablenkung nach Norden, so daß er auf der Starkenburger Seite etwa westnordwestlich, auf der rheinhessischen Seite ostnordöstlich zieht. Es sei auch sogleich darauf aufmerksam gemacht, daß die chemische Zusammensetzung des Grundwassers mit derjenigen des Rheinwassers ganz und gar nicht übereinstimmt.

Ich habe über die Entstehung des Grundwassers im hessischen Ried schon im Jahre 1907 eine Untersuchung veröffentlicht, die in der Festschrift zum 70. Geburtstag ADOLF v. KOENENS abgedruckt worden ist. Es wurde dort darauf hingewiesen, daß ADOLF KLAAS im Jahre 1886 sich bereits mit der Entwässerung des Riedes beschäftigt und ebenfalls untersucht hat, woher die lästigen Wassermengen kommen. Es ist nicht möglich, an dieser Stelle die Ausführungen in den damaligen Arbeiten zu wiederholen. Ich muß dazu auf sie verweisen. Nur die Ergebnisse sollen angeführt werden, soweit sie hier für das Verständnis notwendig sind. KLAAS führte die Herkunft des Wassers auf folgende Ursachen zurück:

1. Auf die direkten atmosphärischen Niederschläge. Er erwähnt jedoch selbst, daß die dabei entstehenden Wassermengen im Vergleich zu den anderen Ursachen nicht sehr stark in Betracht kommen.

2. Führt er das oberirdisch von dem oberhalb liegenden Gelände zufließende Wasser an. Auch das kann an Menge nur unbedeutend sein, da der Landgraben die Gewässer größtenteils aufnimmt und dem Schwarzbach zuführt.

3. Das vom Odenwald her nach dem Rheinstrome abfließende Grundwasser. Ihm schreibt er weitaus den größten Einfluß zu und weist auch darauf hin,

<sup>1)</sup> Abb. 6, S. 94, Abb. 5 und 7 hinter S. 104.

daß der Zufluß sich regelmäßig und unabhängig von den jeweiligen Hochwassern des Rheins und den mit diesen zusammenfallenden Katastrophen vollzieht. Endlich

4. erwähnt er das Wasser des Rheinstromes, insoweit solches durch die in Bett und Ufer vorhandenen durchlassenden Schichten dringt und hinter den Winterdämmen als Druck- oder Horizontalwasser in die Höhe steigt. Solche Vorgänge seien aber nur an einzelnen, nicht sehr ausgedehnten Stellen und nur auf geringe Entfernung vom Rheindamme möglich.

Die Niederschläge in der Riedebene können nur in sehr geringem Umfange von Einfluß auf die Grundwasserbildung sein. Wir wissen ja, daß weite Flächen namentlich in den tiefer gelegenen Teilen, aber auch über den unteren Terrassen mit einer Schlickdecke überzogen sind, die fast ganz undurchlässig ist und 1—3 m mächtig werden kann. Die Niederschläge bleiben dann entweder auf ihr stehen oder ziehen nach den Entwässerungsgräben und Bächen ab. Nur auf den höher gelegenen, nicht überschlickten Terrassen, die ganz aus Sand und Kies bestehen und infolgedessen stark durchlässig sind, kann auf dem Wege der Versickerung Grundwasser entstehen, aber auch nur dann, wenn sehr reiche Winterniederschläge obwalten. Im Sommer verdunstet der Regen oder wird von der Pflanzenwelt gebraucht. Aus den größeren Bächen, die vom Odenwald herkommen, wie Weschnitz, Winkelbach und Modau, kann wohl kaum Wasser nach der Tiefe abziehen, weil sie eingedeicht sind und nach ihrem Eintritt in die Riedebene ebenfalls überschlicktes Gebiet durchziehen. Bei kleineren Bächen kann dagegen Versickerung vorkommen, wenn sie über Terrassen- oder Flugsandgebiete dahinfließen. Sie füllen dann das Grundwasser auf. In tieferen Lagen tritt es wieder aus, wird aber wohl größtenteils von den alten Flußschlenken und den diese durchziehenden Entwässerungsgräben abgeführt. Immerhin handelt es sich da doch nur um geringe Mengen, mit denen man unmöglich den gewaltigen Grundwasserstrom der Rheinebene erklären kann. Auf der linken Rheinseite liegen die Verhältnisse noch klarer. Die kleinen, aus dem Tertiärgebirge kommenden Bäche führen nur sehr wenig Wasser. Nur die Pfrimm bringt etwas mehr, von dem vielleicht auch bei Worms in die diluvialen Pfrimmkiese eine beschränkte Menge versickern kann.

Die Hauptmasse des den Grundwasserstrom speisenden Tiefenwassers muß wohl letzten Endes aus den Randgebirgen stammen. Man könnte daran denken, daß sich Grundwasser innerhalb des Gebirges in den Tälern der Flüsse sammelt, zu Tal zieht und in den Strom des Haupttales übertritt. Begeht man nun aber die Täler des Odenwaldes, so sieht man, daß sie ja gar keine Alluvion haben, die Bodenwasser aufnehmen könnte, sondern daß die Flößchen über anstehendes kristallines Gebirge laufen und die Pfrimm in Rheinhessen über Zyrenenmergel. Es bleibt also nur die Annahme übrig, wie ich früher bereits ausgeführt hatte, daß es sich um aufsteigendes Wasser längs der Verwerfungsspalten handelt, die beiderseits die Bergränder gegen die Rheinebene begrenzen. Zur Begründung dieser Behauptung waren u. a. die Beobachtungen wichtig, die bei den Voruntersuchungen der Wasserversorgung von Worms im Gebiete der Pfrimmkiese gemacht wurden. Man konnte dort unterhalb und nördlich der Stadt zwei übereinanderlagernde Wasserstockwerke erkennen, die sich chemisch voneinander unterscheiden. Das untere ist etwas reicher an Chlornatrium, das obere etwas ärmer daran, aber auch das letztere führte immer noch mehr, als es gewöhnlich bei Grundwässern in Flußalluvionen zu beobachten ist. Die

Herkunft des Chlorgehaltes, die von vornherein als mineralischer Art erkannt wurde, blieb damals noch unklar. Sie ist erst aufgehehlt worden durch eine Tiefbohrung, die während des Krieges bei Monsheim niedergebracht wurde. Hier traf man bei etwa 540 m Teufe in einer Kiesschicht unter dem Rupelton auf einen überaus kräftigen Tiefenwasserstrom von über 40° Wärme mit starkem Auftrieb, der die leichteren Bohrgeräte aus dem Loche herauswarf. Es liefen aus dem Bohrloche etwa 4500 cbm mit starkem Überdruck aus. Leider war das Loch im Rupelton, der etwa 20 m mächtig war, nicht verrohrt. Der Rupelton hat später das Loch zugeedrückt und der Wassererguß hörte ganz allmählich auf. Es handelte sich um eine Spülbohrung und Bohrproben waren nicht zu bekommen. Das Rohr war an einer Stelle gebrochen. Das Wasser war arm an gelösten Bestandteilen, enthielt aber beträchtlichen Chlorgehalt. Dieser unter starkem Überdruck stehende Tiefenwasserstrom mag wohl von Westen her aus dem Donnersberggebiet einziehen. Er fließt unterirdisch gegen den Rhein hin ab, treibt wahrscheinlich in der Gegend von Worms an Verwerfungsspalten in die Höhe und dringt in die sandigen Schichten ein. Auch an den kleineren Bachaustritten weiter nördlich am Seebach, bei Guntersblum usw. wurden gelegentlich der Voruntersuchungen für Wasserwerke von dem Kulturbauamt Mainz hydrologische Untersuchungen auf meine Veranlassung hin angestellt, und da zeigte es sich ebenfalls, daß vor dem Bergrande in den Rheinsanden Wasserkegel vorhanden sind, die in die Ebene abziehen.

Weitere ähnliche Beobachtungen wurden bei der Erbauung des Wormser Wasserwerkes im Bürstädter Wald gemacht. In einem oberen Stockwerk wurde hier Wasser von höherer Härte festgestellt, in dem ebenfalls ein erhöhter Chlorgehalt auffiel, den man wenig südlich im badischen Käfertaler Wald nicht beobachtet hatte. Auch hier muß es sich nach den geologischen Verhältnissen um mineralisches Kochsalz handeln und seine Herkunft ist wahrscheinlich aus der Gegend von Heppenheim her abzuleiten, wo nach G. KLEMMS Untersuchungen bei einer Bohrung am Gebirgsrande Salzwasser nachgewiesen worden war. Dieses mischt sich also mit dem Grundwasser und bewegt sich der allgemeinen Regel gehorchend in nordnordwestlicher Richtung gegen den Rhein. Weitere Beobachtungen von aufsteigendem Wasser wurden bei Tiefbohrungen am Odenwaldrande noch an weiteren Orten gemacht, wo ebenfalls unter stärkerem artesischem Druck beträchtliche artesische Wassermengen aus den Bohrlöchern überflossen. Obwohl nun, wie bereits ausgeführt worden ist, Weschnitz und Modau unmittelbar über anstehendes Gestein fließen, also innerhalb des Gebirges in ihren Tälern kein Grundwasserstrom vorhanden sein kann, wissen wir doch, daß in der Ebene, gerade vor den Mündungen dieser beiden Flüsse, überaus starke Grundwasserströme auftreten, die sich kegelartig, wie immer etwas nach Norden abgelenkt, gegen den Rhein vorschieben. Sie werden im Süden von den großen Wasserwerken der Zellstoffabrik Waldhof und der Stadt Mannheim ausgebeutet und im Norden, wo die Modau in die Ebene eintritt, durch dasjenige der Stadt Darmstadt. G. KLEMM hat nun bei seinen geologischen Untersuchungen des Odenwaldes darauf aufmerksam gemacht, daß gerade in den Talaustritten, wo die genannten Flüsse das Gebirge verlassen, an der Hauptverwerfungsspalte sehr starke tektonische Zerrüttung zu beobachten ist. Die Schlußfolgerung liegt also sehr nahe, ist sogar zwingend, daß an diesen Stellen überaus reiche Grundwassermassen aus der Tiefe aufsteigen, die sich alsbald in die vorgelagerten durchlässigen Diluvialablagerungen einpressen.

Es ist ferner charakteristisch, daß in chemischer Beziehung die Tiefengewässer der linken und der rechten Rheinseite durchaus verschieden sind. Während auf der linken Rheinseite auch in größeren Tiefen sehr hartes Wasser ansteht, das durchschnittlich 26—30 Härtegrade erreicht, ist es auf der rechten Rheinseite erheblich anders. Auch hier kommen in den geringeren Teufen harte Wasser vor, so besonders im Einflußgebiet der Neckarkiese, in der Tiefe aber steht weiches Wasser an, wie aus den Untersuchungen der beiden oben schon genannten Wasserwerke wie derjenigen der Städte Mainz und Worms festgestellt ist. Der Rheinstrom bildet für die Grundwässer links und rechts eine Grenze, gewissermaßen eine Wasserscheide, über die hinaus eine Mischung nicht eintritt. Das ist auch leicht zu verstehen, wenn man sich darüber klar wird, daß er die Entwässerungsader bildet, also bei normalen Wasserständen das auf-treibende Grundwasser abführt, welches durch Sohle und Flanken infolge seines höheren Druckes in den Strom eintreten kann.

Aus den dargelegten hydrogeologischen Verhältnissen geht hervor, daß die schon von KLAAS ausgesprochene Vermutung richtig ist, daß die Hauptmengen des Bodenwassers, die gewisse Teile der Riedebene der Versumpfung nahebringen und der landwirtschaftlichen Benutzung entziehen, dem auftreibenden Grundwasser entstammen. Wie aus den in dieser Arbeit veröffentlichten Grundwasserschaulinien zu ersehen ist, wechselt die Höhe des Grundwasserstandes, und jeder Bewohner des Riedes weiß, daß in bestimmten mehrjährigen Perioden selbst stärker versumpfte Gebiete oberflächlich trocken werden können, während sie zu anderen Zeiten kaum begehbar oder gar überflutet sind. Das erklärt sich daraus, daß die Speisung der Grundwassermassen unter starkem Druck aus außerhalb der Ebene gelegenen Einzugsgebieten sich vollzieht, über deren Ausdehnung man sich nur schwer einen Begriff machen kann. Daß auf der rheinhessischen Seite aus den stark klüftigen Kalken, die gegen den Rhein hin allmählich absinken, über dem undurchlässigen Zyrenenmergel hartes Wasser in die Flußalluvion übertreten kann, ist leichter verständlich, und hier könnte man allenfalls nach geologischen Gesichtspunkten ungefähr das Gebiet abschätzen, in dem sich die versickernden, von der Oberfläche herstammenden Niederschläge sammeln. Schwerer ist das auf der Odenwaldseite, und hier kommen vielleicht folgende morphologisch-geologischen Gesichtspunkte in Betracht.

Jeder Kenner des Odenwaldes weiß, daß dessen vorderer kristalliner Teil arm an oberflächlich abfließendem Wasser ist. Es gibt nicht viel Quellen, und die vorhandenen sind wenig ergiebig. Auch die Bachläufe sind wasserarm und schwellen auch im Frühjahr, wenn der Schnee abtaut, nicht so stark an, wie man im Vergleich zu anderen Gebirgen vielleicht erwarten könnte. Andererseits ist es aber doch eine bekannte Tatsache, daß im vorderen Odenwald viel mehr Regen und Schnee fallen als in der Ebene. Es ist also nicht ohne weiteres zu erklären, wo die reiche Feuchtigkeit der kalten Jahreszeiten bleibt. Man sagt also einfach, sie versickert, ohne daß man sich den Vorgang so recht klar-machen kann. Da alle Gesteine, auch die körnigen Tiefengesteine, Klüfte besitzen, so können diese natürlich Wasser aufnehmen. Aber es bleibt doch un-verständlich, daß dabei so große Mengen in recht kurzer Zeit verschwinden. Dem Geologen ist außerdem bekannt, daß in den körnigen Tiefengesteinen Klüfte längst nicht in solchen Massen und so weit klaffend vorkommen, wie z. B. bei harten Kalksteinen und bei dichten Ergußgesteinen, also Porphy-

Melaphyr u. a. Da scheint mir nur der folgende Umstand eine Erklärung zu bringen.

Die Granite und Diorite neigen im Odenwald von der Oberfläche her zu starker Verwitterung zu Grus. Dieser Grus ist also anstehendes Gestein, das nur von oben her und von den Klüften aus durch die zerstörend wirkenden Gewässer besonders unter Zersetzung der Feldspäte in die Grusform übergeführt wurde. Ich nehme zur Erklärung an, daß es sich im vorderen, also kristallinen Odenwald um eine sehr alte Landoberfläche handelt, vielleicht schon seit der Pliozänzeit. Die Feldspäte sind nun im allgemeinen sehr schwer verwitternde Gemengteile, die also der Einwirkung der gewöhnlichen Atmosphärien widerstehen. Der Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Niederschläge würde auch in der langen Zeit nicht genügt haben eine derartig tiefgehende Vergrusung zu erzeugen. Man muß also noch nach der Mitwirkung eines anderen Agens suchen. Vielleicht könnte man an eine zeitweilige Überdeckung der kristallinen Gesteine mit Moor oder Braunkohlenbildungen denken und der Einwirkung von sogen. Humussäuren die Zerstörung der Feldspäte zuschreiben. Es ist selbstverständlich notwendig, diesen Gedanken in den kommenden Jahren noch weiter nachzugehen, ob man z. B. noch irgendwo Anzeichen von Entfärbung oder Entkalkung finden kann. Andererseits muß man aber auch nicht außer acht lassen, daß durch die Erosion, vor allem in der Diluvialzeit, wahrscheinlich beträchtliche Teile von der Decke entfernt worden sind, die etwa hätten Aufschluß geben können. Die Grusgebiete erkennt man sofort an dem Vorkommen der sogenannten Findlinge. Das sind aber keine Findlinge, sondern an Ort und Stelle unzersetzt gebliebene Granit- oder Dioritblöcke, die in dem anstehenden Grus erhalten blieben und nur mit ihrem obersten Teil heraus schauen, soweit die Erosion sie freigelegt hat. Sie reichen oft weit, manchmal bis zu 8 oder 10 m in die Tiefe und können auch schließlich in anstehendes unvergrustes Gestein übergehen. Der Grus ist durchlässig und nimmt begierig Wasser auf und läßt es nach der Tiefe versickern. Es scheint, als wenn seine Wasseraufnahmefähigkeit viel größer wäre als diejenige von feineren Sanden, so daß er, wenn man einen derartigen Vergleich heranziehen kann, gewissermaßen wie ein Schwamm wirkt, der viel Wasser festhält und allmählich nach der Tiefe hin abgibt. Dort gelangt es in die Gesteinsklüfte und wird in eigentliches Tiefenwasser übergeführt. Hat die Versickerung schon im Grus bis zu einer gewissen Teufe stattgefunden, so kann die Trockenheit des Sommers und die Sonnenbestrahlung keinen Einfluß mehr ausüben, d. h., es kann nicht wieder kapillar emporgesaugt werden und verdunsten, weil dieser physikalische Vorgang jedenfalls bei einer bestimmten Tiefe seine Grenzen hat. Über diese Vorgänge müssen also allerdings noch eingehende Untersuchungen angestellt werden. Jedenfalls besteht aber die Tatsache, daß in vergrusten Gebieten viel mehr Wasser aufgesaugt und festgehalten werden kann als in unvergrusten, und daß darum der Wasserabzug in die darunter befindlichen Gesteinsspalten begünstigt wird, weil immer ein Reservoir da ist, aus dem solches abgesaugt werden kann. Wäre der Grus nicht da, so würde wahrscheinlich mehr Wasser oberflächlich abfließen. Meine Ansicht, daß die oberflächliche Wasserarmut und die Entstehung von Kluftwasser im Odenwald auf diese Weise wenigstens zum Teil zu erklären ist, wird dadurch bestärkt, daß ganz die gleichen morphologischen und hydrogeologischen Verhältnisse, wie sie im Odenwald beobachtet werden, z. B. auch in dem granitischen vorderen Teile des Bayerischen Waldes, dem so-

genannten Regengebirge, das östlich von Regensburg gelegen ist, aber auch noch an anderen Stellen angetroffen werden. Auch hier ist der Granit stark vergrust, die sogenannten Findlinge sind gerade so wie im Odenwald in Massen verbreitet und schauen mit ihren Köpfen heraus. Durchwandert man dieses Gebiet, so beobachtet man die gleiche oberflächliche Trockenheit und auch die Wasserarmut der Bäche, und man könnte nach den morphologischen Formen glauben, man befände sich im Odenwald. Auch hier ist das Gebirge durch Verwerfung gegen Westen abgeschnitten und davor liegt die Donauebene, in der wahrscheinlich ebenfalls aufsteigende Grundwasser eine Rolle spielen.

Ganz anders liegen die Verhältnisse im oberen Bayerischen Wald, Schwarzwald u. a. Dort lagert über dem anstehenden Gebirge eine ziemlich mächtige Decke von Gletscherschutt, unter dem es keine Vergrusung gibt. Der Schutt nimmt viel Wasser auf und läßt es nur langsam abziehen. So bildet er den Sammelbehälter, aus dem die an den Abhängen und in den Taleinschnitten entspringenden zahlreichen, rasch an Wassermenge zunehmenden Bäche gespeist werden.

Sind nun die Gesteinsklüfte im Odenwald mit Wasser gefüllt, so muß dieses in der Tiefe unter starkem Druck stehen und an den Verwerfungsspalten, an denen ja die anstehenden Gesteine naturgemäß eine starke Zertrümmerung haben müssen, wird es emporgedrückt, und, weil die Spalten oben nicht offen sind, seitlich in die anstoßenden Sande und Kiese eingepreßt. Wahrscheinlich wird das meiste davon schon in tiefen Schichten vom Diluvium aufgenommen, so daß ein Heben und Senken des Grundwasserspiegels sich abspielen muß je nach dem Druck, d. h. der Menge der Gewässer, die in dem gebirgigen Sammelgebiet zur Versickerung gelangen und dort im Gestein gewissermaßen einen Wasserberg erzeugen.

Wie ich oben auseinandergesetzt habe, ist das Ansteigen des Grundwasserspiegels in der Ebene von den in dieser selbst fallenden Niederschlägen in der Hauptsache unabhängig. Ferner wurde darauf hingewiesen, daß die Niederschlagsverhältnisse im Odenwald von denen der Ebene oft stark abweichen, wozu noch der Umstand kommt, daß der Schnee im Gebirge viel langsamer abtaut und infolgedessen die Zeit für die Versickerung vergrößert wird und außerdem in der regnerischen kälteren Zeit Verdunstung kaum in Betracht kommt, so findet man leicht die Erklärung für die hydrologischen Vorgänge, wie sie am Grundwasser in der Ebene zu beobachten sind. Der Grundwasserspiegel in der Ebene muß steigen und fallen entsprechend den niederschlagsreichen und trockenen Jahreszeiten und Jahresperioden im Gebirge. Daraus ergibt sich sowohl das alljährliche regelmäßige Ansteigen und Fallen, aber auch der allgemein höhere oder tiefere Stand, wie er nach einer Anzahl niederschlagsreicher oder -armer Jahre beobachtet wird.

Daß die hochgradige Vergrusung in den beiden und wahrscheinlich auch in anderen geologisch ähnlich aufgebauten Gebirgen entstehen konnte, führe ich, wie schon gesagt, darauf zurück, daß es sich in ihnen um eine geologisch sehr alte Landoberfläche handelt, die in der Zeit des jüngeren Tertiärs schon den zerstörenden Einflüssen der Verwitterung und Erosion zugänglich gewesen ist. Die Rheinebene war damals noch nicht so tief eingesunken, und es ist sehr wahrscheinlich, daß sich zu jenen Zeiten über die niederen granitischen Teile des vorderen Odenwaldes oberflächlich Moor- und Sumpfgelände ausgebreitet hatten, und daß gerade die aus Moorwassern stammenden Säuren die tiefgehende Grusbildung veranlaßt haben.

Als besonders wichtig hebe ich nochmals die Tatsache hervor, für die ich ja in meinen Ausführungen die Begründung zu geben versucht habe, daß die in der Riedebene zu gewissen niederschlagsreichen, längeren Perioden auftretenden überschüssigen Oberflächengewässer ihrer Herkunft nach insgesamt nicht von den örtlichen Niederschlägen und auch nur in beschränktem Umfange von den durch Bäche zugeführten Gewässern abgeleitet werden können, sondern daß das aus der Tiefe auftreibende Grundwasser den größten Anteil daran hat. Es ist selbstverständlich, daß durch örtlich fallende Niederschläge das Übel vergrößert wird, aber dieser Wasserzuführung hat man ja bereits durch die Anlage von Abzugsgräben mit großem Erfolge entgegengearbeitet und kann das vielleicht noch wirksamer gestalten. Vor allen Dingen muß es aber darauf ankommen, den Spiegel des auftreibenden Grundwassers auf einer gewissen Geringsthöhe zu halten, und das kann man wohl nur durch ein Netz von tieferen Meliorationsgräben erreichen, die eine Absenkung ermöglichen.

Welchen Umfang das Einzugs- oder Speisungsgebiet für das Grundwasser im Odenwald besitzt, bin ich nicht in der Lage zu beurteilen. Es ist jedenfalls viel größer, als man erwarten sollte.

Zum Schluß soll noch ein Beispiel aus den letztvergangenen Jahren dafür erbracht werden, wie stark das Ansteigen und Abfallen des Grundwasserspiegels die Bewirtschaftung des Riedes erschwert. Auf Abb. 8<sup>1)</sup> ist eine Anzahl von Schaulinien dargestellt, die die durchschnittlichen Grundwasserhöhen von etwa vier Jahren zusammenfassen. Diese Schaulinien sind bezogen auf eine Ordinate und Abzisse, und dabei gibt die Ordinate die Höhe des betreffenden Beobachtungspunktes und seines Grundwasserstandes über NN an. Auf der Abzisse ist die Anzahl der Tage aufgetragen, an denen die jeweiligen Grundwasserspiegellhöhen erreicht und überschritten wurden. Die Beobachtungszeit umfaßt für die gestrichelte Linie etwa die Jahre 1913—1917, für die punktierte Linie 1918 bis 1922 und für die vollausgezogene Linie 1923—1926. Aus der Darstellung der Schaulinien der monatlichen Grundwasserstände und Niederschlagshöhen auf Abb. 4 ist ja schon zu ersehen, daß eine höhere Lage der Grundwasserspiegel sich in gewissen Jahren einstellt. Die Wellenlinie verläuft mit Rücksicht auf die Meereshöhe in sogenannten trockenen Jahren in einer tieferen, in nassen Jahren in einer größeren Höhenlage. Hier in der Zusammenfassung auf Abb. 8 tritt der Unterschied noch viel schärfer hervor. Man sieht an den Linien für die vier Beobachtungspunkte am Wasserwerk Darmstadt, Oberförsterei Jägersburg und Lorsche Wald in ganz unverkennbarer Weise, wie sich die feuchtere Periode von 1923—1926 über die anderen erhebt, in der Weise, daß die Anzahl der Tage, in denen der hohe Wasserstand herrschte, bei der voll ausgezogenen Linie in bedeutendem Maße vermehrt ist. Die beiden unteren Linien Ginsheim und Erfelden verhalten sich anders. Sie geben die Anzahl der Tage an, an denen die Rheinwasserstände eine bestimmte Höhenlage erreicht und überschritten haben, und auch da sieht man ohne weiteres, daß die oben schon begründete Behauptung richtig ist, daß Rheinwasserstände und Grundwasserstände voneinander unabhängig sind.

Zum Schluß erfülle ich noch die angenehme Pflicht, ein Wort herzlichen Dankes an Herrn Regierungsbaumeister BERG zu richten, dem ich die Zusammenstellung und besonders die Anfertigung der Schaulinien in Fig. 8 verdanke.

<sup>1)</sup> Hinter S. 104.







# Grundwasserstände.

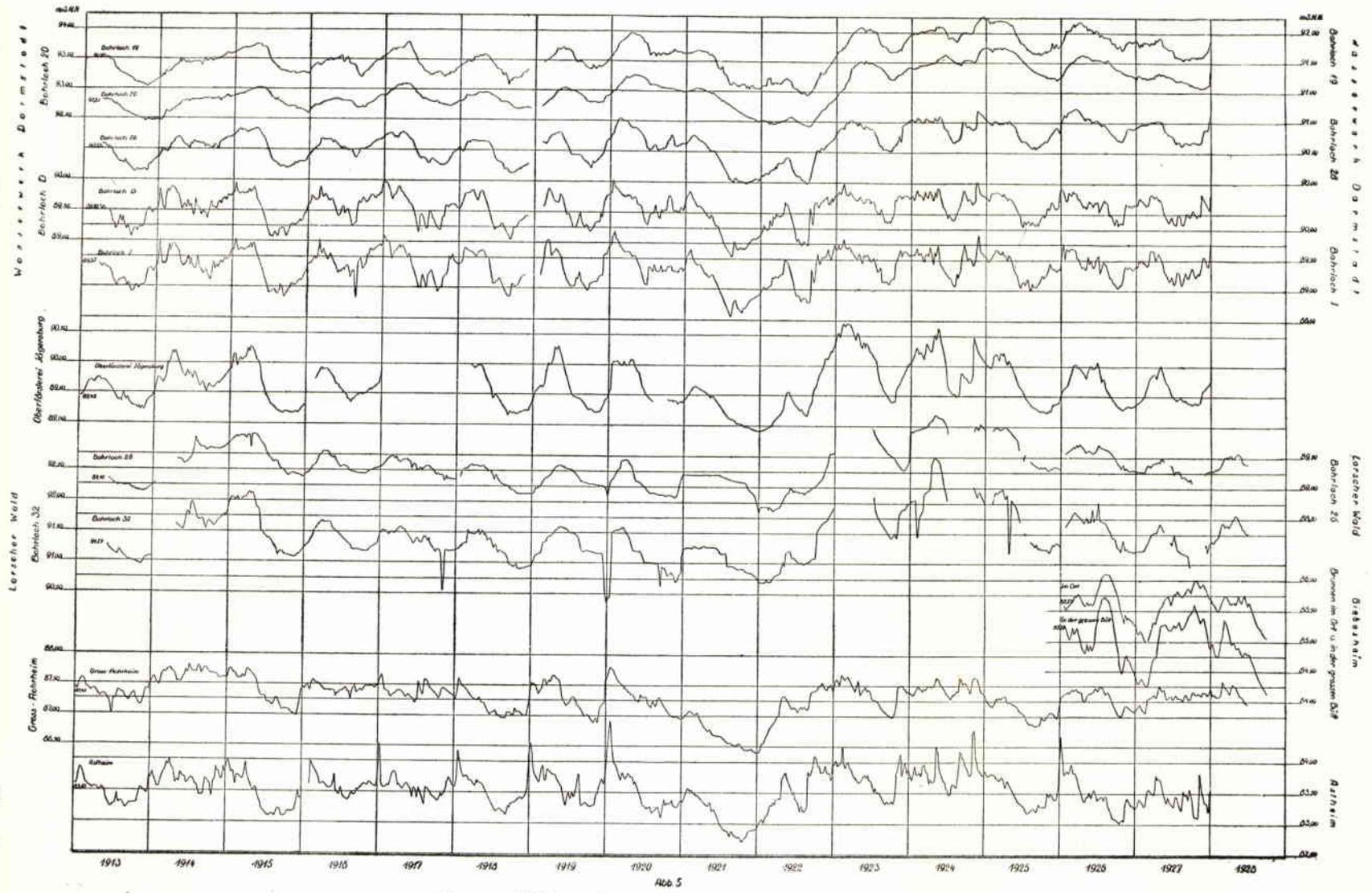
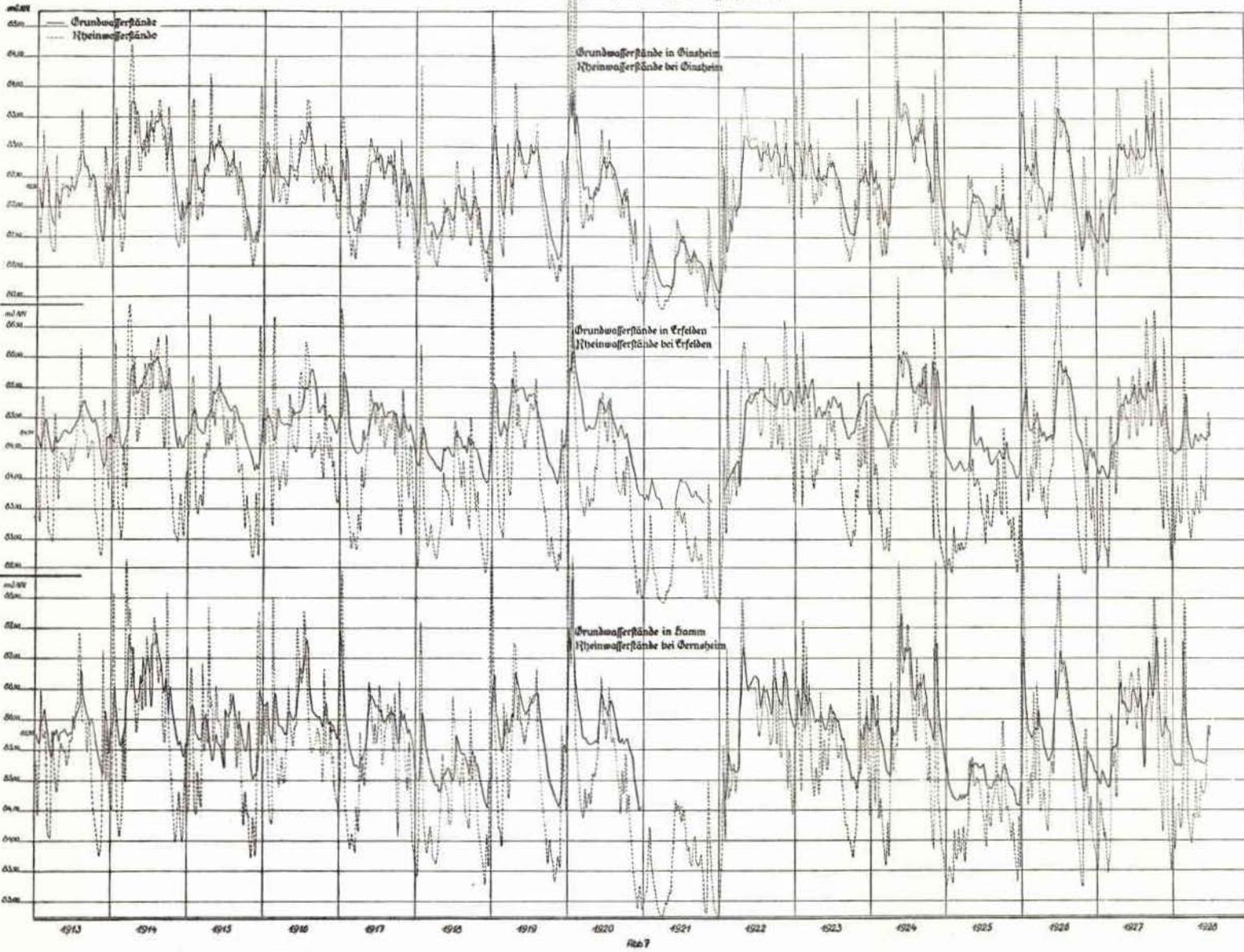


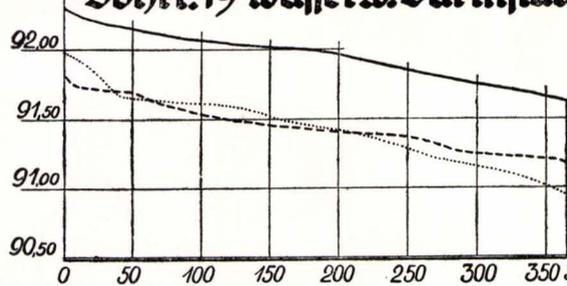
Abb. 5

# Grundwasserstände mit den entsprechenden Rheinwasserständen.

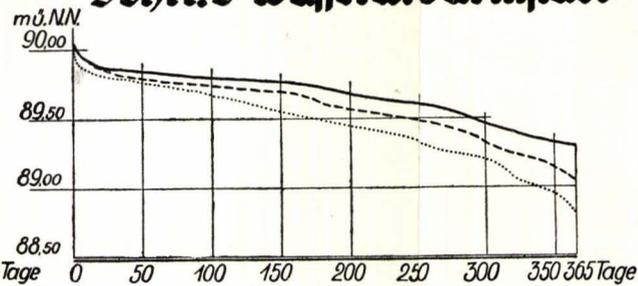


# Linien über die Häufigkeit der Grundwasserstände

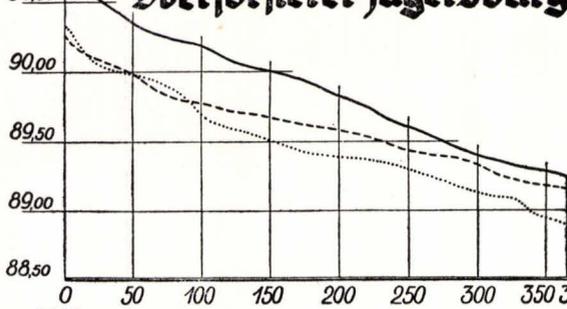
m.ü.N.N. **Bohrl. 19 Wasserm. Darmstadt**



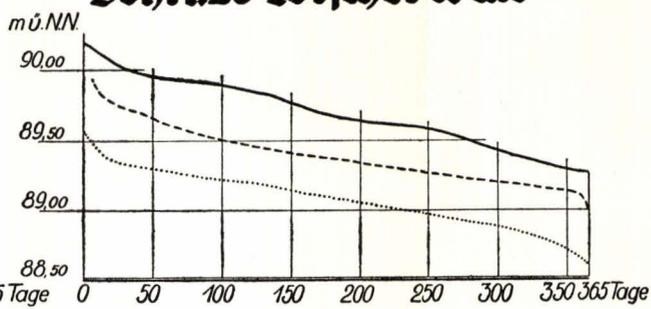
m.ü.N.N. **Bohrl. D Wasserm. Darmstadt**



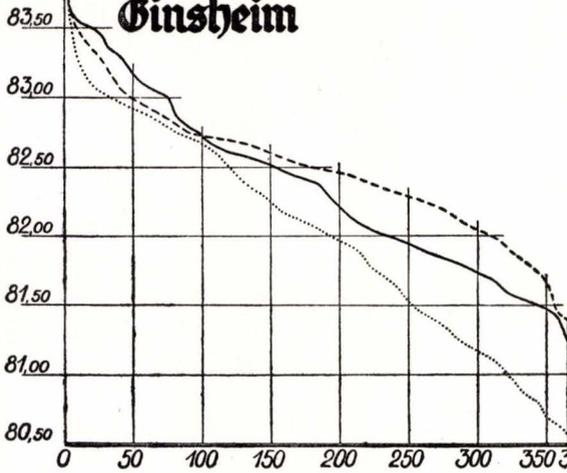
m.ü.N.N. **Oberförsterei Jägersburg**



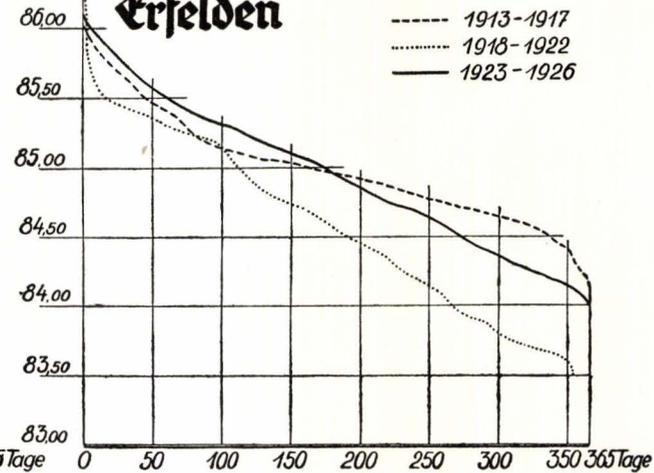
m.ü.N.N. **Bohrl. 26 Forscher Wald**



m.ü.N.N. **Ginsheim**



m.ü.N.N. **Erfelden**



--- 1913-1917  
 ..... 1918-1922  
 ——— 1923-1926

Abb. 8.

# Die Fischreste der oberen Meeressande (Schleichsande) des Mainzer Beckens

Von WILHELM WEILER, Worms.

Mit Tafel 6, Fig. 3—13, 15, 16.

Die sogenannten oberen Meeressande oder Schleichsande bilden den Abschluß der rein marinen mitteloligozänen Abteilung des Mainzer Beckens. Sie kamen in einem flachen Meere zum Absatz und überlagern den unteren Meeressand bzw. den Rupelton, die beiden ältesten Ablagerungen des Meeresarmes, der im Mitteloligozän den Vorläufer des heutigen Mittelmeeres mit dem damaligen Nordmeer verband.

Bei einer Gesamtmächtigkeit von etwa 50 m lassen die Schleichsande folgende Horizonte erkennen:

Oberer Schleichsand { Papillaten- } Schichten.  
                          { Perna- }  
Mittlerer Schleichsand (Chenopusschichten).  
Unterer Schleichsand.

Im Gegensatz zu der reichen Molluskenfauna waren Fischreste in den genannten Sanden die Zeit über so gut wie unbekannt. Nur *Odontaspis cuspidata*, *Galeus tenuis* und Otolithen werden erwähnt (LEPSIUS 1883, ZINNDORF 1901). Dank den sorgfältigen Aufsammlungen durch Herrn Oberbergrat Prof. Dr. STEUER, Darmstadt, in dem bekannten Fundort „Zeilstück“ (Weinheim bei Alzey) und Herrn J. ZINNDORF, Offenbach, beim Offenbacher Hafengebäude, kam eine größere Anzahl von Fischüberresten zusammen, die zum Teil den Papillaten- (Weinheim), zum Teil den Chenopusschichten (Offenbach) entstammen. Beiden Herren bin ich für die Überlassung des Materiales zu herzlichem Dank verpflichtet.

Alle beschriebenen Reste befinden sich entweder in der Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt oder im Museum für Naturkunde in Offenbach.

Die Fischfauna der oberen Meeressande umfaßt nach dem vorliegenden Material zunächst Selachier, die fünf verschiedenen Gattungen angehören, außerdem eine Reihe von Teleostiern.

## Selachii.

### 1. *Notidanus (Hepranchias?) primigenius* AG.

Tafel 6, Fig. 7, 8.

Hierher gehören einige gut erhaltene Zähne, wovon ein oberer und unterer Lateralzahn abgebildet wurden (Tafel 6, Fig. 7 bzw. 8).

Fundort: Zeilstück. Aufbewahrung: Darmstadt.

### 2. *Odontaspis cuspidata* (AG.).

Tafel 6, Fig. 5.

Neben typisch ausgebildeten unteren Lateral- und unteren Vorderzähnen fand sich auch der in Fig. 5 dargestellte Zahn, der seiner ganzen Form nach als oberer Lateralzahn anzusprechen ist. Seine Seitenzähnen sind zu einem oben stumpfen, gekerbten Schmelzstreifen ausgezogen, eine Eigentümlichkeit, die bei diesen Zähnen der Art *Odontaspis cuspidata* recht häufig ist (vergl. LERICHE 1910, S. 270).

Fundort: Zeilstück. Aufbewahrung: Darmstadt.

### 3. *Odontaspis acutissima* (AG.).

Tafel 6, Fig. 3, 4.

Die Zähne dieser Art sind am häufigsten unter allen Fischresten des oberen Meeressandes. Die beiden abgebildeten Exemplare stammen aus verschiedenen Abschnitten des Unterkiefers.

Fundort: Zeilstück. Aufbewahrung: Darmstadt.

### 4. *Isurus* sp.

Tafel 6, Fig. 6.

Von dieser Art existiert nur ein kleines Zähnchen. Seine Krone ist abgeplattet, ziemlich breit an der Basis und mit schneidend scharfen Rändern versehen. Im Gegensatz zur regelmäßig gewölbten Innenseite ist die Außenseite fast flach, nur basal leicht gewölbt.

Der Zahnsockel ist abgeplattet, seine beiden Hälften weit auseinander gespreizt.

In seinem ganzen Aussehen erinnert der beschriebene Zahn an obere Lateralzähne der Gattung *Isurus* RAF. Eine artliche Bestimmung ist unmöglich, *Isurus desori* aus dem Rupelton Belgiens und des Mainzer Beckens kommt sehr wahrscheinlich nicht in Betracht.

Fundort: Zeilstück. Aufbewahrung: Darmstadt.

### 5. Familie *Myliobatidae*.

Tafel 6, Fig. 11.

Die Myliobatiden sind bis jetzt nur durch einen Stachel vertreten, dessen distales Ende leider fehlt. Im unteren Abschnitt wird seine Oberfläche von einer medianen Längsrinne durchzogen, die sich nach oben hin allmählich verliert. An der Basis begleiten sie anfänglich beiderseits einige weitere Rinnen, die im distalen Abschnitt sich in feine Längsrünzeln auflösen.

In seinem ganzen Aussehen gleicht der Stachel dem von H. v. MEYER als '*Myliobatis' rima* beschriebenen Schwanzstachel (vergl. WEILER 1922).

Fundort: Zeilstück. Aufbewahrung: Darmstadt.

### Teleostei.

#### 6. *Berycidarum parvulus* KOKEN.

Tafel 6, Fig. 9, 10.

Zu den Beryciden gehört ein kleiner Otolith, dessen Rostrum durch Bruch leicht beschädigt ist. Seine Länge beträgt 2 mm, seine Höhe etwas über 1,5 mm. Die Außenseite ist flach, eine ursprünglich vorhandene leichte Wölbung ist durch Abschleifen zerstört. Am Hinter-, besonders aber am Dorsalrand machen sich Furchen bemerkbar, die von randlichen Einschnitten aus nach der Mitte zu verlaufen.

Die Innenseite ist mit einem verhältnismäßig flachen Sulcus versehen. Vor der geraden Cauda setzt sich, wie man noch eben sehen kann, das Ostium durch eine leichte Ausbiegung der ventralen und eine ziemlich energische der dorsalen Begrenzungslinie deutlich ab. Über der gut entwickelten Crista superior liegt die seichte Area. Die dem Unterrand genäherte Ventralfurche ist nur schwach ausgebildet.

Die Ähnlichkeit des beschriebenen Otolithen mit *Berycidarum parvulus* aus dem Mitteloligozän Norddeutschlands (KOKEN 1891) ist so groß, daß man ihn ohne Bedenken zu dieser Art stellen kann.

Fundort: Chenopusschichten Offenbach. Aufbewahrung: Offenbach.

#### 7. *Dentex gracilis* WEILER.

Tafel 6, Fig. 13.

Das hierher gehörige Intermaxillare weist an seiner Unterkante eine Reihe hintereinander liegender Einsatzstellen für Zähne auf, die, wie aus erhaltenen Keimzähnen hervorgeht, alle kegelförmige Gestalt besaßen. Unter ihnen waren, von den vorn gelegenen Fangzähnen abgesehen, die mittleren am stärksten entwickelt. Unter den Fangzähnen war der zweite der stärkste. Am Innenrand der Kieferunterseite nimmt man noch sehr feine, regellos verteilte Einsatzstellen wahr, unter denen hier und da eine etwas größere auftaucht. Sie rühren von rudimentären Zahnchen her, die auch bei dem rezenten *Dentex vulgaris* an der nämlichen Stelle vorkommen.

Das beschriebene Intermaxillare stimmt restlos mit dem als *Dentex gracilis* aus dem Alzeier Meeressand beschriebenen Zwischenkiefer überein (WEILER 1922).

Fundort: Zeilstück. Aufbewahrung: Darmstadt.

#### 8. *Pagrus* sp.

Tafel 6, Fig. 12.

Von dieser Gattung kennt man aus dem oberen Meeressand bis jetzt nur einen Otolith. Er ist stark der Länge nach gekrümmt, und seine konvexe Innenseite zeigt einen tiefen Sulcus, der durch eine Aufbiegung seines Dorsal- und einen scharfen Knick seines Ventralrandes in ein schaufelförmig weit sich öffnendes Ostium und eine beträchtlich längere Cauda zerfällt. Das Ende der letzteren ist unter stumpfem Winkel nach unten gebogen. Die Crista superior

ist sehr deutlich entwickelt, desgleichen die darüber liegende Area. Im Gegensatz dazu ist die dem Ventralrand genäherte Ventralfurche undeutlich.

Der Dorsalrand steigt über dem Ostium zunächst flach an, senkt sich aber dann leicht nach rückwärts, um schließlich in den deutlich abgesetzten Hinter- rand überzugehen. Beide sind mit verhältnismäßig schwachen randlichen Einkerbungen versehen, von denen aus seichte Furchen nach einwärts verlaufen. Am Hinterrande des Ventralrandes steigt eine schmale, kanalartige Depression in die Höhe, die oben unter rechtem Winkel nach vorn zu umbiegt, um in das Caudalende einzumünden.

Die Außenseite weist das typische Aussehen der Spariden-Otolithen auf.

Sehr ähnlich gestaltete Otolithen trifft man bei den Gattungen *Cantharus* und *Pagrus* an. Mit *Pagrus* stimmt der fossile besonders eng überein. Hier wie dort finden wir im Gegensatz zu *Cantharus* den leicht wellenförmigen Ventralrand des Ostiums und die oben erwähnte kanalartige Depression am Hinterende der Cauda.

Fundort: Zeilstück. Aufbewahrung: Darmstadt.

Zu den Spariden gehören weiterhin noch eine Reihe isolierter kegel- und kugelförmiger Zähnen, die natürlich generisch unbestimmbar sind.

#### 9. *Scarus* aff. *baltringensis* PR.

Taf. 6, Fig. 15.

Die Scariden sind unter dem im oberen Meeressand gesammelten Material durch das Bruchstück eines kleinen Dentale vertreten. Seine Außenwand trägt noch fünf Horizontalreihen der kleinen, schuppenähnlichen Zähnen, die sowohl vertikal als wagrecht dicht nebeneinander stehen. Das Kiefernbruchstück stimmt in seiner Größe sowohl wie in der Art der Bezahnung völlig mit dem *Scarus* aff. *baltringensis* aus den unteren Meeressanden überein.

Fundort: Zeilstück. Aufbewahrung: Darmstadt.

#### 10. *Cybium*? sp.

Tafel 6, Fig. 16.

Sehr dürftig sind die Überreste von Scombriden, die sich bis jetzt vor allem auf den abgebildeten Wirbel beschränken. Er ist von beträchtlicher Größe, etwas länger als hoch und an den Seiten mit zwei Längsrillen versehen, die durch eine breite Scheidewand von einander getrennt sind. Der Wirbel gleicht außerordentlich dem von mir aus dem Meeressand von Alzey beschriebenen und zu *Cybium* gestellten Wirbel (1922, S. 48, Taf. 2, Fig. 6 und 7), der aber aus einer weiter rückwärts liegenden Region der Wirbelsäule stammt.

### Ergebnis.

Die bis jetzt aus dem oberen Meeressand (Schleichsand) des Mainzer Beckens bekannt gewordene Fischfauna enthält nach den vorstehenden Untersuchungen folgende Arten:

Namen der Art	Papillaten- schicht	Chenopus- schicht
<i>Notidanus primigenius</i>	+	—
<i>Odontaspis cuspidata</i>	+	—
<i>Odontaspis acutissima</i>	+	—
<i>Isurus</i> sp.	+	—

Fam. <i>Myliobatidae</i>	+	—
<i>Berycidarum parvulus</i> .	—	—
<i>Dentex gracilis</i>	+	—
<i>Pagrus</i> sp.	—	+
<i>Scarus</i> aff. <i>baltringensis</i>	+	—
<i>Cybiium?</i> sp.	+	—

Die Fauna ist rein marin und stimmt, wie nicht anders zu erwarten war, mit der des unteren Meeressandes und des Septarientones weitgehend überein. Nur *Isurus* sp. und *Berycidarum parvulus* scheinen in den etwas älteren Schichten nicht vertreten zu sein. Bei *Berycidarum parvulus* handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit um eine von Norden her in das Mainzer Becken eingedrungene Art, da man diese Form nur aus dem Septarienton von Sölingen kennt.

Als weiterer Unterschied fällt gegenüber der Fischfauna des Meeressandes von Alzey (WEILER 1922) bzw. des Septarientons (WEILER 1928), genau wie bei den Mollusken, die Armut an Arten auf, die nicht zufälliger Natur sein kann, da fossilführende Aufschlüsse im Schleichsand nicht selten sind. Unter den Haien fehlen gerade die großen Formen wie *Carcharodon*, *Cetorhinus*, *Galeocerdo* usw., die im unteren Meeressand recht häufig sind. Zweifellos kommt hierin die Verschlechterung der Lebensverhältnisse in dem seichter und seichter werden Meer der Schleichsandzeit zum Ausdruck, die einer beträchtlichen Anzahl von Arten des unteren Meeressandes und des Septarientones die Weiterexistenz unmöglich machte.

#### Schriftenverzeichnis:

- KOKEN: Neue Untersuchungen an tertiären Fischotolithen. II. Zeitschr. d. deutschen Geol. Ges. 1891.  
 LEPSIUS: Das Mainzer Becken. Darmstadt 1883.  
 LERICHE: Les Poissons oligocènes de la Belgique. Mém. du Mus. roy. d'hist. nat. de Belge. Bd. 5. 1910.  
 PROBST: Beiträge zur Kenntnis der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen. Jahresh. d. Ver. vaterl. Nat. Württemberg. 1874.  
 WEILER: Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens. I. Abh. d. geol. Landes-Anst. Darmstadt. Worms 1922.  
 WEILER: Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens. II. Loc. cit. Darmstadt 1928.  
 WITTICH: Neue Fische aus den mitteloligozänen Meeressanden des Mainzer Beckens. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. u. d. großh. geol. Landesanst. zu Darmstadt. 4. Folge. Darmstadt 1898.  
 ZINNDORF: Mitteilung über die Baugrube des Offenbacher Hafens. 37.—42. Ber. d. Ver. f. Naturk. Offenbach. 1901.

#### Figurenerklärungen:

- Fig. 3. *Odontaspis acutissima* (AG.). Unterer Lateralzahn. 1:1.  
 Fig. 4. *Odontaspis acutissima* (AG.). Unterer Vorderzahn. 1:1.  
 Fig. 5. *Odontaspis cuspidata* (AG.). Oberer Lateralzahn. 1:1.  
 Fig. 6. *Isurus* sp. Oberer Lateralzahn. 1:1.  
 Fig. 7. *Notidanus* (? *Notorhynchus*) *primigenius* AG. Oberer Lateralzahn 1:1.  
 Fig. 8. *Notidanus* (? *Notorhynchus*) *primigenius* AG. Unterer Lateralzahn. 1:1.  
 Fig. 9. *Berycidarum parvulus* K. Rechter Otolith von der Außenseite. 6:1.  
 Fig. 10. *Berycidarum parvulus* K. Rechter Otolith von der Innenseite. 6:1.  
 Fig. 11. Fam. *Myliobatidae*. Schwanzstachel. 1:1.  
 Fig. 12. *Pagrus* sp. Rechter Otolith von der Innenseite. 3:1.  
 Fig. 13. *Dentex gracilis* W. Rechte Intermaxille, von unten. 1:1. K.=Keimzahn.  
 Fig. 15. *Scarus* aff. *baltringensis* Pr. Bruchstück des rechten Dentale von außen. 1:1.  
 Fig. 16. *Cybiium* sp. ?. Vorderer Caudalwirbel. 1:1.

# Prolebias praecursor sp. n. aus den Süßwasserschichten des Cyrenenmergels im Mainzer Becken.

Von WILHELM WEILER, Worms.

Mit Tafel 6, Fig. 14.

Vor einigen Jahren erhielt ich von Herrn Dr. J. ANDREE den Abdruck eines kleinen Fisches zugesandt, der bei einer Exkursion des Geologischen Institutes der Universität Münster i. W. in den Süßwasserablagerungen des Cyrenenmergels an der Landstraße nach Heimersheim bei Alzey gefunden wurde. Es ist der erste Fischrest, den diese Ablagerungen bis jetzt geliefert haben.

Der Abdruck zeigt auf einer Platte aus weichem, weißem Kalkmergel ein nicht ganz 4 cm langes Fischchen, dessen Kopf viermal in der Gesamtlänge enthalten ist. Am Schädel erkennt man bei Lupenvergrößerung Teile der beiden Dentalia, einige undeutliche Reste des Kiemendeckels, unter denen ein Kiemenstrahl zum Vorschein kommt, sowie die große, vom Parasphenoid durchgezogene Orbita.

Die Wirbelsäule enthält mindestens 31 Wirbel, davon 17—18 caudal. An den abdominalen sitzen kräftige, lange Rippen.

Gut erhalten sind die unpaarigen Flossen. Über dem 15. Wirbel von rückwärts gezählt, also verhältnismäßig weit hinten, beginnt die Dorsalis, die neun lange Strahlen erkennen läßt. Ungefähr zwei Wirbellängen vor ihr liegt der Anfang der Analis, die elf oder zwölf Strahlen enthält, welche hinter den Dorsalstrahlen an Länge etwas zurück bleiben. In der kräftig entwickelten, nur mäßig tief eingeschnittenen Caudalis zählt jeder Flossenlappen 5—6 Rand- und 7—8 Hauptstrahlen.

Die paarigen Flossen haben nur undeutliche Abdrücke hinterlassen. Von der nahe dem Bauchrand befestigten Brustflosse sieht man nur einige Strahlen, desgleichen von der Bauchflosse, die der Analis etwas näher liegt als der Pectoralis.

Der Körper ist mit verhältnismäßig großen, runden Schuppen bedeckt, die bei günstigem Lichteinfall und Lupenvergrößerung zahlreiche feine, konzentrische Streifen aufweisen.

Nach seinem ganzen Körperbau ist der beschriebene Fisch zur Gattung *Prolebias* Sauv. zu stellen. Sie ist im Mainzer Becken bereits durch *Prolebias meyeri* aus dem Hydrobionten vertreten (AGASSIZ 1839), eine Art, die auch im Miozän Italiens vorkommt (D'ERASMO 1929). Ihr ähnelt die beschriebene Form sehr in den Körperproportionen, in der beträchtlichen Entwicklung der unpaarigen Flossen, auf die AGASSIZ als Artmerkmal so großen Wert legt. Auch in der Anzahl und Verteilung der Wirbel auf die Körperregionen herrscht Übereinstimmung. Auf der anderen Seite darf man aber nicht übersehen, daß die oligozäne Art in der Dorsalis und Analis z. T. ganz beträchtlich weniger Strahlen enthält, so daß von einer Artgleichheit nicht die Rede sein kann. Die beschriebene Form muß demnach als neue Art angesehen werden, die als *Prolebias praecursor* bezeichnet wird, weil sie ganz zweifellos in die Vorfahrenreihe des jungtertiären *Prolebias meyeri* gehört.

Aus mitteloligozänen Süßwasserablagerungen bei Klein-Klembis in Baden beschreibt LERICHE (1927) einen *Prolebias*, den er als *Prolebias aff. gregatus* bezeichnet (SAUVAGE 1868, WOODWARD 1901). Dieser Fisch stimmt in den Körperproportionen, der Form und Stellung der Flossen, sowie in der Anzahl der Flossenstrahlen restlos mit der neuen Art überein. Der einzige Unterschied, der beim Vergleich sich herausstellt, besteht darin, daß LERICHE für seinen *Prolebias aff. gregatus* nur 29 Wirbel angibt. Es ist aber bei der Kleinheit des Objektes nicht ausgeschlossen, daß die vordersten Abdominalwirbel bei der Badener Art nicht erhalten sind. Gegenüber *Prolebias gregatus* besteht auf jeden Fall, wie auch LERICHE bereits betonte, ein wichtiger Unterschied insofern, als die genannte Art 20 Schwanzwirbel aufweist gegenüber 17 bei der Art von Klein-Kembs.

Herrn Dr. J. ANDREE bin ich für die freundliche Überlassung des Fischrestes zu herzlichstem Dank verpflichtet, den ich ihm auch an dieser Stelle noch einmal aussprechen möchte.

#### Schriftenverzeichnis:

- AGASSIZ: Recherches sur les Poissons fossiles, Bd. 5. Neuchâtel 1839.  
 D'ERASMO: L'Ittiofauna fossile di Senigallia. Atti della R. Acc. delle Scienze fisiche e mat. di Napoli. Bd. 18. Neapel 1929.  
 LERICHE: Les Poissons de la Molasse Suisse. Appendice I. Le „*Prolebias*“ de Kleinkembs (Pays de Bade). Mém. de la Soc. pal. suisse. Bd. 46—47. Genf 1927.  
 SAUVAGE: Note sur les Poissons du calcaire de Ronzon, près la Puy- en Velay. Bull. de la Soc. géol. de France, 2. Serie, Bd. 26. Paris 1868—69.  
 WOODWARD: Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum. Bd. IV. London 1901.

Die Figur (14) hat etwa den Maßstab 2:1.

# Über Reste von Haifischen aus den Hydrobienschichten des Mainzer Beckens

Von WILHELM WEILER, Worms.

Mit Tafel 6, Fig. 1, 2.

Von Herrn Prof. Dr. O. SCHMIDTGEN, Direktor des Naturhistorischen Museums der Stadt Mainz<sup>1)</sup>, erhielt ich eine ganze Menge von Haifischzähnen, die er in den Hydrobienkalken von Budenheim und des Kasteler Bruches im Laufe der Zeit gesammelt hatte. Größtenteils handelt es sich nur um Zahnkronen, doch sind auch von der erstgenannten Stelle eine Reihe von Sockeln erhalten. Die Bruchflächen sind in den meisten Fällen so scharf, daß sie erst bei der Entnahme der Zähne aus dem Gestein entstanden sein können.

Die Bestimmung der Zähne ließ sich mit Sicherheit durchführen und zeigte, daß es sich um die im unteren Meeressand und Septarienton nicht seltenen Arten *Odontaspis cuspidata* und *Odontaspis acutissima* handelt. Es sind meistens Lateral- und Vorderzähne. Der in Fig. 1 abgebildete zeigt die schmale, an der inneren Basis sehr fein gestreifte Krone der Vorderzähne von *O. acutissima*, während die bedeutend breitere und stärker abgeplattete Krone des andern (Tafel 6, Fig. 2) zu einem oberen Lateralzahn von *O. cuspidata* gehört. Alle Zähne sind kräftig entwickelt und zeigen den oligozänen gegenüber keinerlei Abweichung.

Was diesen Selachiern eine besondere Bedeutung verleiht, ist der Umstand, daß sie die ersten einwandfrei marinen Fischreste aus den Hydrobienschichten des Mainzer Beckens darstellen, also aus einer Ablagerung, die sich in dem bereits stark ausgesüßten Becken des ehemaligen Cerithienkalk-Meeress bildete.

Wo kamen die Haie her? Aus aufgearbeitetem älteren Material können die Zähne nicht stammen, denn es fehlen auch die leisesten Spuren einer Abrollung. Auch um Relikte aus der Zeit des Cerithienmeeres kann es sich bestimmt nicht handeln. Einmal waren die beiden Selachierarten ausgesprochene Hochseebewohner, die nur gelegentlich einmal sich der Küste näherten, und weiterhin ist aus den in Rheinessen überall sehr gut aufgeschlossenen Corbiculakalken, welche die Hydrobienschichten unterlagern, noch kein einziger mariner Fisch zu Tage gekommen, der uns das relativ reiche und unvermittelte Vorkommen von Haien in den Hydrobienschichten verständlich machen könnte. Es besteht nur

<sup>1)</sup> Herrn Prof. SCHMIDTGEN bin ich für die Überlassung der Reste zu besonderem Dank verpflichtet.

die eine Möglichkeit, daß die beiden Haiarten aus dem offenen Meer sich gelegentlich in das mehr oder minder ausgesüßte Becken der Hydrobienschichten verirrt. Von großem Interesse für diese Frage ist die Tatsache, daß nach JOLEAUD's Angaben (1907, S. 516) gegenwärtig in den wärmeren Zonen die Gattungen *Odontaspis*, *Isurus* ähnlich wie so viele Carchariiden und Rochen in das Brackwasser der Flußunterläufe eindringen. Zur Hydrobienzzeit muß demnach ganz zweifellos eine, wenn auch nur vorübergehende, Verbindung mit dem freien Meere bestanden haben, die es so großen Tieren, wie es die beiden oben erwähnten Haie zweifellos waren, den Zugang in das Beckeninnere gestattete.

Darauf deutet auch das ziemlich unvermittelte Auftreten von Brackwasserformen wie *Mytilus faujasi* hin, die in der untersten Abteilung der Hydrobienschichten sogar bankbildend auftritt.

WENZ (1921, S. 170) schließt außerdem aus der Tatsache einer rasch fortschreitenden Aussüßung während der Hydrobienzzeit auf einen ständigen Abfluß des Beckens, da im umgekehrten Falle sich ein zunehmender Salzgehalt bemerkbar machen müßte. Seiner Auffassung nach gibt das Vorkommen von *Hydrobia elongata* in der Niederrheinischen Bucht vielleicht einen Hinweis auf die Abflußrichtung.

Welches Meer käme aber für die Herkunft der Haie in Betracht? Nach einer freundlichen Auskunft des Herrn Dr. WENZ, für die ich ihm auch hier nochmals verbindlichst danke, ist das aquitane Alter der Hydrobienschichten absolut gesichert. Aus dieser Zeit kennen wir aber aus der unmittelbaren Umgebung des Mainzer Beckens keine marinen Ablagerungen. Das Molassemeer im Süden ist burdigal und helvetisch, also jünger, und im Norden beschränkt sich das untermiozäne Meer nach unserer gegenwärtigen Kenntnis auf das Gebiet des Elbunterlaufes (v. LINSTOW 1922, Karte 8). Erst im Mittelmiozän dehnt es sich weiter nach Süden und Westen aus und gelangt in größere Nähe zum Mainzer Becken (v. LINSTOW 1922, Karte 9). Für zukünftige Forschungen wird es eine der interessantesten Aufgaben sein, den Verbindungsweg des Mainzer Beckens während der Hydrobienzzeit mit dem offenen Meer klar zu stellen. Vermutlich wird diese Frage nur in engster Verbindung mit der andern Frage nach der Herkunft des Cerithienmeeres zu lösen sein.

#### Schriftenverzeichnis:

- JOLEAUD: Notes sur quelques dents de Poissons fossiles du Rio de Oro. Bullt. de la Soc. géol. de France. 4. série, Bd. 7. Paris 1907.  
v. LINSTOW: Die Verbreitung der tertiären und diluvialen Meere in Deutschland. Abh. d. Pr. Geol. Landesanst. N. F. Heft 87. Berlin 1922.  
WENZ: Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. Heidelberg 1921.

#### Figurenerklärung:

Fig. 1. *Odontaspis acutissima* (AG.). Vorderzahn. 1:1.

Fig. 2. *Odontaspis cuspidata* (AG.). Oberer Lateralzahn. 1:1.

# Eine Unterkieferhälfte vom Damhirsch aus dem Mosbacher Sand.

Von OTTO SCHMIDTGEN, Mainz.

Mit Tafel 7.

Vor einiger Zeit erhielt das Naturhistorische Museum Mainz aus den Mosbacher Sanden, und zwar aus den ältesten Schichten, den rechten Unterkieferast eines Hirsches (Taf. 7), der sofort wegen seiner geringen Größe gegenüber allen anderen Hirschunterkiefern aus diesen Sanden auffiel. An Zähnen sind erhalten der letzte Prämolare und die drei Molaren.

Der Größenunterschied gegenüber dem Reh ist so bedeutend, daß an dieses nicht gedacht werden konnte. Er mußte deshalb zuerst einmal mit den Hirschen aus den Mosbacher Sanden verglichen werden. In der Tabelle I auf Seite 116 ist der neue Unterkiefer in Vergleich gestellt mit den Unterkiefern von *Cervus elaphus* L. (*fossilis*) aus diesen Sanden. Alle Vergleichsstücke sind aus der Sammlung des Naturhistorischen Museums Mainz.

Der Vergleich zeigt, daß der neue Unterkiefer in den Maßen seiner Zähne völlig außerhalb der Variationsbreite von *Cervus elaphus fossilis* steht. In obiger Tabelle sind alle Einzelmaße aufgeführt, um bei dieser Gelegenheit auf die außerordentlich starke Variabilität der Zähne eines Unterkiefern im Verhältnis zueinander und zu der ganzen Gebißlänge hinzuweisen.

Auch aus der Variationsbreite des rezenten *Cervus elaphus* fällt der Unterkiefer heraus, wie nachstehende Zahlenvergleiche zeigen:

Länge des	Variationsbreite
P <sub>3</sub>	13.8—16.5
M <sub>1</sub>	16—19.8
M <sub>2</sub>	20.9—23.5
M <sub>3</sub>	27.6—29.7

*Cervus elaphus* L. (recent).

Weiterhin wurden Vergleiche mit *Cervus dama* L. durchgeführt. Wir erhielten hierzu Material von dem Museum für Naturkunde in Berlin, dem Naturalienkabinett in Stuttgart sowie vom Senckenberg-Museum in Frankfurt a. M.<sup>1)</sup> Diese Unterkiefer entstammen den verschiedensten Orten und sind von

<sup>1)</sup> Es sei mir gestattet, auch an dieser Stelle den Herren Dr. POHLE, Berlin, Professor Dr. RAUTHER, Stuttgart und Dr. MERTENS, Frankfurt a. M. herzlichst zu danken für die bereitwillige Überlassung des Materials.

verschieden alten Tieren. Unterkiefer, bei welchen der  $M_3$  noch nicht voll entwickelt ist, wurden zum Vergleiche nicht herangezogen. Es ergab sich Tabelle II auf Seite 116.

Hierzu ist zu bemerken, daß der an letzter Stelle stehende Unterkiefer von einem schwachen Weibchen (Zoolog. Garten-Exemplar) stammt. Der Mosbacher Unterkiefer fällt also vollständig in die Variationsbreite der rezenten Unterkiefer von *Cervus dama*, und zwar an deren äußerste maximale Grenze. Das mag darauf zurückzuführen sein, daß die vorliegenden rezenten Stücke von eingeführtem Wild, meist wohl Gatterwild, stammen.

Die Größe des Mosbacher Unterkiefers würde also ganz für seine Zugehörigkeit zu *Cervus dama* L. sprechen.

Auffallend ist weiterhin die geringe Höhe des Unterkieferastes. Ich habe die entsprechenden Maße in der nachfolgenden Tabelle in Vergleich gestellt mit *Cervus elaphus fossilis* von Mosbach und mit dem rezenten Hirsch. Alle Maße sind bei diesen wesentlich größer.

Höhe des Unterkiefers unter der Mitte von:	<i>Cervus elaphus fossilis</i> Mosbach Variationsbreite	<i>Cervus elaphus recent</i> Variationsbreite	<i>Cervus dama</i> Mosbach
$P_3$	29.6—36.8	29.3—36.4	23.2
$M_1$	33.6—40.5	29.5—38.5	24.9
$M_2$	35.9—40.7	33.3—41.2	27.3
$M_3$	36.4—44.5	36.8—45.2	29.5

***Cervus elaphus fossilis* Mosbach und *Cervus elaphus recent*.**

Bei dem Vergleiche mit *Cervus dama*, ich führe in Tabelle III auf Seite 116 alle Maße an, zeigt sich wieder eine große Übereinstimmung mit dem Mosbacher Fossil.

Es ist hier darauf hinzuweisen, daß der Unterkiefer Berlin Nr. 13184 ganz ausnahmsweise niedrig ist, obgleich er von einem älteren Tiere stammt. Die starke Variationsbreite ist z. T. sicher auf die oben schon einmal angegebenen Gründe (Gatterwild usw.) zurückzuführen. Ich möchte aber dazu bemerken, daß im Allgemeinen das Verhältnis von Zahnlänge und Unterkieferhöhe bei *elaphus* und *dama* ungefähr gleich ist.

Der neue Unterkiefer stimmt also auch in bezug auf die Höhe völlig mit *dama* überein.

Eine weitere Übereinstimmung ist darin zu sehen, daß die Unterkieferäste von *dama*, wenn man von unten darauf sieht, plumper erscheinen wie diejenigen von *elaphus*. Das ist darauf zurückzuführen, daß die Unterkieferäste von *elaphus* in ihrem unteren Teile weniger dick sind wie in ihrem oberen, genau wie auch bei *dama*. Bei *elaphus* geht aber dieses Dickerwerden nicht allmählich vor sich, sondern in ihrem untersten Drittel bleiben sie hier zunächst etwa gleich stark, erst dann setzt die stärkere Verdickung ein. Bei *dama* beginnt diese Verdickung sofort im unteren Teile und wächst ziemlich rasch an. Dadurch erscheint bei Aufsicht von unten der Unterkieferast bei *elaphus* graziler und bei *dama* plumper. Der Querschnitt durch den Unterkieferast ist bei *dama* fast gleichmäßig oval, während bei *elaphus* die Außen- und Innenfläche unten zu-

Tabelle I.

Länge von:	1925	1916	1913	1911	1916	1911	1929	1929	1912	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>	1929	1929	Variationsbreite	Dama Mosbach
	89	86	25	a	100	b	351	352								132	329		
P <sub>3</sub>	—	—	10.3 18.1	18	17	17.8	—	—	19.3	20	—	18.7	17.5	17	17.1	17	—	16.3—20	13.3
M <sub>1</sub>	18.3	—	—	20.4	20.2	20.6	22.1	—	21.8	20.9	—	20.5	21.6	20.8	18.7	19	—	18.1—22.1	15
M <sub>2</sub>	22.5	24.6	—	23.3	23.5	23	25	22.9	—	24.1	21.5	24.9	24	22.6	22.2	21.7	25.1	21.5—24.9	17.6
M <sub>3</sub>	29.6	31	28.3	28.4	28	29.6	32.3	30.2	—	31.5	29	32.6	29.3	28.8	29	30.5	32.7	28—32.6	22.9

Cervus elaphus (fossil) aus dem Mosbacher Sand.

Tabelle II.

Länge von:	Museum Berlin									Mus. Stuttgart			Senkenberg-Mus.				Variationsbreite	Dama Mosbach
	A																	
	22099	30807	13184	34110	19817	30808	21762	2372	26212	842	219	375	11	16	44	623		
P <sub>3</sub>	11.7	12.1	11.7	13	12.1	11.5	13.2	11.9	11.6	11.5	11.8	11	11.6	11.4	11.5	10.4	10.4—13.2	13.3
M <sub>1</sub>	14.5	14.8	14.5	14.5	15	15.1	15.2	14.7	11.7	13.2	13.5	14	13.4	13.6	13	11.4	11.4—15.2	15
M <sub>2</sub>	17.5	16.5	16.4	16.3	17.8	17.7	17.2	16	16.1	16.5	16.3	15.8	16.3	15.5	16.2	15	15—17.8	17.8
M <sub>3</sub>	22.3	22.8	22.2	21	22.5	20.5	22.3	21.4	23.3	22.3	21.5	19.5	21.1	20.8	23	20.3	20.3—23.3	23.4

Cervus dama L. (recent).

Tabelle III.

Höhe des Unterkiefers unter der Mitte von:	Museum Berlin									Mus. Stuttgart			Senkenberg-Museum				Variationsbreite	Dama Mosbach
	A																	
	22099	30807	13184	34110	19817	30808	21762	2372	26212	842	219	375	11	16	44	623		
P <sub>3</sub>	23.6	23.3	15.7	21	17.2	17.9	20	20	26.5	22.4	19.6	19.2	21	20.5	22.5	20.6	15.7—26.5	23.2
M <sub>1</sub>	25.3	24.2	17.8	23.6	20.6	20	22	23.2	27	24.9	22.9	21.6	24.3	22.4	25	22.7	17.8—27	24.9
M <sub>2</sub>	26.7	26.8	16.9	23.9	23.5	24	24.8	25.9	29.4	26.5	24.5	24.6	25.2	22	26.2	25	16.9—29.4	27.3
M <sub>3</sub>	28.5	28.6	20	26.8	26.6	26.7	28	28.7	32	29.8	26.9	25.9	26	23.2	27.3	27	20—32	29.5

Cervus dama L. (recent).

nächst beinahe parallel verlaufen und erst am Ende des ersten Drittels die beiderseitige Wölbung beginnt.

Der fossile Unterkiefer zeigt hier in stark ausgeprägter Weise die Verhältnisse, wie sie für *dama* angegeben wurden.

Von Zähnen sind an dem Mosbacher Unterkiefer erhalten, der letzte Prämolare und die drei Molaren. Sie sind alle sehr stark abgekaut, so daß auf der Kaufläche von den Zahnelementen nur noch sehr wenig zu sehen ist. (Taf. 7).

HARLÉ beschreibt<sup>2)</sup> einen fossilen Unterkiefer von *dama*, welcher in seinen Zahnmaßen fast genau mit unserem Stück übereinstimmt. Die Länge der vier letzten Backenzähne beträgt bei seinem Exemplar — von vorne nach hinten — 13, 17, 18,5, 24 mm.

HARLÉ macht auch auf besondere Eigenschaften der Zähne aufmerksam. Er sagt, daß beim  $M_3$  von *dama* der Raum zwischen den beiden Teilen (äußeren und inneren) des Talons in offener Verbindung stehe mit dem Raum zwischen den beiden Halbmonden des zweiten Zahnprismas, während bei *elaphus* diese Räume durch das Übergreifen des einen oder anderen Halbmondes des zweiten Zahnprismas deutlich getrennt seien. Auch bei abgekauten Zähnen sei dies noch deutlich zu sehen. Bei unserem Stück ist die Abkautung so stark vorgeschritten, daß nichts derartiges nachzuweisen ist, wenn auch der Übergang des Talons zum zweiten Zahnprisma sehr breit erscheint. Der Talon des Mosbacher Stückes ist in seinem inneren und hinteren Teile bis über den unteren Rand der Schmelzwand abgekaut, seine Kaufläche fällt nach hinten-innen ziemlich stark ab. Diese Anomalie mag durch besondere Verhältnisse des entsprechenden oberen  $M_3$  bedingt sein.

Ich möchte hier darauf hinweisen, daß die oben von HARLÉ angeführten Merkmale wohl für die meisten, aber nicht für alle mir vorliegenden Unterkiefer- $M_3$  von *dama* stimmen. Bei jugendlichen Zähnen ist diese Kommunikation stets vorhanden, bei älteren, stärker abgekauten weniger; bei *elaphus* sah ich sie niemals.

Für den hintersten Prämolare von *dama* gibt HARLÉ an, daß sein mittleres Element B weniger mächtig und sein vorderes Element A verhältnismäßig stärker entwickelt sei, während beim Hirsch das Element B durchweg viel länger und das Element A sehr verkürzt sei. Er meint wohl hier die erste und zweite Schmelzschlinge auf der lingualen Seite des Zahnes. *Dama* rezent hat tatsächlich keine so starke, wandartige Verbreiterung der zweiten Schlinge des hintersten Prämolars, wie sie *elaphus* aufweist. Bei dem stark abgekauten entsprechenden Zahne des Mosbacher Unterkiefers ist davon nichts mehr zu sehen, da nur ein kleiner Teil der Falte zwischen dritter und vierter Schmelzschlinge noch vorhanden ist; es sei denn, daß eine kleine, kaum sichtbare Einbuchtung in der lingualen Schmelzwand, etwas vor dem eben erwähnten Faltenrest, anzeigt, daß auch hier der vorderste Teil länger war wie der folgende.

Die Angabe von HARLÉ, daß die vordere Partie des ersten hinteren Molars auf die hintere Partie des letzten Prämolars übergreife und sie eindrücke, paßt für die Verhältnisse an dem Mosbacher Unterkiefer sehr gut. Aber die fossilen und rezenten Unterkiefer von *elaphus* sowie diejenigen von *dama* zeigen, daß dieser Unterschied kein durchgreifender ist.

<sup>2)</sup> HARLÉ, EDOUARD, Daim quaternaire de Bagnere de Bigorre. In: L'Anthropologie L. 995, Bd. VI, p. 369 ff.

Soweit also, auch abgesehen von der Größe, Vergleiche an den Zähnen überhaupt durchführbar sind, scheinen sie alle für *Cervus dama* zu sprechen, der somit der Mosbacher Fauna neu hinzuzufügen ist.

Ich sehe selbstverständlich davon ab, auf diesen abgekauten Unterkiefer hin, die Form besonders zu benennen. Ich behalte mir dies vor, wenn einmal bessere Reste vorliegen. Es wären dann einerseits Vergleiche anzustellen mit dem Sikahirsch, welcher in der Pliozänzeit in Europa lebte und dann nach dem Osten auswanderte, sowie andererseits mit dem Damhirsch aus Südosteuropa (*Cervus dama mesopotamicus*), Vergleiche, welche aber bei dem derzeit unvollständigen Material aus Mosbach wertlos erscheinen.

Ein Damhirsch aus den Mosbacher Sanden nimmt nicht Wunder, da er ja an verschiedenen Stellen Europas im Diluvium gefunden wurde. Ich verweise hierfür auf die Zusammenstellung bei FREUDENBERG<sup>3)</sup>. Aus Deutschland sind Reste beschrieben von NEHRING<sup>4)</sup>, POHLIG<sup>5)</sup>, KEILHACK<sup>6)</sup> und WERTH<sup>7)</sup>. Sie entstammen alle jüngeren Diluvialschichten, aus, mit den Mosbacher Sanden gleichaltrigen Ablagerungen, ist er bisher nicht bekannt. Von allen anderen Fundstellen sind, mit Ausnahme von dem HARLE'schen Exemplar, hauptsächlich Geweihreste beschrieben, Unterkiefer ist meines Wissens keiner dabei, so daß ein Vergleich mit diesen übrigen Funden unmöglich ist.

Die Mosbacher Sande sind somit wieder um eine Hirschart reicher geworden, zu dem *Megaceros*, den drei verschiedenen Formen von *Cervus elaphus*, kommt nun *Cervus dama* hinzu. Wie diese Formen sich auf die verschiedenen Schichten der Mosbacher Sande — denn diese sind keine stratigraphische Einheit<sup>8)</sup> — verteilen, darüber wird demnächst an anderer Stelle zu reden sein.

<sup>3)</sup> FREUDENBERG, WILHELM, Die Säugetiere des älteren Quartärs von Mitteleuropa. In: Geolog. und Palaeontolog. Abh. Neue Folge, Bd. 12, Heft 4/5, p. 105 ff.

<sup>4)</sup> NEHRING, Über das fossile Vorkommen von *Cervus dama* usw. In: Sitz.-Ber. d. Ges. Naturf. Freunde Berlin 1883, p. 68.

<sup>5)</sup> POHLIG, HANS, Die Cerviden des thüringischen Diluvial-Travertins. In: Palaeontographica, Bd. 39, Stuttgart 1892.

<sup>6)</sup> KEILHACK, K., Über einen Damhirsch aus dem deutschen Diluvium. In: Jahrb. d. greuß. geol. Landesanst., Jahrg. 1887, p. 283 ff.

<sup>7)</sup> WERTH, E., Ein spätglacialer Damhirsch von Groß-Wusterwitz. In: Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Ges., Bd. 69, p. 217.

<sup>8)</sup> SCHMIDTGEN, OTTO, Knochenartefakte aus den Mosbacher Sanden. In: Jahrb. d. Nass. Ver. f. Naturkunde, Wiesbaden. Jahrg. 80, Heft II, p. 1.

# Alte Rheinkiese und älterer Flugsand am Lenneberg bei Mainz.

Von W. WAGNER und O. SCHMIDTGEN.

Mit Tafel 8.

Etwa 100 m südlich der Straße Gonsenheim—Finthen, südlich vom Lenneberg befindet sich inmitten der Dünenlandschaft ein Kalksteinbruch. Seine Basis liegt in rund 146 m NN. Hier werden Kalke der Hydrobienschichten gebrochen, die etwa 6 m mächtig in dem Bruche aufgeschlossen sind. Da bereits 250 m südwestlich desselben, an der Weggabel bei Punkt 173,7 nach der geologischen Aufnahme von Prof. Dr. STEUER (Blatt Wiesbaden—Kastel) Corbiculakalk ansteht, so muß zwischen diesem Punkt und dem Steinbruch eine Verwerfung in etwa nordwestlicher Richtung durchsetzen. Das Vorkommen im Steinbruch gehört offenbar schon zu der abgesunkenen Budenheimer Hydrobienkalksteinscholle, die hier allerdings noch nicht so tief abgesunken ist, wie in den großen Steinbrüchen von Budenheim, wo ihre Unterkante in Höhe des Rheinalluviums noch nicht erreicht ist. Es handelt sich um einen größeren Abbruch nach Nordosten hin, der jenseits des Rheins, östlich von Schierstein in gleichem Maße in die Erscheinung tritt.

An der Basis des Bruches (siehe Tafel 8) liegen klotzige, stark verklüftete Kalke, vermutlich tiefe Lagen der Hydrobienschichten, in denen neben *Hydrobia ventrosa*, *Helix Moguntiana*, *Galactochilis inflexum mathiacum* auftreten. Darüber liegen etwa 2 m mächtige plattige Kalke, dann wieder klotzige, stark geklüftete Kalke von 3 m Mächtigkeit. Diese und die plattigen Kalke sind stellenweise reich an *Hydrobia ventrosa*. Die Oberfläche der Kalke zeigt eine starke Verwitterung. Auch kann man eine Anreicherung von Brauneisen und eine damit verbundene Braunfärbung in dieser etwa 15 cm starken Lage deutlich sehen. Die Oberfläche ist unregelmäßig, und kolkartige Vertiefungen sind in ihr eingesenkt. Über diesen Kalk legt sich pliozäner Sand, dessen Mächtigkeit je nach der Kalkoberfläche verschieden ist, und in dem tiefsten Kolk 2,30 m stark wird. Die untersten Sandlagen, die braun gefärbt sind, weisen einen Kalkgehalt auf, der nur durch aufsteigende Lösungen von der Kalkunterlage her eingewandert sein kann. Überall wo wir mächtige pliozäne Kiessandablagerungen in Rheinhessen haben, zeichnen sie sich durch eine völlige Kalkfreiheit aus. Der mittlere Teil des pliozänen Sandes ist dementsprechend auch völlig kalkfrei. Die obersten Sandlagen dagegen weisen wiederum einen geringen Kalkgehalt auf, was auf Infiltration kalkhaltiger Wässer aus den Deckschichten herrührt. Besonders in-

interessant ist eine linsenförmige Partie innerhalb des pliozänen Sandes, die zu einem grauen, schwach kalkhaltigen Sandstein verkittet wurde (siehe Tafel 8, Fig. 2). Die Sande zeigen eine deutliche Kreuzschichtung. Die Möglichkeit, daß der Eisengehalt der alten Kalkoberfläche auf Infiltration eisenschüssiger Lösungen aus den braunen pliozänen Sanden erfolgt sei, dürfte dadurch unwahrscheinlich werden, daß diese Sande ja gerade durch aufsteigende Wässer von dem darunter liegenden Kalk eine Kalkzufuhr erfahren haben. Die pliozänen Kiessande befinden sich in rund 152 m NN. Auf der südlich anstoßenden Hochfläche des Rhein Hessischen Plateaus zwischen dem Seltal und dem östlichen Abbruch des Plateaus an der Linie Finthen-Drais, baut sich das Unterpliozän diskordant auf einer unregelmäßigen Oberfläche aus Corbiculakalk zwischen 200 und 240 m NN auf. Diese Unregelmäßigkeit in der Höhenlage der alten Corbiculakalkoberfläche von 40 m in diesem etwa 9 km breiten Plateaustück, rührt teils von Störungen mit geringem Ausmaß, teils von Vertiefungen durch Auslaugung (Dolinen) oder Auswaschung her. Unregelmäßigkeiten, die auf die letzt erwähnte Ursache zurückzuführen sind, können bis zu 15 m betragen. Wir haben also das Pliozän am Lenneberg in rund 50 bis 60 m tieferer Lage als auf dem nahezu ungestörten Plateau 4 km weiter südlich. Eine Verwerfung oder ein Staffelbruch, dessen Gesamtausmaß mindestens 50 m beträgt, müssen also in nachunterpliozäner, wahrscheinlich altdiluvialer Zeit angenommen werden. Die Pliozänsande haben in unserem Aufschluß eine Abtragung erfahren, so daß nur noch Reste erhalten geblieben sind.

Über diesen stellt sich, auch nur an eingesenkten Stellen erhalten, eine dünne Lage von Rhein—Maingeröllen ein. Sie häufen sich an der tiefsten Stelle der Abtragung an, hier wühlte das Wasser die pliozänen Sande etwas auf, so daß stellenweise eine Vermischung der pliozänen Sande mit den Rhein—Mainkiesen eintritt. Es fanden sich Gerölle von Spessartbuntsandstein, ein Rosenquarz und ein Kieselschiefer des Fichtelgebirges. Im allgemeinen ist die Kieslage in ihrem obersten Teil durch Eisenmanganverbindungen tief schwarz gefärbt, ein Absatz, der auf stehendes Wasser zurückzuführen sein dürfte. Diese Lage wird bis 25 cm stark. In der größten Mulde folgen an tiefster Stelle über den Kiesen von unten nach oben: 10 cm stark sandige, kalkreiche, graue Rheinschlicke, 10 cm toniger Rheinschlick, 2,10 m stark sandige, grünlichgraue Schlicke bis schlickhaltige Rheinsande mit viel bis kopfgroßem, gerolltem, einheimischem Kalkmaterial, sowie Milchquarzen, die von dem Rhein aus größerer Ferne mitgebracht sein dürften (siehe Tafel 8, Fig. 1). Über diesen Flußablagerungen stellt sich eine Kalkschuttlage von über 1 m Stärke ein, die sich aus eckigen bis wenig gerundeten Kalken der Corbicula und Hydrobienstufe zusammensetzen und mit Mergeln vermischt sind.

Längs des ganzen Plateaurandes kann man, da wo nicht Flugsand oder Löß die Abhänge desselben völlig verhüllt, sehen, wie Schuttmassen in schmalen Armen vom Plateau herabsteigen und sich am Fuß zu einem breiten Strom vereinigen. In der Gegend von Dromersheim—Sponsheim konnte man nachweisen, daß sich diese Schuttströme mit Schottern der Talwegterrasse (untere Mittelterrasse) der Nahe vereinigen. Die Schuttbildung setzte also während der Aufschüttung der Talwegterrasse ein und schloß sich unmittelbar an die Bildung derselben an, denn auch bei Ockenheim und Gau-Algesheim sehen wir sie unmittelbar der Talwegterrasse des Rheins aufgelagert. Die Bildungszeit dieser so allgemein am Plateaurand verbreiteten Schuttströme fällt also mit großer Wahr-

scheinlichkeit in der Hauptsache in die Bildungszeit des jüngeren Löß 1, zumal Aufschlüsse südöstlich von Bad-Kreuznach mehrfach ein tatsächliches Zusammenauftreten solcher Schuttströme mit jüngerem Löß 1 erwiesen haben (8. W. WAGNER, S. 75 u. 86). Sie sind, wie dieser, ausgesprochene Bildungen einer Kältephase, in der sich eine starke mechanische Verwitterung unter der starken Temperaturerniedrigung auch im nicht vereisten Gebiet vollzogen hat. Es fand also in der Zeit des ersten Kältevorstoßes der Würmeiszeit auf dem gefrorenen Boden, durch Auftauen der Oberschicht, ein lebhaftes Bodenfließen (Solifluktion) des damals sich bildenden Gehängeschuttes statt, wobei oft eine geringe Böschung schon genügte, um das Material weit von seinem Ursprungsort in verhältnismäßig kurzer Zeit zu verfrachten. Diese Schutthaufen schließen in unserem Profil mit regelmäßiger Oberfläche ab. Es legt sich auf sie ein grauer kalkhaltiger Flugsand, der in den Vertiefungen der Schuttlage zu einer Mächtigkeit von 90 cm anschwillt. Daß es sich um einen richtigen Flugsand handelt, zeigen die Gesteinsstücke der Schuttlage, welche die alte Oberfläche zu Beginn der Ablagerung des Sandes bilden. Sie zeigen z. T. recht schöne Windschliffe auf den dem Winde ausgesetzten Flächen. Auch enthält der Sand selbst kleine Tertiärkalkstückchen bis zur Größe einer halben Erbse und Hydrobien, die eine starke Windglättung aufweisen. Es besteht also dieser ältere Flugsand, um mit P. TREITZ (Ungarn) zu reden, aus Laufsand, der der unmittelbaren Nachbarschaft entstammt und Flugstaub, dessen Heimat die ferner gelegenen Schotterflächen des Rheintals sind.

Da ortsfernerer Quarzsand in nennenswerter Menge erst bei einer Korngröße unter 1 mm Durchmesser auftritt, konnte der unmittelbar an Ort und Stelle beigemengte Laufsand als Kalksand bestimmt werden. Der Kalkgehalt des älteren Flugsandes (Laufsand und Flugstaub zusammen) beträgt in unserer Düne 15,1%. Der Kalkgehalt des Flugstaubes, d. h. des Materials unter 1 mm Korngröße 13,35%.

Die Schlämmanalyse zur Bestimmung der Korngröße ergab für den älteren Flugsand:

> 2 mm	0,68%
1 bis 2 mm	0,28%
0,5 bis 1 mm	0,28%
0,2 bis 0,5 mm	45,92%
0,1 bis 0,2 mm	49,16%
0,05 bis 0,1 mm	0,88%
0,01 bis 0,05 mm	0,40%
< als 0,01 mm	2,4%

Die Hauptmasse, also etwa 95% des älteren Flugsandes, besteht aus einem Sand der Korngröße 0,1 bis 0,5 mm. Alle Gerölle über 2 mm Größe waren Tertiärkalke und von 24 Geröllen zwischen 1 und 2 mm Größe waren nur 6 Quarz, die übrigen ebenfalls Tertiärkalke. Je feiner die Bestandteile sind, um so mehr eckiges, scharfkantiges Bergkristallmaterial stellt sich ein.

Der Flugsand trägt eine ausgesprochene Verlehmungsschicht, die bis 50 cm stark wird. Sie ist entkalkt, durch Eisenanreicherung gleichmäßig rotbraun gefärbt und so weit verlehmt, daß das Material bindig wird und sich kneten läßt. Diese Verlehmungszone des Flugsandes schneidet mit auffallend gerader Oberfläche ab.

Auch von dem verlehmtten älteren Flugsand wurde eine Kalkbestimmung und eine Schlämmanalyse ausgeführt. Der Kalkgehalt ergab sich zu 0,68%. Offenbar rührt dieser Kalkgehalt in dem stark verlehmtten Material, das keinen erwarten läßt, aus dem überlagernden jüngeren Flugsand durch spätere Infiltration her. Es finden sich nämlich feine Wurzelröhrchen, die aus Quarzkörnchen bestehen, die durch Kalk miteinander verkittet sind.

Die Korngröße des verlehmtten älteren Flugsandes wurde wie folgt bestimmt:

> 2 mm	0,06%
> als 0,2 mm	31,42%
0,1 bis 0,2 mm	38,78%
0,05 bis 0,1 mm	4,94%
0,01 bis 0,05 mm	15,38%
< als 0,01 mm	9,42%

Es findet also durch die Auflösung der Kalkgerölle eine wesentliche Verfeinerung der Korngröße statt. Zahlreiche Glimmerblättchen deuten auf Erhaltung desselben bei dem Verlehmungsvorgang hin.

Über der verlehmtten Oberfläche des älteren Flugsandes erhebt sich eine junge Flugsanddüne aus feinem, grauem, kalkhaltigem Sandmaterial, die an den Seiten des Aufschlusses auskeilt und in der Mitte zu einer Stärke von 4 bis 5 m anschwillt. Sie trägt eine humose Oberschicht (siehe Tafel 8). Auf ihr hat sich die bekannte Sandflora des Mainzer Beckens angesiedelt.

*Onosma arenarium*  
*Anemone pulsatilla*  
*Adonis vernalis*  
*Geranium sanguineum*  
*Tragopogon orientalis*  
*Scorzonera purpurea*  
*Asperula cynanchica*  
*Phleum arenarium*  
*Phleum boehmeri*

Der jüngere Flugsand unserer Düne zeigt nur selten ein Gerölle über 1 mm Größe, und vom Wind abgeschliffene Körnchen von Tertiärkalk sind in ihm eine Ausnahme. Er unterscheidet sich in dieser Hinsicht hier also deutlich vom älteren Flugsand. Sein Kalkgehalt beträgt 13,66%, ist also fast der gleiche wie bei dem älteren Flugsand mit einer Korngröße unter 1 mm.

Die Korngröße des jüngeren Flugsandes ist die folgende:

> 2 mm	—
1 bis 2 mm	0,12%
0,5 bis 1 mm	0,20%
0,2 bis 0,5 mm	42,92%
0,1 bis 0,2 mm	50,80%
0,05 bis 0,1 mm	3,32%
0,01 bis 0,05 mm	0,92%
< als 0,01 mm	1,72%

Auch bei dem jüngeren Flugsand besteht die Hauptmasse 93,7% aus einem Sand der Korngröße 0,1 bis 0,5 mm. Aber in ihm fehlen die Gerölle größer als 2 mm und die Gerölle zwischen 1 und 2 mm waren bis auf 2 wieder Tertiärkalke. Die Stärke der Abschleifung ist offenbar aber eine größere, als bei den gleich großen Geröllen des älteren Flugsandes, wie dies die abgerollten Reste von Hydrobien zeigen. Diese entstammen offenbar dem Geröllmaterial des älteren Flugsandes.

Wir haben es am Lenneberg also mit zwei durch eine Verlehmungszone getrennten Flugsanden zu tun.

Bisher konnte diese Trennung in Rheinhessen nirgends mit Sicherheit durchgeführt werden. Erst am Lenneberg und in einer neuen Sandgrube an der Straße Budenheim—Finthen, oberhalb Königsborn, liegen eindeutige Aufschlüsse vor. Was das Alter der Flugsande anbelangt, so muß der ältere Flugsand unseres Aufschlusses unbedingt jünger als die Talwegterrasse (untere Mittelterrasse) sein. Ja, da wir sehen, daß die Schuttmassen, die seine Unterlage bilden, ziemlich sicher der Bildungszeit des jüngeren Löß 1 angehören und da wir auch eine beträchtliche Abtragung der Schuttmassen feststellen können, so daß zwischen Ablagerung der letzteren und derjenigen des älteren Flugsandes ein Zeitraum unbekannter Größe eingeschaltet werden muß, so dürfte die Bildung des älteren Flugsandes erst in die Zeit nach der großen Rückzugsschwankung der Würmeiszeit in der Kältephase des zweiten Eisvorstoßes der Würmeiszeitgruppe erfolgt sein. Dafür spricht noch eine weitere Beobachtung, die an der Grenze der Schuttlage zu dem älteren Flugsand gemacht werden konnte. Hier finden sich geringe Reste eines schwärzlichgrauen Flugsandes. Die Farbe rührt von einem geringen Humusgehalt her. Es stellte sich offenbar bei wärmerem Klima auf der alten Kalkschuttoberfläche eine stärkere Vegetation ein. Reste der Bodenbildung dieser Zeit sind nicht völlig der Abtragung anheimgefallen, so daß sich an einigen Stellen in den tiefsten Lagen des älteren Flugsandes eine Humusbeimengung vollzog. Der ältere Flugsand wäre danach etwa in die Bildungszeit des jüngeren Löß 2 hineinzusetzen, der sich noch über der Niederterrasse ausbreitet.

Über der Niederterrasse des Rheins liegen in der Gegend von Heidesheim—Ingelheim flach ausgebreitet bis 4,50 m mächtige Flugsandmassen, in denen aber bisher noch keinerlei Trennung in ältere und jüngere Sande vorgenommen werden konnte. Verlehmungen mit Braunfärbung und Entkalkung wurden in diesem Gebiet bisher als klimatische Einwirkungen auf den Flugsand als ganzes Gebilde angesehen. In dem durchlässigen Sand vollziehen sich die Einwirkungen eines wärmeren Klimas schneller und auch mit kräftigerer Tiefenwirkung als im Löß, so daß sich eine klimatische Schwankung im Flugsand besonders deutlich bemerkbar machen wird. SCHOTTLER glaubt allerdings, daß weder unser Klima noch die seit der Bildung des jüngeren Flugsandes verflossene Zeit ausreichend seien, um eine Verlehmung wie bei den alten Flugsanden zu erzielen. Besteht unsere Annahme zu Recht, daß der ältere Flugsand der Bildungszeit des jüngeren Löß 2 (Höhepunkt des zweiten Eisvorstoßes der Würmeiszeitgruppe) angehört, so dürfte unsere Verlehmungszone klimatisch der Achenschwankung entsprechen, jener Schwankung, die sich im Lößprofil von Wallertheim in Rheinhessen vermutlich durch den kleinen Verlehmungstreifen im oberen Teil des jüngeren Löß 2 kenntlich macht. (5.)

Der jüngere Flugsand, der zwischen Mainz und Budenheim wahrscheinlich einen beträchtlichen Teil dieser Bildungen ausmacht, wäre dann eine Bildung, die sich an die allerjüngsten Lößablagerungen Rhein Hessens — den Bühlvorstoß — anschließt. Am Ende des Bühlvorstoßes fand wiederum eine Ausblasung der sandigen Flußterrassen statt. Aus diesem Flugstaub und insbesondere dem durch den Wind umgelagerten älteren Flugsand entstand der jüngere Flugsand. Daß der ältere einen Anteil an der Bildung des jüngeren hat, zeigte die S. 121 und 122 ausgeführte Untersuchung der Schlammproben. Die jüngeren Flugsande erfuhren, je nach den Klimaschwankungen des Postglazial, durch lang anhaltende trockene Winde Umlagerungen und Anhäufungen zu Dünen. Solche Vorgänge können wir noch jetzt in Gebieten beobachten, wo der Pflanzenwuchs diesen äologischen Veränderungen keinen Widerstand entgegengesetzt.

Längs der Bahnstrecke Heidesheim—Ingelheim legen sich an das steilere Gehänge mächtigere Flugsande an, die sich an geeigneten Geländepunkten wie z. B. am Weiler Berg zu Dünen anhäufen. Hier muß die Düne schon in vorhistorischer Zeit ihre heutige Gestalt besessen haben, wie der Fund neolithischer Topfreste erwiesen hat.

Versuchen wir nun diese Flugsandbildungen bei Mainz in Beziehung zu denen der Bergstraße zu bringen. Am Rande des Odenwaldes bei Darmstadt unterscheidet zuerst CHELIUS 1891 zwei Flugsandbildungen verschiedenen Alters (I. S. 104). Den älteren stellte er dem älteren Löß, den jüngeren dem jüngeren Löß gleich. Der ältere Flugsand CHELIUS ist aber nur Flußsand (Neckar—Rheinsand). Er kommt nirgends zur Oberfläche. Was CHELIUS als jüngeren Flugsand bezeichnet hat, nennt SCHOTTLER (6) zum größten Teil älteren, und nach ihm entstand der jüngere Flugsand im wesentlichen durch Umlagerung des älteren. Genau genommen unterscheidet SCHOTTLER (6) drei verschieden alte Flugsande bei Darmstadt. Einen ältesten, der eine stark sandige Beimischung des einheimischen Schuttkegels durch Einspülung in diesen brachte, ein Flugsand also, der vor Bildung des Schuttkegels entstanden sein muß. Über diesem bauen sich dann die zwei Flugsande auf, die für gewöhnlich als älterer und jüngerer Flugsand bezeichnet werden. „Als sich dann der Schuttkegel höher aufbaute, verlegte der Rhein seinen Lauf nach Westen und schüttete dort die Schotter auf, die die Oberfläche der dm<sup>0</sup>-Terrasse bilden und deshalb auch nicht so mächtig sein können. Auf ihr hat sich auch noch älterer Flugsand gebildet, der sich auf dem Schuttkegel meist nicht halten konnte.“ (SCHOTTLER, 6.)

Unserer Meinung nach kann die dm<sup>0</sup>-Terrasse bei Darmstadt nur das Äquivalent der Niederterrasse sein. Es lägen also bei Darmstadt älterer und jüngerer Flugsand noch auf der Niederterrasse. Sie können dann also in den gleichen Kältephasen der Würmeiszeitgruppe entstanden sein, wie diejenigen am Lenneberge bei Mainz, d. h. unserer Meinung nach der ältere in dem zweiten Eisvorstoß, die Verlehmung desselben in der Achenschwankung und der jüngere in dem Bühlvorstoß am Schluß des Diluviums.

Über die Frage des Zusammenhanges von Löß und Flugsand, die, wie aus obigen Ausführungen zu ersehen ist, z. T. gleichzeitiger Entstehung sind, wollen wir nur soviel sagen, daß der Löß, wie allgemein bekannt, im wesentlichen eine regionale Bildung ist, die zumeist ortsfremdes Material zum Absatz brachte. Die Winde konnten aber selbstverständlich auch noch Material nahe dem Absatzgebiet aufnehmen und so eine örtliche Bei-

menkung im typischen Löß schaffen. Boten sich hierbei breite vegetationsarme sandige Talflächen als Angriffsgebiete für den Wind, so entnahm er diesen Talzügen größere Mengen feinen Sandes, die er entsprechend ihrer Schwere nur beschränkt weit transportieren konnte. Das sind die Flugsande. Sie erfordern zu ihrer Bildung wie die Löße ein trockenes vegetationsarmes Klima, das nur in den Kältephasen des Diluviums gefunden werden kann. Wir stehen also im Gegensatz zu O. WILCKENS, der in seiner nur auf umfassende Literatur gestützten Arbeit „die Oberrheinischen Flugsande“ (11) allen Löß für älter als Flugsand ansieht und allen älteren Flugsand ablehnt. Auch fällt nicht, wie WILCKENS sagt, zwischen Entstehung von Löß und Flugsand die Mittelterrasse. Über der Talwegterrasse (unteren Mittelterrasse) liegen sowohl bei Straßburg (E. SCHUMACHER, L. VAN WERVEKE, 7 u. 10) als auch in Rheinhessen (O. SCHMIDTGEN und W. WAGNER, 5) und am Mittelrhein im Neuwieder Becken (C. MORDZIOL, 3) noch zwei Lößbildungen. Das Muttergestein für die älteren Flugsande ist die Talwegterrasse und Niederterrasse, für die jüngeren Flugsande die Niederterrasse und ältere Flugsande.

Die Verfrachtung der Flugsande erfolgt nach WILCKENS nur durch Westwinde (11). Es ist hier nicht der Raum, diese Ansicht im einzelnen an der Hand der Vorkommen nachzuprüfen. Wir wollen nur zwei Fälle, in denen die Ansicht WILCKENS nicht zutrifft, herausgreifen.

An der Straße Worms—Oppenheim liegen beim Sandhof größere Flugsandanhäufungen, Taldünen bis zu 4,50 m Höhe. Diese befinden sich linksrheinisch nur knapp zwei Kilometer vom westlich gelegenen Gebirgsrand. Dieses schmale Talstück als Deflationsgebiet für die Dünen zu bezeichnen, ist völlig unmöglich, zumal es sich zum Teil aus pliozänen tonigen kalkfreien Bildungen aufbaut. Die Sandschotter, aus denen die Sandhofdünen entstanden sind, können nur in den östlich derselben gelegenen Niederterrassebildungen gesucht werden und durch Ostwinde aus diesen herbeigeführt worden sein.

Zwischen Gau-Algesheim und Mainz dehnt sich parallel zum Rhein, also nahezu in west-östlicher Richtung, das bekannte mächtige Flugsandgebiet aus. Es liegt nicht, wie WILCKENS sagt, östlich, sondern südsüdöstlich des Rheins. Es zieht von der Niederterrasse in 85 m NN in südlicher Richtung bis auf die Plateauhöhe hinauf, so daß die Höhen noch in 200 m NN auf dem Hölleberg östlich Heidesheim Dünen tragen.

Entsprechend dieser hier 2,5 km Nord-Süd gerichteten Tieferstreckung zieht sich auch der Flugsand noch ein Stück weit südwärts in die Täler hinein, wie z. B. in das Selztal bei Ober-Ingelheim und das Wackernheim—Heidesheimer Tal. Hier liegt also der Flugsand im Windschatten eines von Westen oder Osten kommenden Windes. Die Sande können nur von Norden oder Nordosten her in die nach Norden geöffneten Tälchen eingeweht worden sein.

Allerdings scheint das Fehlen des Flugsandes im Gebiet zwischen Kempten und Gau-Algesheim und die Anhäufung im östlichen Teil der Talstrecke Bingen—Mainz ihren Grund in einer Deflation des Kempten—Gau-Algesheimer Gebietes durch Westwinde zu haben. (9. W. WAGNER, S. 85.)

Wir wollen jetzt noch versuchen, die Altersfrage der Rhein-Mainschotter in unserem Aufschluß zu klären.

Im allgemeinen ist die Terrassenbildung im Diluvium in der Hauptsache durch die großen Klimaschwankungen bedingt, was durch die regionale Verbreitung bestimmter Terrassengruppen in gleicher Höhenlage in ungestörten Ge-

bieten bewiesen wird. Aber dieser klimatische Faktor kann doch wesentlich durch die Tektonik in einem begrenzten Gebiet beeinflusst werden. M. GALLADÉ (2, S. 116) und vor ihm QUIRING (4, S. 548) glauben, „daß die Terrassenbildung im Rheinischen Schiefergebirge kein spezifisch diluvialer Vorgang ist, sondern unabhängig von den klimatischen Verhältnissen des Diluviums bereits einsetzte, als zu Beginn des Jungtertiärs die Hebung des Gebirges an Stärke zunahm und daß sie ebenso wie die Hebung und ursächlich von ihr bedingt, durch das ganze Diluvium andauerte und vielleicht auch heute noch vor sich geht“. Wenn schon dieser Ausspruch GALLADÉS seine große Berechtigung hat, so möchten wir ihn doch einschränken und sagen, daß der tektonische Faktor nur in demjenigen Gebiet des Rheinischen Schiefergebirges die Wirkung des klimatischen Faktors aufhebt oder bestimmend abändert, das dem Rheintalgraben unmittelbar benachbart ist. Dieses Gebiet reicht im Talabschnitt Mainz—Bingen von Mainz aus nach Westen bis etwa zu der Linie Drais—Finthen—Nieder-Walluf—Schierstein.

Wäre die Terrassenbildung nur eine Folgeerscheinung von Bewegungen des Rheinischen Schiefergebirges zum Rhein Hessischen Plateau, so könnten die Hauptterrassenschotter, die hier in zwei Stufen auftreten, auf diesem nicht so gleichmäßig auf 9 km Länge zwischen Finthen und dem Selztal bei Ingelheim zwischen 195 und 225 m NN auftreten. Insbesondere wäre es nicht möglich, daß noch auf dem devonischen Rochusberg die Hauptterrasse in nahezu unveränderter Höhenlage rund 200 m NN wie auf dem Rhein Hessischen Plateau bei Ingelheim sich ausbreitet.

Ob nach der Bildung der Hauptterrassen in dem Abschnitt Finthen—Bingen noch solche starke tektonische Bewegungen eintraten, also eine beträchtliche Hebung des Schiefergebirges gegenüber dem Mainzer Becken und dadurch ein besonders tiefes Einschneiden des Rheins und die Bildung von Talhangterrassen entstanden, läßt sich nicht beweisen. Geringe Bewegungen sind vorhanden.

Jedenfalls läßt sich aus der Lagerung der Tertiärschichten zwischen Mainz und Bingen zu beiden Seiten des Stromes feststellen, daß etwa da, wo heute der Rhein fließt, die relativ tiefste Absenkung liegt, d. h. hier liegt ein s c h m a l e r G r a b e n. Nicht nur nach dem Taunus, sondern auch nach dem Rhein Hessischen Plateau hinauf, findet ein staffelförmiges Ansteigen der Tertiärschichten statt, und zwar an Linien mit ostnordöstlicher Richtung, also annähernd parallel zum heutigen Rhein. Man könnte auf Grund dieser Tektonik vermuten, daß dieser schmale Graben in der unmittelbaren Umgebung des Flusses sich vielleicht erst im Diluvium gebildet hat, doch soll diese Frage im Rahmen einer weiteren Arbeit behandelt werden. Jedenfalls liegt unser Terrassenrest am Lenneberg noch in dem tektonisch sicher stark beanspruchten Randgebiet des Rheintalgrabens, in dem während des ganzen Diluviums starke Vertikalbewegungen vor sich gingen.

Auf der Höhe von Finthen floß der Rhein der Hauptterrassenzeit auf Corbicularschichten, bei Weisenau auf Hydrobienkalken. Vordiluviale Störungen müssen diesen Zustand bedingt haben. Ja schon in vorpliozäner Zeit müssen Störungen ein Absinken der Hydrobienschichten nach Osten, dem Rheintalgraben hin, hervorgebracht haben, denn im Ober-Olmer Wald liegt das Pliozän auf Corbicularschichten und bei Weisenau auf Hydrobienkalken. Aber diese vorpliozänen Verwerfungen in der Gegend Budenheim—Finthen—Drais erfuhren sicher nach Ablagerung der Hauptterrassenschotter eine Neubelebung,

denn bei Weisenau treten sie 75 m tiefer auf als in den Sandgruben unmittelbar südlich von Finthen.

Wir können also bestimmt 2 Störungsphasen am Rand des Rheinhessischen Plateaus nach dem eigentlichen Rheintalgraben hin feststellen. Eine vorpliozäne und eine altdiluviale, d. h. eine, die nach der Bildung der Hauptterrassen einsetzte.

Unsere Rhein-Mainschotter am Lenneberg verdanken wahrscheinlich einem altdiluvialen Staffelbruch ihre um 50 m tiefere Lage, demselben Bruch, der auch die pliozänen Kiessande um diesen Betrag gegenüber ihrer Lage auf der Plateauhöhe absenkte. Wir können sie also mit einiger Wahrscheinlichkeit als abgesunkene Hauptterrassenreste des alten Rhein-Mainlaufs ansprechen.

#### Schriftenverzeichnis:

1. C. CHELIUS und C. VOGEL, Zur Gliederung des Löß. Neues Jahrb. f. Min. usw. Jahrg. 1891, Bd. I, S. 104—107.
2. M. GALLADÉ, Die diluvialen Terrassen am Südfall des westlichen Taunus. Philipsons Festschrift, S. 116. Leipzig 1930.
3. C. MORDZIOL, Flußterrassen und Löß am Mittelrhein. Festschr. z. 75jährigen Bestehen d. Naturw. Ver. in Koblenz 1926, S. 23 f.
4. H. QUIRING, Die Schrägstellung der Westdeutschen Großscholle im Känozoikum usw. Jahrb. Preuß. Geol. L.-Anst. für 1928. Berlin 1926. S. 548.
5. O. SCHMIDTGEN und W. WAGNER, Eine altpaläolithische Jagdstelle bei Wallertheim in Rheinhessen. Notizbl. d. V. f. Erdk. u. d. Hess. Geol. L.-Anst. V. F, H. 11 für 1928. Darmstadt 1929. S. 65.
6. W. SCHOTTLER, Die quartären Sandablagerungen der Umgegend von Darmstadt und ihre Bodenprofile. Notizbl. d. Ver. f. Erdk. u. d. Hess. Geol. L.-Anst. V. Folge, Heft 8. Darmstadt 1926. S. 174 f.
7. E. SCHUMACHER, Erläuterung zur geol. Karte der Umgegend von Straßburg, 1: 25 000. 1883.
8. W. WAGNER, Erläuterungen zu Blatt Wöllstein-Kreuznach. Darmstadt 1926.
9. W. WAGNER, Erläuterungen zu Blatt Bingen-Rüdesheim. Darmstadt 1930.
10. L. v. WERVEKE, Nochmals die Mittelterrasse STEINMANN'S. Gliederung des Lößes. Mitt. d. Geol. L.-Anst. v. Els.-Lothr. Bd. VIII, H. 1, 1913. S. 137 f.
11. O. WILCKENS, Die oberrheinischen Flugsande. Geol. Rundschau.

# Über das Braunkohlenvorkommen in der Wetterau.

Von OTTO DIEHL.

Die ersten Versuche, Braunkohle in Hessen zu gewinnen, machten die Freiherren Riedesel in der Umgebung von Lauterbach und Maar in den letzten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts.<sup>1)</sup> Das Vorkommen ließ aber an Umfang, die Kohle an Güte zu wünschen übrig, so daß in der dortigen waldreichen Gegend diese Versuche fehlschlügen. Anders in der fruchtbaren, holzarmen Wetterau. Hier eröffnete 1804 Graf Vollrad von Solms-Rödelheim bei Ossenheim unweit Friedberg die erste bis 1811 in Betrieb gebliebene hessische Braunkohlengrube (14). Eine weitere Grube ließ derselbe Graf 1809 bei Bauernheim anlegen, die bis 1868 bestand, um von da bis 1896 durch eine neue Grube wiederum bei Ossenheim abgelöst zu werden. Auch bei Dorheim östlich Friedberg ist 1812 von G. Langsdorff ein Braunkohlenwerk gegründet worden, das sich bis 1872 hielt, und die bekannte Salzhäuser Grube (18, S. 19) verdankt ebenfalls G. Langsdorff ihr fast 60jähriges Bestehen. Sie ist sogar in der Nachkriegszeit vorübergehend von privater Seite aus wieder aufgelebt. Von anderen Gruben außerhalb der Wetterau seien nur der „Hessenbrücker Hammer“ (17, S. 19) (1819—1899), die Grube Jägertal bei Zell im Kr. Alsfeld (4a, S. 29), die mit großen Unterbrechungen bis vor wenigen Jahren förderte, und die Fürstlich Büdingen'sche Zeche „Hedwig“ bei Büdingen erwähnt, die gegenüber einem guten halben Dutzend anderer Gruben wenigstens zeitweise von einiger Bedeutung waren.

In dem Hauptkohlengebiet der Wetterau förderte seit 1842 die fürstliche Standesherrschaft Solms-Braunfels in den Feldern Wölfersheim und Weckesheim Braunkohle, die 1916 vom hessischen Staate übernommen worden und noch heute im Betrieb sind. Außer diesen hat der hessische Staat seit 1875 die alte Grube Ludwigshoffnung östlich Melbach (Blatt Friedberg) als Ersatz der erschöpften Grube bei Dorheim geführt und bald durch die neue Grube Ludwigshoffnung bei Wölfersheim mit dem Betriebspunkt Gettenau (Blatt Staden) ersetzt, die heute noch in Förderung stehen. Von privater Seite entstand ferner die Grube Friedrich bei Trais-Horloff, die 1929 in die Hände der

<sup>1)</sup> Herr Bergtrat HUNDT (Darmstadt) hat mir über die Entwicklung der Wetterauer Braunkohlengruben wertvolle Mitteilungen gemacht, für die ich ihm auch an dieser Stelle herzlich danke.

Preußischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft (Preag) fiel, der Anfang 1930 die sämtlichen hessischen Staatsgruben gefolgt sind.

Diese Entwicklung wird unter anderem mit den neueren Erfahrungen über die wirtschaftliche Verwertung der Wetterauer Braunkohle zusammenhängen. Da die vorwiegend mulmige Kohle in der industriearmen Wetterau keinen genügenden Absatz fand, formte man sie lange Zeit zu Naßpreßsteinen, die Grube Friedrich stellte auch Braunkohlenbriketts her, ohne daß aber eine nennenswerte Besserung der wirtschaftlichen Verhältnisse der Gruben eintrat. Erst 1912/13 gründete deshalb Hessen bei Wölfersheim ein Kraftwerk, das die Kohlen verfeuerte und in elektrische Energie für die Provinz Oberhessen umsetzte. Aber auch das Verfeuern der Kohle selbst an Ort und Stelle war wegen des starken, wertvollen Teergehaltes nicht lohnend genug. So gründete 1927 der Staat Hessen mit der Stadt Frankfurt a. M. die „Braunkohlen-Schwelkraftwerk Hessen-Frankfurt A.-G.“, die bekannte „Hefrag“ und errichtete bei Wölfersheim ein modernes Schwelwerk mit sieben großen Öfen, die 1929 in Betrieb genommen wurden. Es wird jetzt die Rohkohle mit Dampf getrocknet und dann in den Öfen verschwelt. Der reichlich vorhandene Teer wird auf Handelserzeugnisse verarbeitet, der Koks staubfein vermahlen und im neu errichteten Kesselhaus verfeuert. Das Kraftwerk leistet jetzt 24 000 Kilowatt. Auch auf der Grube Friedrich ist ein kleines Schwelwerk entstanden.

Beide Unternehmungen sind mit Einschluß aller hessischen Braunkohlengruben der Wetterau an die „Preag“ übergegangen, die das Schwelwerk der Grube Friedrich still legte, um dafür das Wölfersheimer Werk auf doppelte Förderleistung (2000 t Rohkohle) zu bringen. Um dies zu ermöglichen, wurden die schon vorhandenen Tiefbaugruben Wölfersheim und Ludwigshoffnung nebst dem Betriebspunkt Gettenau technisch vervollkommenet und im Felde Wölfersheim-Süd ein großer Tagebau eröffnet.

Die gewaltigen Umwälzungen im Wetterauer Braunkohlengebiet in den letzten 20 Jahren gehen aus folgenden Zahlen hervor:

Es wurden 1913 mit 377 Arbeitern 172 230 t, 1929 mit 559 Arbeitern 421 841 t Kohle gefördert.

Von einer großen Anzahl von Bohrungen, die vielfach bis 60 m tief gehen, sind durch die Bergwerksdirektion zu Wölfersheim der Geol. Landesanstalt in dankenswerter Weise die Bohrproben zur Verfügung gestellt worden. Einige Ergebnisse der Untersuchungen dieser Proben seien hier mitgeteilt.

Da wäre erst einiges über die **Wetterau** selbst zu sagen.<sup>1)</sup> Sie liegt zwischen zwei grundverschiedenen Gebirgen eingekeilt. Im Westen steigt der karbonisch aufgefaltete Taunus mit seinen Quarziten, Grauwacken und Schiefen auf, von der Wetterau durch Verwerfungslinien abgeschnitten, die in der Hauptsache nordöstliches (varistisches) Streichen besitzen. Sie verlaufen nach Südwesten teils das Rheintal über Rüsselsheim und Oppenheim hinauf, teils grenzen sie das Mainzer Becken ab, während sie in nordöstlicher Richtung bald unter den Sanden und Basalten von Münzenberg verschwinden (22). Jedenfalls verläuft aber diese Störung unter dem Vogelsberg durch, denn bei Ruhlkirchen bei Alsfeld (4a) tritt sie wieder in Erscheinung, um Anschluß an die niederhessische Senke zu gewinnen. An dieser Störungszone liegen auch abgesunkene, mittel-

1) Es kommen die Meßtischblätter Friedberg, Hungen, Staden und Butzbach in Frage.

devonische Kalkschollen, die bei Bad-Nauheim für das Auftreten der dortigen Quellen von großer Bedeutung sind (22).

Im Osten der Wetterau erhebt sich der basaltische Vogelsberg, dessen südliches Ende eine ganze Reihe von Besonderheiten zeigt, von denen die Horloffsenke (18) für uns im Vordergrund des Interesses steht.

Einen sehr schönen Überblick über diese Senke hat man übrigens bei klarem Wetter vom Hoherodskopf. Es wird das eigenartige Landschaftsbild rechter Hand von dem burggekrönten Basaltdurchbruch des Münzenberges und nahe dabei dem Tellerberg abgeschlossen, der auf tertiären Sanden eine bewaldete Basaltdecke trägt, beides echte Wahrzeichen der dortigen Landschaft. Nun erblickt man aufs deutlichste zwei etwa in südlicher Richtung verlaufende, ebenfalls bewaldete Bergzüge, die einen fruchtbaren Niederungsstreifen begleiten, der bei Hungen beginnt und von der Horloff durchflossen wird. Innerhalb dieser Horloffsenke sieht man die beiden Schwelwerke bei Wölfersheim und Trais-Horloff rauchen. (Die Beobachtung stammt aus dem Jahr 1929.) Diese fast 20 km lange und bis 6 km breite Senke ist demnach als eine tief in den südwestlichen Vogelsberg eingreifende, von Basalthöhen eingefasste Verlängerung der eigentlichen Wetterau anzusehen und fordert ein Eingehen auf ihre Entstehungsweise geradezu heraus, zumal sie, wie eine geologische Übersichtskarte sehr schön zeigt, in unmittelbarer Nachbarschaft von devonischen Taunusbergen auf der einen und basaltischen, aber auch permischen und triadischen Gesteinen auf der anderen Seite liegt. Die Horloffsenke ist eben nur eine der vielen Besonderheiten des Vogelsbergsüdrandes, der in einer neueren Arbeit von K. HUMMEL (11) in seinen charakteristischsten Zügen in recht beachtenswerter Weise geklärt worden ist. Jedenfalls läßt sich jetzt die Horloffsenke mit ihrer näheren und weiteren Umgebung tektonisch in recht einleuchtende Beziehungen setzen, auf die ich etwas eingehen muß.

Zwischen dem Taunusrand und dem Odenwald-Spessarthorst, also im Bereich der Saar-Saale-Senke, spielen permische Sedimentgesteine, aus denen wohl die Salze der Nauheimer Sprudel stammen (22), in mehrfacher Hinsicht für unser Gebiet eine große Rolle. Einmal ist die Fortsetzung des Odenwaldes über Frankfurt als „Hohe Straße“ bis in die Wetterau eine durch WENZ (27) sicher gestellte Tatsache, ja sie geht nach HUMMEL über das von WENZ als Nordende der „Hohen Straße“ angenommene Gebiet bei Erbstadt noch hinweg und erscheint als Fortsetzung der Odenwaldachse HUMMELS im Osten der Horloffsenke wieder mit dem permischen Aufbruch bei Rabertshausen östlich Hungen (11, S. 108). Zum andern ist jenseits dieser Odenwaldachse bei Büdingen Perm mit Triasaufgabe in großer Ausdehnung entwickelt. Aus der Verbreitung des Rotliegenden, aus der Geländeform und der Höhenlage der Basaltunterkante nordöstlich Büdingen läßt sich nach HUMMEL folgendes erschließen. Die südlich der Büdinger Gegend beginnende und bis tief in den Odenwald bei Dieburg und Groß-Umstadt hineingreifende Hanau-Seligenstädter Senke wird im Nordwesten von der eben erwähnten Odenwaldachse begrenzt. Im Nordosten schneidet sie an einer herzynisch streichenden, aus dem Spessart kommenden und über Naumburg in Richtung Friedberg gehenden Achse ab, die Naumburgachse HUMMELS. Sie begrenzt die Horloffsenke im Süden in Gestalt der basaltbedeckten Höhen von Assenheim. Und schließlich biegen die Kurven der Basaltbasis nördlich Büdingen so merkwürdig um, daß eine zweite Aufwölbungsachse angenommen werden muß (11, Figur 4

auf S. 55). Dieses tektonische Element beginnt bei Bieber im Spessart, wo der Zechstein zum Vorschein kommt, zieht durch den Büdinger Wald, trifft sich bei Rabertshausen mit der Odenwaldachse und schließt die Horloffsenke an ihrem nördlichen Ende ab. Jenseits dieser Büdinger Achse beginnt die tektonisch angelegte Vogelsbergsschüssel HUMMELS (11). Diese im Süden vorwiegend nachbasaltische, bei Büdingen vorbasaltische Tektonik kommt also noch zur alttertiären Bildung der hessischen Senke, von der die Wetterau ein Teil ist, hinzu. Unser Braunkohlengebiet ist nun innerhalb dieses von oligozänen und miozänen Sedimenten erfüllten Senkungsfeldes in nachbasaltischer Zeit an zwei rheinisch gerichteten Verwerfungen abgesunken, im Süden und Norden von herzynisch streichenden Hebungachsen abgeschlossen. Ähnliche junge Beckenbildungen hat HUMMEL auch bei Butzbach, Gießen, Amöneburg und Alsfeld nachgewiesen (11).

Es fügt sich so der Horloffgraben recht gut in das Bild ein, das man sich vom Verlauf der hessischen Senke zu machen hat. Der Oberrheinalgraben zerfällt nämlich an seinem Nordende in einzelne junge Becken, die in Staffeln nebeneinander liegen und im Amöneburger Becken das äußerste Nordende dieses Grabens nach NW umbiegen lassen. Durch die Kellerwaldachse, die bis Ruhlkirchen (Blatt Alsfeld) reicht, und die Oberwaldachse, die vom Vogelsbergbasalt überdeckt ist, wird das oberrheinische Senkungsgebiet von der niederhessischen Senke getrennt, die ihrerseits am südlichen Ende im Alsfelder Becken nach SO umbiegt. Auch hier ist das Zusammentreffen rheinischer und herzynischer Tektonik deutlich ausgeprägt (11, Figur 11 auf Seite 151).

Es ist schon erwähnt, daß es sich am Südwestrand bei der Horloffsenke um nachbasaltische Bewegungen handelt. Das geht schon daraus hervor, daß unter der Braunkohle Bauxitknollen schon recht lange festgestellt sind (23 u. 5), die ein Verwitterungserzeugnis der Basalte in jedenfalls unterpliozäner Zeit darstellen (26, S. 220). Nach HARRASSOWITZ (9, S. 458) kommt sogar das Ende des Obermiozäns noch in Frage. Dann haben namentlich am Nordende der Senke einige Bohrungen unter der Braunkohle den anstehenden Basalt zu wiederholten Malen nachgewiesen. Es fragt sich nun, ob die Wetterauer Kohle mit dem Absinken des Horloffgrabens autochthon in pliozäner Zeit entstanden oder erst nach dem Absinken hineingeschwemmt, also allochthon ist. Und schließlich könnte auch noch diluviales Alter in Betracht kommen. Wir wollen sehen, was sich zur Beantwortung dieser Fragen aus der Untersuchung der Bohrprofilen schließen läßt.

Da die Horloffsenke fast restlos mit LÖß bedeckt ist, wie das Blatt Hungen ausweist, werden wir als das Hangende der Braunkohlenformation diesen gelben, oberflächlich bis etwas über 1 m braun gefärbten und verlehmteten, in der Tiefe aber stets kalkhaltigen Wetterauer LÖß antreffen, wie ich ihn zum Unterschied von anderen hessischen LÖßvorkommen nennen möchte. Er zeichnet sich dem rheinhessischen LÖß gegenüber dadurch aus, daß er bei der Verlehmung oberflächlich seinen Kalk abgegeben und in tieferen Lagen in Gestalt von LÖßpuppen wieder abgeschieden hat, während der rheinhessische LÖß wenigstens vielfach noch oberflächlich Kalk enthält. Der Vogelsberger LÖß ist nun wiederum von anderer Beschaffenheit. Ihm fehlt heute nicht nur der Kalk bis in große Tiefen, falls er überhaupt sehr mächtig ist, sondern er zeigt auch von einer gewissen Höhenlage ab oberflächlich eine seine

Bodengüte stark beeinträchtigende Auslaugung der färbenden und tonigen Bestandteile, was zur Ausbildung von Bleicherde (Molkenboden) geführt hat.

Aus mehreren Bohrungen scheint übrigens auch eine Zweiteilung der Lößmassen hervorzugehen, getrennt von einander durch unreine, geschichtete, offenbar von Wasser umgelagerte, lößähnliche Massen. Die Gesamtmächtigkeit ist im Mittel 4—8 m, erreicht aber auch 15 m und scheint innerhalb der Senke im allgemeinen von Osten nach Westen zuzunehmen. Ich lasse einige Schlämmanalysen folgen, die etwas über die Zusammensetzung des Wetterauer Lößes auszusagen vermögen.

	> 0,1 mm	0,1—0,05 mm	0,05—0,01 mm	< 0,01 mm
Bohrloch 1:				
2 km westsüdwestlich Berstadt auf Blatt Hungen. Kalkhaltig.	6,2 %	6,6 %	61,91 %	25,29 %
Bohrloch 104:				
800 m nördlich Weckesheim auf Blatt Staden. Kalkhaltig.	7,1 %	3,47 %	70,1 %	19,33 %
Bohrloch 152:				
1 km südöstlich Weckesheim. Kalkhaltig.	2,68 %	8,43 %	63,46 %	25,43 %
Wie vorher. Verlehmt.	11,1 %	6,63 %	45,10 %	37,17 %

Wie nicht anders zu erwarten, ist auch dieser Wetterauer Löß durch Vorherrschen der Korngröße 0,05—0,01 mm gekennzeichnet. Sehr schön ist auch der Unterschied zwischen dem frischen und verlehmteten Löß des Bohrloches 152, das uns noch weiter beschäftigen wird, zu sehen. Sowohl die größte als auch die feinste Fraktion haben einen recht erheblichen Zuwachs erfahren. Einestils beruht dies auf der Bildung von Manganeisenkonkretionen, die einer Vermehrung der groben Bestandteile gleichkommt. Andererseits sind durch die Verlehmung, also den Verwitterungsvorgang, vorwiegend kolloidale Bodenteilchen aus den silikatischen Mineralien entstanden, die den Betrag der abschlämmbaren Teilchen erhöhen müssen. Es geht auch aus der Analyse deutlich hervor, daß dieses Anwachsen auf Kosten der Korngröße 0,05—0,01 mm erfolgt ist. Im übrigen macht sich das Auftreten der vielen tonigen Bodenteilchen beim Arbeiten schon dadurch bemerkbar, daß die zur Aufnahme der abgeschlämmten Massen dienenden Glas- und Porzellaneräte sehr stark verschmiert werden, was beim frischen Löß sich fast gar nicht bemerkbar zu machen pflegt. In allen Lößproben findet sich Muscovit, der überhaupt ein nie fehlender Bestandteil hessischer Lößböden ist, ganz gleichgültig, ob sie frisch oder verwittert sind. Es spricht dies doch für eine überaus große Beständigkeit dieses Minerals. Im Wetterauer Löß fanden sich noch grüner Glimmer, Hornblendesäulchen, Schalenreste und kleine Kalkkonkretionen.

Überlagert wird der Löß höchstens noch von alluvialen, schlickigen Massen, nach der Tiefe zu geht er meist recht unvermittelt in bunte, vorwiegend graue,

gelbe und braune **Tone** über, die teils mager, teils mäßig fett und plastisch sind. Von der großen Mannigfaltigkeit dieser doch wohl schon ins Pliozän zu stellenden Tone geben die später zu erwähnenden beiden Bohrprofile ein recht gutes Bild. Vor allem ist festzustellen, daß in allen Bohrungen eine oft recht erheblich mächtig werdende Folge von Tonen vorliegt, die für eine ganz vorzügliche Abdichtung der liegenden Kohlen sorgen. Jedenfalls ist es den Niederschlägen nicht möglich, bis in die Tone zu dringen. Was vom Löß nicht aufgenommen werden kann, muß oberflächlich in Rinnen nach den Alluvionen der Horloffsenke abfließen, eine Tatsache, die für die Versorgung der Gegend mit Wasser von Bedeutung sein wird.

Da nun einige Eigenschaften namentlich der in der Nachbarschaft der Braunkohle liegenden Tone von ganz besonderer Art sind, mögen zwei Bohrungen in der Umgebung von Weckesheim einer etwas eingehenderen Besprechung unterzogen werden, zumal gerade in diesen beiden Bohrlöchern so ziemlich alles Wissenswerte über die Lagerungsverhältnisse geboten wird. Von einem Gesamtverzeichnis aller untersuchten Bohrprofile kann ich schon deshalb absehen, weil sich im allgemeinen die mit der Tiefe sich einstellenden Veränderungen der Tone in geradezu auffälliger Weise wiederholen, soweit sich dies überhaupt an Bohrproben feststellen läßt.

Es handelt sich um das Bohrloch Nr. 152, das etwa in der Mitte zwischen der Straße Weckesheim—Dornassenheim und Reichelsheim (Blatt Staden) 200 m südlich der Bahn von Friedberg liegt und um das Bohrloch Nr. 156 ziemlich genau 1 km östlich von Weckesheim. Die beiden Bohrpunkte liegen etwa 500 m voneinander. Der Kürze halber sei im folgenden Nr. 152 mit I und Nr. 156 mit II bezeichnet.

## Bohrloch Nr. 152.

O = kalkfrei.  
 ∪ = schwach kalkhaltig.  
 — = stark kalkhaltig

Teufe	Kalkgehalt	
1. 0 — 1,0 m	O	Brauner Lößlehm.
2. 1,0 — 4,8 m	—	Gelber Löß.
3. 4,8 — 9,0 m	∪	Gelbbrauner Ton mit Kalkeinlagerungen. Magneteisen, feinsten Quarzsand, schwarze Manganeisengraupen.
4. 9,0 — 9,75 m	O	Gelbgrauer Ton. Quarzsand, Muscovit, Magneteisenstaub, viele Pollen.
5. 9,75—12,1 m	O	Dunkelgrauer Ton. Wie vorher.
6. 12,1 —12,4 m	O	Braunkohle mit vielen Pollen.
7. 12,4 —14,55 m	O	Bräunlichgrauer Ton. Magneteisen, Quarzsand, Grüner Glimmer, Brauneisenkrusten, viele Pollen.
8. 14,55—17,8 m	∪	Grauer Ton. Etwas Spateisen in kugeligen Haufen, Quarzsand, Muscovit, grüner Glimmer und Kalkröhrchen.
9. 17,8 —19,3 m	O	Dunkelgrauer Ton. Muscovit, Magnet- und Titaneisen, Quarzsand, grüner Glimmer.
10. 19,3 —21,5 m	∪	Graubrauner Ton. Spateisensteinkörnchen, Quarzsand, Magneteisen und einzelne Pollen.
11. 21,5 —21,95 m	∪	Brauner Ton. Spateisensteinstückchen, Hornblendesälchen, bronzegelber umgewandelter Olivin, Quarzsand, Magneteisen, grüner Glimmer. Einzelne Pollen.
12. 21,95—22,4 m	O	Bräunlich- bis gelbgrauer Ton. Magneteisen, Quarz und Muscovit.
13. 22,4 —23,1 m	O	Brauner Ton. Sehr viele Sideritkugeln, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mm groß, Quarz, Magneteisen, bolusartige Massen und Pollen.

14.	23,1 — 23,9	m	O	Braunkohle mit Pollen.
15.	23,9 — 24,8	m	O	Bräunlichgrauer erdiger Ton, aus Tuff entstanden. Sehr viel Sideritkugeln, Magneteisen, Basaltfetzen, rote Gele und gelbe Olivine.
16.	24,8 — 26,7	m	O	Graubrauner, erdiger Ton, wohl ein tonig zersetzter Tuff. Vivianit, Magneteisen, kugelige Siderite, Basaltbröckchen.
17.	26,7 — 28,0	m	O	Dunkelgrauer, gelbgefleckter Tuff.
18.	28,0 — 30,6	m	O	Hellgrauer, gelbgefleckter Tuff.
19.	30,6 — 33,0	m	O	Blaß bräunlich- bis grauroter Tuff. Magneteisen, gelbe Olivine, bolusartige Massen, rote Gele.
20.	33,0 — 35,9	m	O	Hellgrauer, gelbgefleckter Tuff.
21.	35,9 — 36,35	m	O	Bräunlichgrauer Tuff mit weißen Flecken. Gelbe Olivine, Magneteisen, viel bolusartige Brocken.
22.	36,35 — 37,8	m	O	Schwärzlichroter Tuff. Gelber Olivin, Magneteisen, rote Gele.
23.	37,8 — 38,75	m	O	Bläulichgrauer, stark zersetzter Basalt. Gelbe Olivine in großer Menge. Rote Gele und helle Bolusbrocken.
24.	38,75 — 40,0	m	O	Roter, weißfleckiger Tuff.
25.	40,0 — 42,4	m	O	Bläulichgrauer, zersetzter Basalt oder Tuff.
26.	42,4 — 45,75	m	O	Bläulichgrauer bis grüngelber Tuff. Magneteisen, gelbe Olivine, bolusähnliche Massen.
27.	45,75 — 57,45	m	O	Rötlichgrauer, weißgestreifter Tuff. Magneteisen, gelbe Olivine, etwas Quarz, rote Gele, weiße und gelbe bolusähnliche Massen.
28.	57,45 — 57,65	m	O	Bräunlichgraue, erdige Masse mit Basaltbrocken, ein Tuff. Magneteisen, gelbe Olivine.

## Bohrloch Nr. 156.

	Teufe		Kalkgehalt	
1.	0 — 1,15	m	O	Unreiner schlackiger Lehm.
2.	1,15 — 2,5	m	O	Grauer Schlick.
3.	2,5 — 4,0	m	—	Gelber Löß.
4.	4,0 — 5,2	m	—	Verschwemmter, toniger Löß. Schneckenschalenreste, darunter eine Pupa, Ostrakoden, Magneteisen, Quarzsand, Glimmerschiefer und graue Quarzite, gelbe Olivine, Augit und Hornblende, Muscovit.
5.	5,2 — 6,5	m	O	Unreiner, gelber Löß. Etwa wie vorher.
6.	6,5 — 7,35	m	U	Grünlichgrauer, erdiger Ton. Magneteisen, grüner Glimmerschiefer, Quarzsand, Spateisensteinbröckchen.
7.	7,35 — 8,10	m	U	Graubrauner, kiesiger Lehm. Manganeisengraupen, Spateisenkugeln. Quarze, grüne Schiefer, Augit und tonige Spateisensteinbrocken.
8.	8,10 — 10,8	m	U	Grauer, magerer Ton. Quarzsand, Magneteisen, grüne Schiefer, Schalenreste, Ostrakoden, Charasamen und viele Pollen.
9.	10,8 — 11,6	m	O	Graugelber, zäher Ton. Magneteisen und feinsten Quarzsand, grüne Schiefer, schwarze Brauneisennieren, einige gerundete Quarze.
10.	11,6 — 12,3	m	O	Graugelber Ton. Kohlefetzen, gelber Quarzsand, grüne Schiefer und viele Pollen.
11.	12,3 — 13,9	m	U	Grauer, erdiger Ton. Viele braune Sideritkriställchen, Muscovit und Magneteisen nebst kugeligen Knollen von Vivianit.
12.	13,9 — 16,5	m	U	Dunkelgrauer, erdiger Ton. Vivianit als Blauerde, Magneteisen und Quarzsand. Holzreste.
13.	16,5 — 17,85	m	U	Bräunlichgrauer, erdiger Ton. Vivianit als Blauerde, Quarzsand, Schalenreste, Ostrakoden, Charasamen und Fruchtkapseln.
14.	17,85 — 19,4	m	U	Brauner, magerer Ton. Magneteisen und Quarzsand, fein verteilter Spateisenstein.
15.	19,4 — 21,15	m	U	Dunkler, braungrauer, bituminöser Ton. Quarzsand, Muscovit, Magneteisen und Vivianit. Sehr viele Pollen.

16.	21,15—23,3	m	○	Brauner Ton. Sehr viel Eisenspat in Kugeln. Magneteisen, Quarz, heller und grüner Glimmer.
17.	23,3 —23,95	m	○	Braune, etwas kiesige Masse. Etwas Kohle, viel Vivianit, Quarz, größere Stücke von tonigem Spateisenstein.
18.	23,95—26,0	m	○	Brauner Ton. Fast nur Sideritgraupen und -kugeln. Etwas Quarz und Magneteisen. Viele Pollen.
19.	26,0 —27,0	m	○	Grauweißer Ton. Bleichzone. Magneteisen, viel Quarzsand, Sideritkörnchen, Muscovit, Kohleketzen. Keine Pollen.
20.	27,0 —27,3	m	○	Braunkohle. Viel Pyropissit und Pollen.
21.	27,3 —31,3	m	○	Rötlichgrauer Ton. Sehr viele große Eisenspatkristalle. Pikotit. Bolusähnlicher Ton.
22.	31,3 —34,35	m	○	Bläulichweißer Ton mit vielen Sideritgarben.
23.	34,35—38,5	m	○	Blauer Ton. Eisenspatknäuel, fein verteiltes Magneteisen.
24.	38,5 —43,4	m	○	Braunroter, toniger Aschentuff. Magneteisen, gelber Olivin, rote Gele und bolusähnliche Massen.
25.	43,4 —44,7	m	○	Grauweißer, gelbgestreifter Tuff. Wie vorher.

Zuoberst liegt in beiden Bohrungen Löß, der bei I etwa 1 m tief verlehmt und kalkfrei ist. Vom frischen und dem verlehnten Löß dieser Bohrung sind die Analysen ausgeführt worden, die ich schon oben mitteilte. In II ist der Löß noch von jungen, jedenfalls alluvialen Schlickern bedeckt, die Wiesen tragen.

Nach der Tiefe zu wird der Löß gewöhnlich unrein, er enthält auch größere Quarzkörner in bescheidenen Mengen, kleinste Scheibchen von Glimmerschiefer und grauen Quarziten, die dem Taunus entstammen und Splitter von Augit, Hornblende, Magneteisen und gelbe, umgewandelte Olivine, die aus der basaltischen Umgebung der Horloffsenke herbeigeschwemmt sind oder dem tonigen Untergrund gehörten. Dann folgen sehr bald mehr oder weniger reine Tone, die außer den feinen Tonteilchen stets feinsten Quarzsand, hellen Glimmer (Muscovit) und Magnet- und Titaneisen enthalten, ganz gleichgültig, ob sie in grauen, braunen oder grünlichen Farben vorliegen. Vielfach sind auch Ostrakoden darin nachzuweisen, seltener schon Charasamen, auch unbestimmbare Schneckenresten kommen vor. Recht oft findet sich auch Vivianit in erdigen, blauen Massen, aber auch in kristallisierter Form, besonders häufig in kugeligen Knollen, wie sie in BRAUNS' Mineralreich auf Tafel 82 Figur 6 aus der Gegend von Weckesheim stammend abgebildet sind.

Vivianit ist ein häufiger Begleiter von Schlick- und Moorablagerungen. VAN BEMMELEN erwähnt dieses Mineral bei seinen Moorstudien in Holland (2), in den Tonen von Ziegelhausen bei Heidelberg (1, S. 67) sind Eberunterkiefer von Vivianit inkrustiert, außerdem enthalten die dortigen kalkfreien, blauen Tone Kugeln und Kugelgruppen von 1—1,5 cm Durchmesser. Sie sind von weißlicher Farbe, werden aber an der Luft alsbald blau. Vivianit habe ich auch in den hellblauen, kalkfreien, diluvialen Tonen gelegentlich einer Brunnenbohrung bei Hergershausen unweit Babenhausen und im Rheinschlick bei Bürstadt im Ried festgestellt (4, S. 9). Dieses Mineral, ein Eisenphosphat von der Formel  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , ist eine konkretionäre Bildung, gehört ins monokline Kristallsystem, ist ursprünglich weiß, wird aber durch Oxydation an der Luft schnell blau. So hart ist es etwa wie Gips, die Dichte 2,6. Es ist auffällig stark dichroitisch von farblos bis tiefblau, sehr stark doppelbrechend, zeigt sehr schöne Achsenbilder und hat eine Auslöschungsschiefe von  $24^\circ$  für c gegen die Längserstreckung der Blättchen. Eine sehr vollkommene Spaltbar-

keit nach der Längsfläche ist ihm eigen. Vor dem Lötrohr erhitzt wird das Mineral erst rot und schmilzt schließlich zu einer Kugel, die vom Magneten angezogen wird. In Säuren ist es leicht löslich. Wo es in größeren Mengen vorkommt, dient es als blaue Farbe.

Nun wieder zu den Tönen. Ihr Kalkgehalt wechselt sehr. Im allgemeinen kann man aber sagen, daß mit der Annäherung an die Kohle der Kalkgehalt rasch abnimmt. Meistens enthalten nur die oberen Lagen Kalk und sind vielleicht noch diluvial. Das Liegende der Kohle ist fast durchweg kalkfrei. Allerdings erwähnt SCHOTTLER (18, S. 73) eine Ausnahme, auf die ich später zurückkomme.

So liegen die Verhältnisse z. B. im Bohrloch 152, das zwei Kohlenflöze aufweist. Es sei aber hier mit aller Deutlichkeit darauf hingewiesen, daß die Untersuchung auf Kalkkarbonatgehalt mit Salzsäure leicht zu falschen Schlüssen führen kann, da fein verteilter Eisenspat ebenfalls mit Salzsäure braust, der ungemein häufig vorkommt und in seiner Verteilung später noch näher besprochen werden wird. Es läßt sich da ohne eingehendere chemische Analyse nicht immer entscheiden, ob nicht das schwache Aufbrausen mit Salzsäure auf feinverteiltes Eisenkarbonat allein oder auch auf Spuren von ebenfalls feinverteiltem Kalkkarbonat zurückzuführen ist. Im großen und ganzen herrschen kalkfreie Tone vor.

In der Nähe der Kohle stellt sich nun eine sehr beachtliche Beschaffenheit der Tone ein, die anscheinend im ganzen Kohlengebiet von Trais-Horloff über Wölfersheim bis ins Weckesheimer Gelände vorliegt. Die Tone werden nämlich schon 2—3 m über der Kohle deutlich braun, etwa schokoladefarben, und spezifisch recht schwer. Die Schlämmanalyse hatte folgendes Ergebnis. Die braune Farbe ist auf Eisenspatbildungen zurückzuführen, die sowohl durch ihre Menge als auch die Mannigfaltigkeit der Ausbildungsform Staunen erregen. Nicht weniger als 35% Spateisen sind gelegentlich vorhanden, was etwa 20% FeO entspricht. Dieses Mineral kommt nun in kugelförmigen Sphärosideriten meist von 0,06—0,1 mm Größe vor, die aber auch 1 mm und in selteneren Fällen bis zu 6 mm Durchmesser erreichen. Noch häufiger ballen sich kleinste Kugeln zu traubigen Gebilden, vielfach liegen unregelmäßig geformte Graupen vor, sehr oft handelt es sich aber um auf Zwillingsbildung zurückzuführende garben- oder knäuelartige Verwachsungen, und schließlich erblickt man auch Zwillinge und Einzelkristalle, die zwar meist mikroskopisch klein sind, aber auch, namentlich im Liegenden der Kohle, einige mm lang werden können. Die größeren säulenförmigen Kristalle sind weingelb, erinnern auf den ersten Blick an Aragonit, sind aber optisch einachsige, werden vom Magneten angezogen, spalten nach R sehr deutlich und lösen sich in Salzsäure. Es kann sich demnach nur um Eisenspat handeln. Sie finden sich meist in den liegenden Tuffen und sind durch eine sehr hellgefärbte, tonige und überaus hochdisperse Masse miteinander verkittet, auch oft rötlich oder braun durch Eisenhydrate überkrustet.

Endlich finden sich auch große tonige Spateisensteinknollen und unregelmäßig geformte, große Stücke dieses Gesteins von brauner Farbe. Es wird sich da teils um große Konkretionen, teils um ganze Bänke eines tonigen Sphärosiderits handeln, die ja gern in Begleitung von Braunkohlen auf-

treten und dem Kohleneisenstein (dem Blackband der Engländer) entsprechen, wie er bei Steinkohlenlagern im Hangenden sich einzustellen pflegt (vergl. 9, Seite 528).

Stets gibt dieser meist schokoladefarbene Ton, den ich **Sideritton** nennen möchte, die Nachbarschaft der Braunkohle an.

Es ist dies in vielen Dutzenden von Bohrungen mit so großer Regelmäßigkeit und Sicherheit zu beobachten gewesen, daß an der Zuverlässigkeit dieser auch bergbaulich wichtigen Angabe keine Zweifel möglich sind.

Auch in einer Bohrung, die ENDELL (5, S. 9) von der Grube Ludwigs-hoffnung bei Wölfersheim angibt und zwei weiteren auf Anregung von R. LEPSIUS bei Gettenau (Blatt Staden) niedergebrachten Bohrlöchern aus früheren Jahren geht einwandfrei die Überlagerung der Braunkohle durch rotbraune Tone hervor, die zweifellos zu den Siderittonen gehören. Aus Bemerkungen von LEPSIUS, die dem Bohrprofil beigegeben sind, wissen wir auch, daß er sie für pliozän hielt und nur die oberen Tone noch zum Diluvium rechnete. Da ich abgesehen von dem über den Kalkgehalt Gesagten keine Zweiteilung der hangenden Tone finden konnte, möchte ich alle Schichten unter dem oft recht mächtigen Löß zum Pliozän stellen. In diesen Tonen hat übrigens W. WENZ (25, S. 203) Fossilien festgestellt, die er für oberpliozän hält: *Rhombunio sandbergeri* WENZ, *Unio tumidus ludwigi* WENZ und *Viviparus cf. contectus* MILLER. Über einige Pflanzenfunde in oberpliozänen Tonen der Mainebene berichtet auch SCHOTTLER (19, S. 93).

Nur bei dünnen Kohlelagen, bei sehr schwach ausgebildeten Dachflözen ist das Auftreten von Siderittonen wenig oder gar nicht zu beobachten. Größere Eisenspatkristalle verleihen übrigens den Tonen ein eigentümliches Glitzern. Ein Musterbeispiel ist das Bohrloch Nr. 152. Da beginnen mit 22,4 m Tiefe braune Tone von 0,7 m Mächtigkeit, die auf Kohle liegen, deren Liegendes tonig zersetzte Tuffe bilden, die in den oberen Lagen ebenfalls Sideritneubildungen aufweisen.

Sehr oft ist aber noch eine andere sehr beachtenswerte Erscheinung zu beobachten, wofür das Bohrloch Nr. 156 kennzeichnend sein dürfte. Auch hier ist unter 6,5 m Löß mit alluvialer Schlickauflage eine Folge von vorwiegend grünlichen, grauen oder gelben Tonen zu beobachten, die bei einer Tiefe von 21,25 m in braune Siderittone übergehen. Diese halten bis 26 m an, um anscheinend recht unvermittelt in grauweiße, jedenfalls auffällig helle Tone überzugehen. Erst diese bleichen Schichten bedecken bei einer Mächtigkeit von etwa 1 m die Braunkohle. Unter dieser liegen in diesem Profil erst rötlich-graue Tone mit Spateisenkristallen, dann bläulichweiße und blaue Tone mit Spateisengraupen, die ihre blaue Farbe fein verteiltem Magnet- und Titaneisen verdanken und schließlich tonig zersetzte Tuffe von bunter Färbung. In einer ganzen Anzahl von Bohrlöchern war nun diese helle, hangende Tonschicht festzustellen, die trotz dieser hellen Farbe Knäuel und Kriställchen von Siderit enthält, wenn auch sehr viel weniger als die braunen Siderittone, die nach oben folgen.

Schon VAN BEMMELEN (2) hat sehr interessante Mitteilungen über das Vorkommen von Ferrokarbonat zusammen mit Vivianit in Mooren Hollands gemacht, die etwas Licht auf die Bildungsweise des Ferrokarbonats werfen. Er beobachtete Nester im Torf von weißer Farbe (Weißeisenerz), die an der Luft

alsbald rote Farbe annehmen. Das amorphe, kolloidale Ferrokarbonat gehe da offenbar in amorphes, kolloidales Eisenoxyd über. Auch kristallines Eisenkarbonat fand sich in den Nestern, öfters mit blauem Vivianit zusammen. Die weiße Substanz ist aber nach VAN BEMMELEN nur scheinbar amorph, sie zeigt Brown'sche Bewegung, die freilich für sehr geringe Größe spricht, und die Teilchen sind dichroitisch. Auch eine Analyse des weißen Minerals ist in der Arbeit zu finden:

86—90%	FeCO <sub>3</sub>
3—6%	CaCO <sub>3</sub>
7—8%	Pflanzenfasern
0,2%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ,

ferner kleine Mengen von H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgO und Alkalien. VAN BEMMELEN glaubt annehmen zu müssen, daß ursprünglich vorhandenes Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> während der Ver-  
**torfung** des Moores und dessen Abschließung von der Luft, durch Reduktion mittels Humusstoffen in amorphes, kolloidales Ferrokarbonat verwandelt worden ist. Ich komme auf diese Frage zurück.

Und noch eine Besonderheit ist da zu erwähnen. Durch sorgfältiges Zerlegen in einzelne Fraktionen mit Hilfe des Schöne'schen Trichters ist es gelungen, in einer großen Anzahl von Tonschichten (vergl. Bohrloch 152) im Hangenden der Braunkohle und in dieser selbst Pollen in oft großer Menge nachzuweisen. Niemals fand ich aber in der hellen, die Braunkohle unmittelbar bedeckenden Schicht diese Pollen, obwohl darüber und darunter diese zarten Gebilde sehr wohl vorhanden sind. Dabei ist hervorzuheben, daß diese hellen Tone bemerkenswerter Weise stets im Hangenden der Kohle sich finden, falls sie überhaupt vorhanden sind, will aber gern zugeben, daß auch im Liegenden die tonig zersetzten Tuffe auch gelegentlich hellgraue Farbe angenommen, also offenbar eine Bleichung erfahren haben.

Ich muß nämlich diese helle, hangende Tonlage als eine **Bleichzone** ansehen, die unter dem Einfluß ihrer humosen Unterlage zustande gekommen ist. Die das Braunkohlenlager heute bedeckenden Tone sind erst bei der Umwandlung der damals von ihnen überschütteten Sumpfflora in Braunkohle zu Siderittonen durch Anreicherung von Ferrokarbonat und die tiefste Lage derselben zu einer Bleichzone geworden. Offenbar haben hierbei recht einschneidende Bleichungsprozesse stattgefunden, denen auch die doch recht widerstandsfähigen Pollen zum Opfer gefallen sind. Das Eisen ist vermutlich von der bei der Inkohlung frei gewordenen Kohlensäure unter Mitwirkung saurer Humuslösungen nach oben gewandert und hier, stets in saurem Medium unter Luftabschluß, als Spateisen abgeschieden worden. Als eine Begleiterscheinung bei diesem Aufwärtswandern des Eisens mußte die Bleichzone auftreten. Daß das Moorwasser stark zersetzende Wirkungen hat, ist schon lange bekannt. Eingehende Untersuchungen darüber sind von einer ganzen Reihe von Autoren angestellt worden, so z. B. von ENDELL (5, S. 24), der im Moorwasser als hauptsächliches Agens der Zersetzung die freie Kohlensäure annehmen möchte. (Vergleiche auch 23a, S. 126.) Auch der Schwefelsäure wird in diesem Zusammenhang wohl Erwähnung getan werden dürfen. Über das Auftreten von Bleicherde unter dem Einfluß von Humus vergl. auch 7.

Da kommen wir mit unserer Bleichzone und den aufsteigenden Bodenlösungen ungewollt auch auf klimatische Fragen, die vielleicht auf das Alter

der Braunkohlenschichten ein Licht werfen, wollen aber diese Erörterungen noch zurückstellen, um erst einiges über das **Liegende** der Kohle und diese selbst zu erfahren.

Wenn wir auch gelegentlich anscheinend rein sedimentären Schichten in Gestalt von oft stark bituminösen, im übrigen geröllfreien, reinen Tonen als Unterlage der Kohle begegnen, so ruhen die Kohlenlager doch vorwiegend auf vulkanischen Massen, die allerdings fast stets überaus stark tonig zersetzt sind. In der Umgebung von Weckesheim habe ich Bauxitknollen auf stark zersetzten Basalten festgestellt. Aus der Gegend von Wölfersheim ist der Bauxit im Liegenden der Braunkohle schon lange bekannt (23, S. 343; 5, S. 12). Kleine Bauxitgerölle konnte ich auch in den hangenden Tonen ab und zu nachweisen.

Nun ist leider aus Bohrproben nicht immer einwandfrei festzustellen, ob ein toniger Aschentuff oder ein stark tonig zersetzter Basalt vorliegt, auch ist oft nicht mit Sicherheit zu sagen, ob der Basalt anstehend oder verrollt ist. In günstigen Fällen ist aber ein Wechsel von Basalt und Tuff zu erkennen gewesen. Anscheinend handelt es sich um die stark lateritisch zersetzte, mit Bauxitknollen besäte basaltische Oberfläche, wie sie außerhalb der Senke namentlich bei Hungen noch heute vorhanden ist, soweit nicht Löß den vulkanischen Untergrund verdeckt. Die Tuffe sind dabei gewöhnlich von recht bunten Farben, unter denen rote, violette und braune vorherrschen, aber auch hellgraue vorkommen. Die zersetzten Basalte haben dagegen fast durchweg ein hellgraues Aussehen, als sei durch die Braunkohle eine Bleichung eingetreten. Da es an Analysen noch mangelt, läßt sich darüber wenig sagen, zumal die sogenannte Kaolinisierung der Gesteine unter Moorbedeckung noch heute ein ungelöstes Problem ist (3). Vermutlich hat aber eine Bleichung, Enteisenung und Enttonung stattgefunden (9, S. 397). Allerdings hat ENDELL (5, S. 24) zwei Analysen veröffentlicht. Einmal handelt es sich um einen zu blaugrünem Ton zersetzten Basalt, das andere Mal um eine Bauxitknolle, beides im Liegenden der Braunkohle aus der Umgebung von Wölfersheim. Sie seien hier wiedergegeben:

	Zersetzter Basalt	Wasserfrei berechnet	Bauxitknolle
SiO <sub>2</sub>	38,09	47,97	11,79
TiO <sub>2</sub>	5,64	7,1	4,55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,93	32,66	40,07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,54	5,72	8,25
FeO	2,27	2,86	1,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Spur	Spur	—
CaO	1,53	1,93	1,39
MgO	0,33	0,42	Spur
K <sub>2</sub> O	0,27	0,34	0,49
Na <sub>2</sub> O			
SO <sub>3</sub>	0,51	0,64	3,59
S	0,53	0,67	2,84
Glühverlust	21,67		26,07
H <sub>2</sub> O	<u>100,31</u>	<u>100,31</u>	<u>100,84</u>

Wir haben demnach hier im ersten Fall wegen  $ki = 2,6$  (vergl. 9, S. 277) eine kaolinartige, im zweiten eine ausgesprochene lateritische Zersetzung.

Außerdem stammt noch aus dem Liegenden der Kohle (nach Mitteilung der Bergwerksdirektion vermutlich vom Ausgehenden des Lagers östlich von der Schachanlage der Grube Ludwigshoffnung bei Wölfersheim) eine Probe eines recht festen, grauen Basaltes, der wie ein typisch saurer Basalt aussieht, aber fein verteilten Pyrit erkennen läßt. Der Dünnschliff läßt auf einen bauxitisch völlig umgewandelten, sauren Basalt schließen. Die Titaneisenleisten sind noch ganz frisch. Olivin ist noch in gelben, strahligen Resten vorhanden, alles übrige ist in Hydrargillit verwandelt, der die Umrisse der recht großen Plagioklase noch deutlich erkennen läßt. Die beifolgende chemische Analyse (Chemische Prüfungsstation für Gewerbe, W. Sonne) bestätigt das mikroskopische Bild aufs beste.

SiO <sub>2</sub>	10,06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,82
FeO	1,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	48,5
TiO <sub>2</sub>	—
CaO	0,61
MgO	0,31
K <sub>2</sub> O	0,95
Na <sub>2</sub> O	1,09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,16
FeS <sub>2</sub>	5,26
CO <sub>2</sub>	0,13
chem. geb. H <sub>2</sub> O	26,91
Feuchtigkeit	2,53
	<hr/>
	100,28

Außer diesen teils kaolinartig, teils lateritisch verwitterten Basalten herrschen aber im Liegenden der Braunkohle doch wohl bunte Tuffe vor, die uns noch etwas zu sagen haben. Vielfach sind sie stark quarzhaltig und deshalb den Tuffiten zuzurechnen, die ja auf Blatt Hungen weit verbreitet sind (18, S. 61).

Sie enthalten in den oberen Lagen, wie wir schon wissen, recht häufig Eisenspatkristalle, auch Sideritgrauen und vielfach Pyrit neben Magnet- und Titaneisen. Dann sind aber noch zwei Mineralien sowohl in den Tuffen als auch in den zersetzten Basalten enthalten. Und die gelben strahligen Olivinreste in den Bauxiten gehören auch dazu. Es handelt sich da vor allem um einen eigenartigen, umgewandelten Olivin. Die Kristallform und die Art der Verteilung dieses Minerals in den lateritisch verwitterten Basalten ist derartig typisch, daß ein Zweifel an der einstigen Olivinnatur wegfällt. Dieses Mineral ist in so großen Mengen vorhanden, daß eine Trennung mit schwerer Lösung zur Gewinnung genügender Mengen für eine chemische Analyse möglich war. Das Mineral ist auf frischer Bruchfläche von bronzegelber Farbe, es ist ihm ferner ein blättriges bis strahliges Gefüge und infolgedessen ein merkwürdiges Schimmern eigen, und stets ist die Oberfläche der Stücke tief schwarzbraun bis rotbraun gefärbt. Auch sieht sie oft wie glasiert aus. Die Dichte ist 3,16, das Brechungsvermögen  $> 1,74$ . Es löst sich nicht völlig in Salzsäure. Unter dem Mikroskop ist die Kruste blutrot, das Innere gelb gefärbt und doppelbrechend.

Die chemische Analyse (Chemische Prüfungsstation zu Darmstadt, Prof. Dr. Krenz):

SiO <sub>2</sub>	7,71 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	58,6 %
FeO	0,07 %
MnO	0,2 %
TiO <sub>2</sub>	1,07 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15,01 %
CaO	0,39 %
MgO	0,79 %
CO <sub>2</sub>	0,51 %
Feuchtigkeit	3,52 %
chem. geb. H <sub>2</sub> O	12,77 %
	<hr/>
	100,64 %

Da Olivin ein Magnesiumeisenorthosilikat ist und recht selten nur Spuren von Tonerde enthält, muß hier ein Ersatz des Magnesiums durch Tonerde erfolgt sein. Und zwar wird diese Tonerde, dem geringen SiO<sub>2</sub>-Gehalt entsprechend, in kolloidaler Hydratlösung und nicht etwa als Silikat vorgelegt haben. Es handelt sich eben um ein Wandern des Tonerdehydrats, wie es für allitische Verwitterung (um mit HARRASSOWITZ zu reden) so sehr bezeichnend ist (8). Der Güte des Herrn Prof. HARRASSOWITZ in Gießen verdanke ich übrigens die Kenntnis von lateritisch verwitterten weit über faustgroßen Olivineinschlüssen von Reinhardshain (Blatt Londorf) in Oberhessen, deren Analyse hier beigegeben sei (9, S. 434).

SiO <sub>2</sub>	1,97
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	45,0
TiO <sub>2</sub>	Spur
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,21
MgO	0,32
CaO	0,26
H <sub>2</sub> O +	25,31
H <sub>2</sub> O -	2,02
	<hr/>
	100,09

Der Olivineinschluß hat ganz ähnliche Farbe wie das in den Tuffen gefundene Mineral, nur zeigt es, wie die Analyse dartut, eine viel weitergehende Einwanderung von Tonerde.

Auch LIEBRICH (15, S. 83) hat ein ganz ähnliches Mineral aus bunten, lateritischen Tonen isoliert und analysiert.

Titaneisen	25,15 %	Nach Abzug des (frischen) Titaneisens
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	52,05 %	67,9 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,84 %	14,1 %
MgO	0,45 %	0,59 %
CaO	0,30 %	0,4 %
SiO <sub>2</sub>	0,78 %	1,01 %
H <sub>2</sub> O	12,24 %	16,00 %
	<hr/>	<hr/>
	101,81 %	100,00 %

Schon LIEBRICH hat aus dieser Analyse geschlossen, daß die Tonerde als Hydrat, übrigens auch Eisen, in Wanderung begriffen gewesen sei.

Ferner hat C. HINTZE (12, S. 20) die Analyse von Ferrit von Gleniffar Braes in Schottland angegeben:

SiO <sub>2</sub>	13,03%
MgO	6,62%
FeO	4,51%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	53,47%
MnO	0,15%
CaO	0,75%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,16%
H <sub>2</sub> O	8,39%

Sie kommt der Analyse der Wetterauer Olivine sehr nahe. Es handelt sich dort um eine dunkelrote bis schokoladebraune Olivinpseudomorphose in doleritischen Gesteinen, vermutlich also sauren Basalten.

Ganz eigenartige Olivinpseudomorphosen hat kürzlich SCHOTTLER (20, S. 51) in verwittertem Basalt vom Hessenbrücker Hammer (Blatt Laubach) festgestellt. Sie enthalten 2,38% MgO, 28,51% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und 40,15% SiO<sub>2</sub>. Freilich handelt es sich in diesem Falle wegen  $ki = 2,3$  um eine kaolinische Zersetzung. In derselben Arbeit werden aber auch sehr beständige, außen rotbraun, innen gelb gefärbte Olivine selbst in stark gebleichten Basalten erwähnt, die sehr an die Wetterauer Olivine erinnern.

Schließlich hat KÖBRICH (13) bei seinen Untersuchungen über das magnetische Verhalten Vogelsberger Basalte und Bauxite auch ein bestimmt aus Olivin entstandenes, tief blutrotes Mineral gefunden, das von einer Eisenoxydrinde umgeben ist. KÖBRICH führt die gegenüber frischen Basalten überaus starke magnetische Wirkung mancher Bauxite auf ihren Gehalt an diesem eisenreichen Mineral zurück, und ich kann ihm da nur recht geben. Die von mir gefundenen bronzegelben bis blutroten oder schwarzbraunen Olivinpseudomorphosen werden durchweg von dem Magneten stark angezogen.

Überdies habe ich in Bauxitpräparaten vieler Fundorte Oberhessens blutrote und gelbe Olivinreste gesehen, die sich optisch genau so wie das Mineral im Liegenden der Wetterauer Braunkohle verhalten.

Es ist geradezu auffällig, wie stark die magnetische Präpariernadel auf den Schlämmrückstand der liegenden Tuffe und zersetzten Basalte einwirkt. Es wird dies eben damit zusammenhängen, daß bei der Verwitterung eine Menge von Eisen aus dem Silikatverband heraustritt und zu magnetisch beeinflussbaren Neubildungen Veranlassung gibt, eine Ansicht, der schon KÖBRICH (13) Ausdruck verliehen hat.

Aus der starken Verbreitung dieses recht beständigen Minerals — es wurde fast in allen Bohrlöchern der Wetterau gefunden — dürfen wir auf eine im allgemeinen lateritisch verwitterte Unterlage der Braunkohle schließen, die ja heute noch in der Umgebung der Horloffsenke angetroffen wird. Auf diesen eingesunkenen, an der Grenze Miozän-Pliozän der lateritischen Verwitterung anheim gefallenem Tuff- und Basaltmassen hat sich die Braunkohle in pliozäner Zeit gebildet. Auf das Alter und das Klima wird noch zurückzukommen sein.

Noch ein besonders auffälliges Mineral läßt sich nun in den liegenden Tuffen und zersetzten Basalten nachweisen, wenn auch nicht in so großer Menge wie das vorige. Leider ist mir die Trennung desselben von den mit ihm vergesellschafteten Zersetzungsstoffen noch nicht geglückt. Das Mineral ist außerdem nicht ganz von einheitlicher Beschaffenheit. Eine chemische Analyse mußte aus beiden Gründen unterbleiben. Es handelt sich um rundliche bis eckige, kleine, stets sehr weiche und leicht zerdrückbare Körner von braunroter bis blutroter Farbe. Die Körner sind teils undurchsichtig oder trüb, teils durchscheinend, recht häufig sogar klar durchsichtig und dann immer von roter Farbe und etwas doppelbrechend. Sie lösen sich in Salzsäure nicht restlos auf, werden aber völlig gebleicht. Es wird sich jedenfalls um ein eisenhaltiges Gel oder Gelgemisch handeln, das ich übrigens an anderen Orten des Vogelsberges schon angetroffen habe. So ist z. B. bei Brauerschwend und Untersorg südöstlich Alsfeld ein feuerroter Tuff zu finden, der außer den abschlämmbaren, feinen, tonigen Teilchen nur Magneteisen und dieses rote Gel enthält, und ich hoffe, aus diesen Tuffen diese beachtenswerte Neubildung trennen und analysieren zu können.

Nun zur **Braunkohle** selbst.

Sie ist meist erdig oder mulmig; man findet in diesen Massen zwar oft Pflanzenstengel, auch Stücke von größeren Hölzern sollen weite Verbreitung haben, doch tritt stückige Kohle ganz zurück. In den untersuchten Bohrproben ist ferner die Feststellung von reichlich vorhandenen Pollen beachtenswert. Sie kommen, wie z. B. die Bohrlöcher 152 und 156 zeigen, auch in den hangenden Tonen vor bis fast an die Unterkante der Lößdecke, fehlen aber in der schon besprochenen Bleichzone über der Braunkohle. Vielfach findet sich in den Kohlen das wachsgelbe Mineral *Pyropissit*, dessen Dichte 1,12 beträgt, das Ketoncharakter hat und wohl ein Abbauprodukt von pflanzlichen Fetten und Harzen darstellt (10 u. 6a). Es spielte einst in der Schwelindustrie des Weisensfels-Zeit-Altenerburger Braunkohlenreviers eine große Rolle und ist oft mit gemeiner Braunkohle gemischt, so daß alle Übergänge von *Pyropissit* zu Braunkohle vorliegen (15a, S. 206). Es scheint mir dies auch für die Wetterauer Braunkohle zu gelten. Meist beobachtete ich dieses hellgelbe Mineral, das auch *Bergtalk*, gelbe Braunkohle und *Wachskohle* genannt wird und zu den *Liptobiolithen* *POTONIES* gehört (15a, S. 46), in kleinen Fetzen zwischen pollenreichen Schichten. Es bildete sich wohl stets dann, wenn die Humusmassen längere Zeit über dem Wasserspiegel des Sumpfes gelegen haben, wobei alle organischen Stoffe außer den fetten und harzigen Bestandteilen zersetzt wurden.

Gewiß ist dieses Mineral auch durch Wasser verfrachtet worden. Wegen seines geringen spezifischen Gewichtes wird es sich dabei von den schwereren Braunkohlenteilchen leicht trennen und mit anderen leichten Bestandteilen, wie gerade den Pollen, zum Absatz gelangen. In der Tat bestehen manche Lagen der Braunkohle fast nur aus Pollen, die durch bituminöse Massen miteinander verkittet erscheinen, und stets ist in solchen Stücken *Pyropissit* enthalten. Es wird sich gerade diese sehr leichte *Pollenkohle*, wie ich sie nennen möchte, zur Verschmelzung ganz besonders gut eignen. (Vergl. 6a, S. 725 u. 771.) Man erkennt sie an der graugelben Farbe.

Die Pollen sind bei einiger Übung in der Kohle selbst auf frischen Bruchflächen schon bei schwacher mikroskopischer Vergrößerung zu sehen, bei den Tonen bedarf es aber zum Nachweis dieser kleinen Gebilde eines peinlichen

Zerlegens in verschiedene Korngrößen wohl am besten nach dem bekannten Schöne-Verfahren.

Es lag nun nahe, aus dem Pollenvorkommen Schlüsse zu ziehen auf die damalige Pflanzenwelt und das Alter der Braunkohle, zumal die Pollenanalyse zu den schönsten Hoffnungen in stratigraphischer Hinsicht berechtigt. Herr Dr. HECK (Geol. Landesanstalt zu Berlin) hatte die große Freundlichkeit, die in den beiden Kohlenflözen des Bohrloches 152 vorkommenden Pollen zu bestimmen, wofür ihm auch an dieser Stelle herzlich gedankt sei. Das Ergebnis teile ich hier, nach der Häufigkeit der Pollen geordnet, mit:

Oberste Lage:

*Gramineae*  
*Picea excelsa*  
*Pinus silvestris*  
*Magnolia diana*  
*Alnus* sp.  
*Quercus* (? *elaena*)  
*Corylus* (? *Mc. Quarrii*)  
*Ulmus* sp.  
*Taxus beccata*

Untere Lage:

*Gramineae*  
*Pinus silvestris*  
*Taxus beccata*  
*Quercus* (? *elaena*)  
*Picea excelsa*  
*Betula* sp.  
*Corylus* sp.  
*Fagus* sp.  
*Magnolia diana*  
*Alnus* sp.  
*Salix* (? *Brauni*)  
*Erica tetralix*  
*Ulmus longifolia*

Mehrere unbekannte Typen, unter denen drei häufiger auftreten.

Herr Dr. HECK möchte auf Grund dieser Befunde den Kohlen ein miozänes Alter geben. Im übrigen sind fast alle Gattungen der obigen Liste auch bei WENZ (25, S. 203) für jungpliozäne Sande und Tone mit Braunkohlen erwähnt. Auch HARRASSOWITZ hat aus der WENZ'schen Liste einige Gattungen als für oberpliozän bezeichnend angegeben (9, S. 554). Da die Braunkohle von lateritisch verwitterten Basalten und Tuffen unterlagert ist, dürfte ein miozänes Alter nicht in Frage kommen. Man muß eben nach FIRBAS (6) heute mit Schlüssen von der Pollenanalyse auf das Alter doch noch recht vorsichtig sein. Es dürfte aber die HECK'sche Bestimmung der Pollen ein diluviales Alter der Braunkohlen ausschließen, das ja theoretisch auch möglich wäre. Die Braunkohle gehört demnach noch ins Tertiär, vermutlich ins Oberpliozän, vielleicht auch noch ins Unterpliozän. Eine Entscheidung darüber ließ sich nicht ermög-

lichen. In dem damaligen Klima sind ja wohl auch aufsteigende Bodenwässer, die ich zur Erklärung der Bleichzone und der darüber lagernden Siderittone annehmen mußte, lokal recht gut möglich. Freilich möchten auch gelegentlich Säuerlinge, die auf älteren Störungen ihren Weg nach oben suchten, bei der Umbildung des Hangenden der Kohle mitgewirkt haben.

Daß übrigens lateritische Verwitterung und Moorbildung in gleichen Gebieten und gleichem Klima auftreten können, hebt HARRASSOWITZ (9, S. 514) hervor, und heute weiß man auch, daß sogar tropische Moore vorkommen (15a, S. 15 und 9, S. 512). Man darf ja geradezu Laterit wegen seiner Basenarmut als humuserhaltend ansehen (9, S. 520).

Einige Analysen der Braunkohle mögen hier Platz finden. STEUER (21, S. 119) teilt eine Analyse von der Braunkohle der Grube Ludwigshoffnung mit (Chem. Prüfungsstation, W. Sonne, zu Darmstadt):

Kohlenstoff	46,5%
Nutzbarer Wasserstoff	4,6%
Schwefel	1,6%
Feuchtigkeit	10,6%
Mineralstoffe	18,3%
Sauerstoff und Stickstoff	18,4%
(Differenz)	

Die Teerausbeute betrug 11,5% und der Heizwert der Braunkohle im Mittel 4424 cal.

Aus dem Tagebaufeld bei Wölfersheim-Süd sind Kohlen analysiert worden, die, auf 60% Feuchtigkeit bezogen, im Mittel folgende Werte ergaben (Mitteilung der Bergwerksdirektion):

Asche	8%
Flüchtige Bestandteile	23%
Brennbare Bestandteile	33%
Schmelzwasser	5%
Teer	9%
Koks	22%
Gas und Verlust	7%

Wenigstens ebenso schwierig wie die genauere Bestimmung des Alters der Braunkohle scheint mir die Beantwortung der Frage zu sein, ob die Wetterauer Kohle autochthon oder allochthon ist. Ich will versuchen, das wenige, was darüber zu sagen ist, kurz zusammenzustellen.

ENDELL hat in einer mir nicht zugänglichen Schrift (vergl. 23, S. 337) eine Überlagerung von seiner Ansicht nach autochthoner Braunkohle über bauxitführenden Tonen von Wölfersheim erwähnt. STREMMER hält sie aber für allochthone Rieselskohle (23). SCHOTTLER (18) macht darauf aufmerksam, daß das Kartenbild der Verteilung der Wetterauer Braunkohle in zwei von Inheiden ausgehenden Lagern den Eindruck von fließenden Gewässern hervorruft. Die beiden Lager vereinigen sich bei Wölfersheim, um von da südlich zu streichen. Aus Querprofilen im Bereich der Grube Friedrich, die von der Bergwerksdirektion zur Verfügung gestellt worden sind, geht ferner ein allmähliches Auskeilen der Kohlenflöze nach Ort und Wert hervor. Die in Frage kommenden Gewässer sollen aus ostnordöstlicher Richtung herabgeflossen sein, wo sich heute noch größere Eisensteinlager befinden. Es haben sich ferner namentlich

in der Grube Friedrich bei Hungen Geschiebe von Gangquarz, Kieselschiefer und Sandstein gefunden, die auf das rheinische Schiefergebirge und die Gegend bei Gießen deuten und wohl von Treibholz herbeigeschleppt worden sind. Freilich können diese Geschiebe, wie SCHOTTLER ausdrücklich sagt, aus zerstörten tertiären Ablagerungen stammen. Jedenfalls sprechen alle diese Angaben für Allochthonie.

Es erwähnt aber auch SCHOTTLER (18) eine recht beachtenswerte Beobachtung an liegenden, kalkhaltigen Tonen, in denen sich allerlei kalkumkrustete Wurzelbildungen fanden, die doch wohl auf Autochthonie schließen lassen.

Ähnlich liegen ja auch die Verhältnisse bei der gut geschichteten Seligenstädter Braunkohle, die wohl dasselbe Alter wie die Wetterauer Kohle haben dürfte. Die ausgezeichnete Schichtung beruht dort auf einem Wechsel von Lignit, Schwelkohle und gemeiner Braunkohle. Die in 15—30 cm starken Bänken auftretende Schwelkohle hat eine helle Farbe und besteht nach den Untersuchungen von KOLB hauptsächlich aus Pollen (16, S. 25). Es handelt sich hier offenbar um eine ganz ähnliche Pollenkohle, wie ich sie in der Wetterau feststellte. SCHOTTLER macht „träge dahinschleichende Flußläufe“ für die Anhäufung der Hauptmasse der Braunkohle im Maintal verantwortlich, hält sie also für vorwiegend allochthon.

In einer nicht veröffentlichten Arbeit von WERNER GUTHE wird dagegen der autochthonen Bildung der Seligenstädter Braunkohle das Wort geredet, die unter anderem durch das Vorhandensein von Stubbenhorizonten bewiesen sei. Auch die Pyropissitstreifen deuten nach GUTHE auf Autochthonie, und der Wechsel von Lignit und erdigen Schichten sei auf verschiedene Beträge der Absinkungsgeschwindigkeit zurückzuführen. Aber die Westerwälder Braunkohle wird für allochthon gehalten (24).

In der Wetterau fällt namentlich in vielen Bohrungen die Reinheit der die Kohle bedeckenden und, soweit sie vorhanden sind, auch der liegenden Tonschichten auf. Von Sanden oder gar groben Geröllen ist merkwürdig selten die Rede. Diese Tone deuten demnach auf ein sehr geringes Gefälle der Gewässer, welche die tonigen Stoffe aus Ost, West und Nord herbeigeschleppt haben. In den Tonen sind sowohl basaltische als auch vom Taunus verfrachtete, vorwiegend sehr kleine Bestandteile zu sehen. Unter den letzteren herrschen graugrüne Glimmerschiefer und graue Quarzite vor. Aber auch die Braunkohle, von den oben erwähnten Fällen abgesehen, macht oft einen recht reinen Eindruck. Ich habe z. B. in dem Gebiet bei Wölfersheim (Tagebau Wölfersheim-Süd) Braunkohle untersucht, die in einer Tiefe von nur 8,35 m beginnt und ohne wesentliche Zwischenmittel bis 24,6 m anhält, wo sie auf bituminösen Tonen ruht. In allen Schichten — es liegen 15 Proben, also etwa von Meter zu Meter entnommen, vor — sind sehr reichlich Pollen vorhanden. Die obersten 2 m enthalten noch viel Pflanzenreste, die darunter folgenden 8 m sind ausgesprochene Pollenkohle, der tiefste Teil enthält außer den Pollen auch kleinere lignitische Stücke. Zwischendurch fand sich Pyropissit in kleinen, aber schon mit bloßem Auge zu sehenden Fetzen. In keiner der Proben sind auffällige Gerölle oder Geschiebe vorhanden, nirgends ließen sich soviel Sandbeimengungen auffinden, daß man an eine Verfrachtung der Kohle denken konnte. Auch die Tatsache, daß vorwiegend mulmige und erdige Braunkohle in der Wetterau vorherrscht, wird wohl kaum auf Allochthonie deuten.

Ich habe den Eindruck, daß in der Wetterau autochthone und allochthone Kohlen vorliegen. Welche Bildungsart überwiegt, vermag ich nicht zu entscheiden, möchte aber ersterer den Vorrang geben.

Ein im allgemeinen ganz allmähliches Absinken des Horloffgrabens, in dem vielleicht schon ältere Störungen sich ausgewirkt hatten, mußte etwa an der Grenze Unter- und Oberpliozän eine Hebung des Grundwasserspiegels und umfangreiche Sumpfbildung mit überaus üppiger Flora zur Folge haben. An den Rändern muß wohl mit recht erheblichen Waldbeständen gerechnet werden, von denen der Hauptteil der Pollen stammen dürfte, die in die Senke hineingeweht wurden. Sind doch gerade nach der HECK'schen Pollenanalyse außer Gräsern besonders Waldbäume an dem Pollenreichtum beteiligt. Die Unterlage der Kohle, die schon vor Bildung der Braunkohle lateritisch verwitterten Tuff- und Basaltmassen, ist recht uneben. Bei Berstadt schaut sogar der Basalt heraus und bei Utphe liegt er nach den Ergebnissen einer Brunnenbohrung in ganz geringer Tiefe (18). Wahrscheinlich ist übrigens eine noch in diluvialer oder noch jüngerer Zeit, also nach Bildung der Braunkohle, stattgefundene tektonische Beanspruchung, die sich in relativen Hebungen und Senkungen des Untergrundes auswirkte.<sup>1)</sup>

Ein etwas rascheres Tempo des Absinkens des Horloffgrabens wird das Gefälle der Gewässer, die durch die vermoosten Sümpfe flossen, ansteigen lassen und das Moor mit feinsandigen Schlickern bedecken, die heute als Zwischenmittel auftreten. In solchen Abschnitten ist auch namentlich an den Rändern der Senke reichlich Gelegenheit zu allochthoner Kohlebildung aus der walddreichen Umgebung des Horloffgrabens vorhanden gewesen.

Ein Stillstand in der Absenkung mag vorwiegend mulmige, stark zer-setzte, auch bituminöse und pollenreiche Braunkohlenlager mit Pyropissit geliefert haben, und schließlich ist bei weiterem Absinken die Kohle von den durch Bäche mit immer noch bescheidenem Gefälle herbeigeschwemmten Tonen überdeckt worden, die dann eine mächtige, diluviale Lößdecke erhalten haben.

Diesem Geschwindigkeitswechsel in der Anlage des Horloffgrabens ist nicht nur die Schichtung der Braunkohlen in Lagen von verschiedener Beschaffenheit und Güte, sondern auch das Vorkommen autochthoner und allochthoner Kohlen zuzuschreiben.

1. ANDRAE und OSANN, Erläuterungen zu Blatt Heidelberg. III. Auflage, bearbeitet von THÜRACH. 1918, S. 67.
2. VAN BEMMELN, Über das Vorkommen, die Zusammensetzung und die Bildung von Eisenanhäufungen in und unter Mooren. Zeitschrift f. anorgan. Chemie. B. 22. 1900.
3. E. BLANCK und A. RIESER, Über die chemische Veränderung des Granits unter Moorbedeckung. Chemie der Erde. 1926.
4. O. DIEHL, Die geologisch-bodenkundlichen Verhältnisse des hessischen Riedes. — Denkschrift über den Generalkulturplan für die Verbesserung der Wasser- und Bodenverhältnisse im gesamten hessischen Ried. Darmstadt 1929. Nicht im Buchhandel.
- 4a. O. DIEHL, Erläuterungen zu Blatt Alsfeld. Darmstadt 1926.
5. K. ENDELL, Über die chemische und mineralogische Veränderung basischer Eruptivgesteine bei der Zersetzung unter Mooren. N. Jahrb. f. Min. B. Bd. XXXI. 1911. S. 1—54.

<sup>1)</sup> Wie ich nach Abschluß dieser Arbeit beobachten konnte, sind die Braunkohlen im neuen Tagebau „Wölfersheim Süd“ recht erheblich gefaltet.

6. F. FIRBAS, Einige Bemerkungen zur heutigen Anwendung der Pollenanalyse. Centralblatt f. Min. 1929. B. S. 392—403.
- 6a. W. GOTHAN, Studien über die Bildung der Schwelkohle und des Pyropissits. „Braunkohle“ 1924/25. XXIII.
7. H. HARRASSOWITZ, Die Klimate und ihre geologische Bedeutung. Ber. d. oberh. Ges. f. Natur- und Heilkunde zu Gießen. Neue Folge, naturw. Abteilung. Band 7. 1916—19.
8. H. HARRASSOWITZ, Die Entstehung der oberh. Bauxite und ihre geologische Bedeutung. Zeitschrift d. d. geol. Gesellschaft. Band 73. 1921. Monatsbericht Nr. 8—10.
9. H. HARRASSOWITZ, Laterit, Material und Versuch erdgeschichtlicher Auswertung. Fortschritte der Geol. und Palaeontologie. Band IV. Heft 14. 1926.
10. HEINHOLD, Über die Entstehung des Pyropissits. Jahrb. kgl. pr. Geol. Landesanstalt. 27. 1906.
11. K. HUMMEL, Die tektonische Entwicklung eines Schollengebirgslandes. (Vogelsberg und Rhön.) Fortschritte der Geol. u. Palaeontologie. Band VIII. Heft 24. 1929.
12. C. HINTZE, Handbuch der Mineralogie. II. 1897. S. 20.
13. C. KÖBRICH, Magnetische Erscheinungen an Gesteinen des Vogelsbergs, insbesondere an Bauxiten. Zeitschrift für prakt. Geologie. 1905. XIII. S. 24.
14. C. KÖBRICH, Der Bergbau des Großherzogtums Hessen. Darmstadt 1914.
15. A. LIEBRICH, Bauxit. Ber. d. oberh. Ges. f. Natur- und Heilkunde. Gießen. 28. 1892.
- 15a. H. POTONÉ, Die Entstehung der Steinkohle. Berlin 1920. S. 154.
16. W. SCHOTTLER, Erläuterungen zu Blatt Seligenstadt. Darmstadt 1922.
17. W. SCHOTTLER, Erläuterungen zu Blatt Laubach. Darmstadt 1918.
18. W. SCHOTTLER, Erläuterungen zu Blatt Hungen. Darmstadt 1921.
19. W. SCHOTTLER und O. HAUPT, Der Untergrund der Mainebene zwischen Aschaffenburg und Offenbach. Notizblatt d. V. f. Erdkunde und der Geol. Landesanstalt zu Darmstadt. V. Folge, Heft 5.
20. W. SCHOTTLER, Über einige in zersetzten Basalten des Vogelsberges auftretende Neubildungen. Notizblatt d. Vereins f. Erdkunde und der Hess. Geol. Landesanstalt f. d. Jahr 1928. V. Folge, Heft 11.
21. A. STEUER, Die Braunkohlenbildung im Großh. Hessen und benachbarten Gebieten. Kleins Handbuch für den deutschen Braunkohlenbergbau. Halle 1915. S. 113—122.
22. A. STEUER, Die Nauheimer Quellen und die Geologie der Wetterau. Verh. d. Gesellschaft d. Naturfreunde. 1920.
23. H. STREMME, Überreste tertiärer Verwitterungsrinden in Deutschland. Geol. Rundschau, 1910. 6. Heft, S. 337.
- 23a. H. STREMME, Über Kaolinbildung. Zeitschrift für prakt. Geologie. XVI. 1908.
24. W. SCHUCKMANN, Beiträge zur Kenntnis der Braunkohle des Westerwaldes. „Braunkohle“, Zeitschrift für Gewinnung und Verwertung der Braunkohle. XXIII. 14. 1924.
25. W. WENZ, Das Mainzer Becken. Heidelberg 1921.
26. W. WENZ, Tertiäre Verwitterungsrinden im Mainzer Becken. Zeitschrift d. d. geol. Gesellschaft. Band 76. 1924. S. 215—222.
27. W. WENZ, Grundzüge einer Tektonik des östlichen Teiles des Mainzer Beckens. Abh. d. Senckenb. Naturf. Ges. 36. S. 71.

# Beiträge zur Geologie und Petrographie des Buntsandsteins im Odenwald.<sup>1)</sup>

## III.

### Schichtung und Bankung.

Von W. HOPPE, Jena.

Mit Tafel 9 und 10.

#### Inhaltsübersicht.

I. Einführung. Definitionen: Schicht, Schichtung, Bank, Bankung . . . . .	150
II. Arten der Schichtung im Buntsandstein des Odenwaldes . . . . .	151
1. Gleichsinnig-horizontale Schichtung . . . . .	152
2. Gleichsinnig-geneigte Schichtung . . . . .	154
3. Diagonalschichtung . . . . .	154
4. Wirre Kreuzschichtung . . . . .	156
5. Synklinale Kreuzschichtung . . . . .	158
6. Wellenförmige Schichtung . . . . .	160
7. Unregelmäßige, grobwulstige Schichtung . . . . .	161
Beispiele des Schichtungswechsels innerhalb einer Bank . . . . .	161
III. Schichtungs- und Erosionsdiskordanzen . . . . .	162
IV. Ursachen der Schichtung . . . . .	163
V. Bankung. Ausbildung der Bankflächen . . . . .	156
VI. Ursachen der Bankung . . . . .	167
VII. Zusammenfassung . . . . .	167
VIII. Hinweis auf die paläogeographische Bedeutung von Schichtung und Bankung . . . . .	169
Erklärung der Tafeln . . . . .	170

<sup>1)</sup> W. HOPPE, Beiträge zur Geologie und Petrographie des Buntsandsteins im Odenwald. I. Stratigraphie und Fossilführung. Diese Zeitschrift, 5. Folge, 8. Heft, 1925, erschienen 1926, S. 7—114, Tafel 1—5. — II. Petrographie. 1. Die Struktur des Buntsandsteins und ihre Beziehungen zur Einkieselung und Bleichung. Diese Zeitschrift, 5. Folge, 9. Heft, 1926, erschienen 1927, S. 79—103, Tafel 6. 2. Die Gemengteile des Buntsandsteins und die Gesteine der einzelnen Buntsandsteinstufen. Diese Zeitschrift, 5. Folge, 10. Heft, 1927, erschienen 1928, S. 54—105, Tafel 4, 5, 6.

### I. Einführung. Definitionen: Schicht, Schichtung, Bank, Bankung.

Mit der Schichtung und Bankung haben sich in speziellen Arbeiten darüber oder bei der Untersuchung von Sedimenten und Sedimentgesteinen verschiedene Forscher beschäftigt. Die gegebenen Definitionen über Schichtung und Bankung, die Ergebnisse über ihr Wesen, ihre Arten und ihre Ursachen sind z. T. verschieden. Im Zusammenhang dieser Studie über diese Erscheinungen im Buntsandstein des Odenwaldes sei verwiesen auf die Arbeiten von: ANDRÉE<sup>2)</sup>, BORNEMANN, CLOOS, DEECKE, DIENEMANN, DORN, EWALD, FRANTZEN, GRUPE, HAACK, HEZNER, HILDEBRAND, KOLESCH, KUMM, NAUMANN, SEMPER, WALTHER, WEIDMANN, WEISS, WETZEL, WINKLER. Es ist hier nicht die Absicht, auf die vorliegenden Ergebnisse einzugehen. Schichtung und Bankung finden in den Arbeiten über Sedimentgesteine oft nicht die Beachtung, die sie wegen ihrer paläogeographischen Bedeutung verdienen. Wie die Überschrift sagt, stellt diese Studie einen Teil meiner Untersuchungen über den Odenwald-Buntsandstein dar. Es ist das Ziel dieser Einzeluntersuchungen, die Grundlagen zu einer Paläogeographie des Buntsandsteins zu gewinnen.

Das vorliegende Material über die Schichtung hat ANDRÉE vor einigen Jahren zusammengefaßt und bearbeitet. In dieser bereits zitierten Untersuchung definiert ANDRÉE die Schichtung als die Eigenschaft „der Sedimente oder Sedimentgesteine, aus einzelnen mehr oder weniger dicken, sowie seitlich mehr oder minder weit sich erstreckenden Lagen zu bestehen, welche, falls sie nicht auch stoffliche Verschiedenheiten zeigen, so doch wenigstens eine leichte Trennbarkeit nach den Schichtflächen erkennen lassen“ (S. 355). „Die einzelnen, durch Schichtflächen voneinander getrennten Teile einer geschichteten Gesteinsfolge nennt man Schichten“ (S. 356).

Erfolgt eine Trennbarkeit der Schichten nach den Schichtflächen, dann entstehen Schichtfugen. Das Kennzeichnende einer Bank ist im Buntsandstein eine Folge von Schichten gleicher oder wechselnder Zusammensetzung und Entstehung und die Trennung im Liegenden und Hangenden durch Schichtfugen. Nach der Entwicklung im Odenwaldbuntsandstein sind die Schichtfugen nicht das entscheidende Merkmal der Schichtung, sondern der Bankung.

Unter Bezugnahme auf die oben erwähnten Untersuchungen, besonders in Anlehnung an ANDRÉE, gebrauche ich in dieser Arbeit über den Buntsandstein des Odenwaldes die Ausdrücke Schicht, Schichtung, Bank, Bankung nach folgender Umschreibung:

Die Schicht ist eine  $\pm$  dicke Lage aus gleichen oder verschiedenen Teilen (Mineralkörnern, Gesteinsfragmenten, tonigen Substanzen, Eisenverbindungen), die unter gleichen Sedimentationsumständen abgesetzt wurden. Gleichzeitigkeit des Absatzes der Teile einer Schicht braucht nicht zu bestehen. Die Schicht wird im Hangenden oder Liegenden durch Schichtflächen begrenzt. Besteht ein Sediment aus Schichten, die durch Schichtflächen voneinander getrennt sind, dann besitzt es Schichtung.

Die Merkmale der Bank und der Bankung sind Schichtfugen, die meist, aber nicht immer in den Schichtflächen liegen. Eine Bank besteht aus

<sup>2)</sup> K. ANDRÉE, Wesen, Ursachen und Arten der Schichtung. Geologische Rundschau, 1915, S. 351—397. Die Arbeit bringt zahlreiche Literaturhinweise. Die bei ANDRÉE noch nicht genannten, später erschienenen Buntsandsteinarbeiten sind im Teil I dieser Beiträge, „Stratigraphie“, angeführt.

einer oder mehreren Schichten, oder auch, falls Schichtung fehlt, aus ungeschichteten Sedimenten. Die Absonderung im Hangenden und Liegenden erfolgt durch Schicht- oder Bankungsfugen. Wie die Schichten werden auch die Bänke durch Sohl- und Dachflächen begrenzt.

## II. Arten der Schichtung im Buntsandstein des Odenwaldes.

ANDRÉE unterscheidet 2 Gruppen von Schichtungen:

1. „Normale“ (konkordante) Parallelschichtungen. Der Absatz erfolgt auf ursprünglich horizontalen Schichten.

2. (Diskordante) Schrägschichtungen. Schichtungen mit primären Schichtenneigungen. Innerhalb dieser Schichtungen entstehen Schichtungsdiskordanzen (primäre Diskordanzen). Auch der Wechsel von ursprünglich horizontal abgelagerten Schichten mit ursprünglich schrägen Schichten führt zu Diskordanzen.

Es ist auch auf die Ausbildungen zu verweisen, in denen die Schichtung fehlt. Gleichmäßigkeit des Absatzes, ohne Wirksamkeit der Ursachen, die die Schichtung veranlassen, führt zu ungeschichteten Sandsteinen. ANDRÉE gibt bereits an, daß hier nachträglich durch Diagenese oder Verwitterung sich Schichtung zeigen kann. Ebenso finden sich auch undeutlich geschichtete Sandsteine.

Im Buntsandstein des Odenwaldes finden sich folgende Arten der Schichtung:

1. Gleichsinnig-horizontale Schichtung. „Normale“ (konkordante) Parallelschichtung nach ANDRÉE.
2. Gleichsinnig-geneigte Schichtung. Einfache Schrägschichtung nach ANDRÉE.
3. Diagonalschichtung.<sup>3)</sup>
4. Wirre Kreuzschichtung.
5. Synklinale Kreuzschichtung.
6. Wellenförmige Schichtung.
7. Unregelmäßige, grobwulstige Schichtung.

Die Schichtungsart 1 gehört zur normalen Parallelschichtung, die Arten 2—5 rechnen zu den Schrägschichtungen von ANDRÉE. Nr. 6 und 7 stellen eine 3. Gruppe dar. Die wellenförmige Schichtung kommt nur in horizontaler Lage vor, während die unregelmäßige, grobwulstige Ausbildung sich auf ursprünglich horizontaler oder geneigter Unterlage findet.

BRINKMANN<sup>4)</sup> hat im Anschluß an Untersuchungen der Sedimente im Callovien von England und des Südbaltikums zu der vorwiegend morphologischen, aber auch genetischen Klassifikation der Schichtungsarten von ANDRÉE

<sup>3)</sup> In meinem Aufsatz „Die Untersuchung des Buntsandsteins“, — Die Stein-Industrie, 1925, Heft 9 und 10 — habe ich für diese Entwicklung den Ausdruck „widersinnige Schichtung“ gebraucht. Nach der von ANDRÉE gegebenen Umschreibung, die Verwechslungen ausschließt, gebrauche ich hier die geläufigere Bezeichnung.

<sup>4)</sup> R. BRINKMANN, Über die sedimentäre Abbildung epirogener Bewegungen sowie über das Schichtungswesen. Nachr. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen. Math.-Phys. Kl., 1925, S. 221—228.

ein rein genetisches System aufgestellt. Die gleichsinnig-geschichteten Glimmersandsteine oder Sandsteine mit länglichen Feldspatbruchstücken stellen nach diesem System Beispiele der „Primärschieferung“ dar. Die meisten Ausbildungen im Odenwald sind der „Stromwechselschichtung“ einzugliedern und zwar mit oder ohne Verbindung klimatischer Einflüsse. („Klimatische Schichtung“.) „Saigerungsschichtung“ und ebenso „Klimatische Schichtung“ liegen jedenfalls allein oder gemeinsam in der Entwicklung der Lagerpaare vor. Bei den klastischen Sedimenten sind für die aufgestellten Schichtungsarten z. T. mehrere der genetischen Gruppen zur Darstellung ihrer Ursachen heranzuziehen. Nach der Art und durch die Ziele der vorliegenden Studie ist der morphologisch-genetischen Betrachtungsweise, die natürlich auch letzten Endes zur Kenntnis der Genese der Ablagerungen mit führen helfen soll, der Vorzug zu geben.

### 1. Gleichsinnig-horizontale Schichtung.

„Normale“ (konkordante) Parallelschichtung nach ANDRÉE. Die abgesetzten Gemengteile legen sich hier, auf ursprünglich horizontaler Unterlage, in gleich bleibender horizontaler Entwicklung übereinander, „wie die Blätter eines Buches“. Diese Ausbildung ist die häufigste im Buntsandstein des Odenwaldes. Ihre Längserstreckung kann dm oder auch mehrere m betragen, ebenso kann die senkrechte Erstreckung cm, dm oder m erreichen. Die gleichsinnig-horizontale Schichtung ist die herrschende, aber noch nicht ausschließliche Entwicklung der Schieferletten und sie stellt sich vorwiegend in den feinkörnigen, auch tonigen, weniger in den gröberkörnigen Sandsteinen ein. Am Zusammentreffen gleichsinnig-horizontaler Schichtung mit irgendeiner Schrägschichtung kommt es zur Bildung von Schichtungsdiskordanzen.

Die Voraussetzungen zur Entstehung dieser Schichtung sind: Die gleichmäßige, lagenweise Folge grober und feiner Gemengteile, die Folge verschieden geformter, z. B. länglicher, rundlicher, eckiger Komponenten, die Einschaltung lamellenartiger Mineralien, z. B. Glimmer und von ferritischer Substanz, die Folge von sandigem und tonigem Material, Unterbrechung des Absatzes.

In dem Kapitel über Wüstensand und die Strukturen bei seiner Ablagerung führt WALTHER <sup>5)</sup> an, daß den Wüstensanden in der Regel eine feinere Horizontalschichtung fehle, sofern sie nicht durch Tonschichten bedingt sei. Ferner hebt er die gleichmäßige Größe der Sandkörner der Dünen hervor.

Ein deutliches Beispiel dieser Schichtung im Buntsandstein des Odenwaldes stellen die Lager der gleichsinnig-geschichteten Sandsteine dar. — In der Entwicklung der Lagerpaare kommt ein Rhythmus zum Ausdruck, der aber nicht tektonisch begründet ist. Die Lager entstehen durch den Wechsel der Sedimentationsumstände oder des Sedimentmaterials. Die oft sich wiederholenden Folgen grobes Lager — feines Lager sind nicht mit den Rhythmen zu vergleichen, wie sie z. B. WINKLER <sup>6)</sup> aus den Südalpen in den Folgen Sandsteinlagen — Mergellagen beschreibt. Es fehlt die Gleichmäßigkeit der Lagerpaare auf größere vertikale Erstreckung. Die Lagerpaare stellen Rhythmen a b a b dar. Zwar liegt ein Rhythmus durch grobes und feines Korn und durch wechselnde Beteiligung der tonig-ferritischen Masse vor, aber es ist zu beachten,

<sup>5)</sup> J. WALTHER, Das Gesetz der Wüstenbildung, 4. Aufl. S. 284, S. 285.

<sup>6)</sup> A. WINKLER, Zum Schichtungsproblem. Ein Beitrag aus den Südalpen. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1926, LIII. BB, Abt. B, H. 2, S. 271—314.

daß sich das grobe bezw. das feine Lager des folgenden Lagerpaares in seiner Zusammensetzung geändert haben kann. Eine weitergehende Behandlung der Perioden erscheint daher nicht möglich. Es kommt noch hinzu, daß die gleichsinnig-horizontale Schichtung nicht nur auf Sandsteine mit Lagern beschränkt ist.

#### Auftreten der gleichsinnig-horizontalen Schichtung in den einzelnen Buntsandsteinstufen.<sup>7)</sup>

Die den Schieferletten  $su_1$  eingeschalteten tonigen Sandsteine besitzen, soweit überhaupt Schichtung erkennbar ist, hauptsächlich gleichsinnig-horizontale Ausbildung. Auch in den Tigersandsteinen  $su_2$  ist diese Art die vorherrschende Entwicklung. In der unteren Geröllstufe  $sm_1$  finden sich 2 Hauptausbildungen der Sandsteine, der braunroten, mittelkörnige oder der fleischrote, kleinerkörnige Sandstein. Bei der braunroten, mittelkörnigen Ausbildung ist die Kreuzschichtung, nicht die gleichsinnig-horizontale Schichtung, die häufigste Art; die letztere kennzeichnet aber die wohlgeschichteten fleischroten, kleinerkörnigen Sandsteine. Die braunroten Sandsteine sind oft ungeschichtet, auch hierdurch heben sie sich von den fleischroten, kleinerkörnigen Sedimenten ab. Die beiden Gruppen der Stufe  $sm_1$  setzen sich in die Stufe der Pseudomorphosensandsteine  $sm_2$  fort. Bei der 1. Gruppe der  $sm_2$ -Sandsteine, die sich an die der braunroten Ausbildung von  $sm_1$  anschließt, fällt eine oft vorhandene Änderung der Schichtungsart innerhalb einer Bank auf. Die Stufe der feinkörnigen Sandsteine mit den Lettenschichten  $sm_3$  setzt sich aus den bezeichnenden feinkörnigen Sandsteinen und solchen der Ausbildung  $sm_1$ — $sm_2$  zusammen. Die feinkörnigen Sandsteine heben sich im Gegensatz zu  $sm_1$ — $sm_2$ -Material durch Gleichförmigkeit hervor. Der öftere Schichtungswechsel wie in  $sm_1$  und  $sm_2$ , fehlt. Die gleichsinnig-horizontale Schichtung findet sich ebenso oft wie die Kreuzschichtung. In den grobkörnigen Sandsteinen der Stufe  $sm_4$  tritt die Schichtung zurück oder ist sehr schwer erkennbar. Die gleichsinnig-horizontale Entwicklung läßt sich aber auch hier, trotz des groben Kornes, oft beobachten. In den groben Sandsteinen des Oberen oder Hauptgeröllhorizontes  $sm_5$  war nirgends deutliche Schichtung aufzufinden. In den Zwischenschichten  $so_1$  zeigen die Plattensandsteine hervorragende Schichtung. Unter ihnen sind es beson-

<sup>7)</sup> Überblick über die Einteilung des Odenwald-Buntsandsteins:

##### Unterer Buntsandstein.

1. Die Schieferletten,  $su_1$ .
2. Der Tigersandstein,  $su_2$ .

##### Mittlerer Buntsandstein.

1. Untere Geröllstufe (ECK'sches Konglomerat),  $sm_1$ .
2. Der Pseudomorphosensandstein,  $sm_2$ .
3. Feinkörniger Sandstein mit Lettenschichten,  $sm_3$ .
4. Grobkörnige Sandsteine mit dem Kugelhorizont,  $sm_4$ .
5. Obere oder Hauptgeröllstufe,  $sm_5$ .

##### Oberer Buntsandstein.

1. Die Zwischenschichten,  $so_1$ :  
Basisschichten mit Karneolbank,  
Plattensandsteine,  
Oberer Dolomithorizont,  
Chirotheriensandsteine.
2. Das Röt,  $so_2$ .

ders die glimmerreichen Plattensandsteine, die durch ausgeprägte Schichtung, hauptsächlich auf der Einschaltung der Glimmerminerale beruhend, auffallen. (Beispiel der „Primärschieferung“ nach SALOMON.) Vorherrschend erscheint die gleichsinnig-horizontale Ausbildung, die anderen Arten treten ganz zurück. In den weiteren Sandsteinen der Stufe  $so_1$ , darunter auch denen des Oberen Dolomithorizontes und des Chirotherienhorizontes, ist es selten zur Schichtung gekommen. Aber auch hier nimmt die gleichsinnig-horizontale Art den ersten Platz ein.

Bei der Ausarbeitung versuchte ich, außer der Angabe der Größe der Gemengteile der verschiedenen Schichtungsarten nach der makroskopischen Untersuchung, dazu die gemessenen Werte der mikroskopischen Untersuchung zu stellen. Leider ließ sich diese wichtige Ergänzung nicht durchführen, da ich bei der mikroskopischen Betrachtung die Schichtungsart des betreffenden Materials nicht genügend beachtete. Das Gleiche gilt für die Form der Gemengteile. Auf die genaue Beachtung der Größe und Form der Komponenten der Schichtungsarten weist auch ANDRÉE hin.

Eine Untergliederung der gleichsinnig-horizontalen Schichtung, wie sie ANDRÉE bei der Behandlung aller Sedimente vornimmt, erscheint hier bei dem außerordentlichen und regellosen Wechsel der Buntsandsteinablagerungen nicht möglich.

### 2. Gleichsinnig-geneigte Schichtung.

Einfache Schrägschichtung nach ANDRÉE. Die Schichtenneigung ist primär, die Schichten folgen gleichsinnig aufeinander. Die Ausbildung rechnet zu den „Schrägschichtungen“ des Systems von ANDRÉE. Sie ist meist mit anderen Schichtungen, sowohl Parallelschichtungen, als auch besonders Schrägschichtungen kombiniert. Hier wird nur der Fall behandelt, wo diese einfachste Form der schrägen Ausbildung allein aufzutreten scheint und durch deutliche Schichtflächen oder Schichtfugen von anderen Arten getrennt ist. Einfache Schrägschichtungen stellen nach ANDRÉE die Schichtung einer Wanderdüne parallel zur steileren Leeseite oder die Schichtung eines Schuttkegels dar.

Zur gleichsinnig-geneigten Schichtung führt Materialwechsel; über Unterbrechungen des Absatzes liegen keine Beobachtungen vor.

Diese Art wurde ganz vereinzelt in den Tigersandsteinen von  $su_2$ , im Sandstein der Stufe  $sm_1$  und in den Plattensandsteinen von  $so_1$  beobachtet. In der Stufe  $su_2$  ließ bei Ober-Naues ein feinkörniger Sandstein mit reichlichem, tonig-ferritischem Bindemittel und mit Pseudomorphosen eine Neigung der schrägeschichteten Lagen von 2—3° feststellen.

### 3. Diagonalschichtung.

Die Diagonalschichtung entsteht nach ANDRÉE durch die Einschaltung von Parallelschichtungen in Schrägschichtungen. Die Richtung der Neigung der beteiligten Schrägschichtung muß sich aber gleich bleiben; die Winkelneigung kann sich allerdings innerhalb eines Körpers ändern. Entsteht Schichtenneigung nach verschiedenen Seiten, dann geht die Diagonalschichtung in Kreuzschichtung über. Diese Art kommt durch Materialwechsel oder Sedimentationsunterbrechung oder beides zustande. Nach ANDRÉE findet sie sich in Dünen und Flußsedimenten.

Im Buntsandstein des Odenwaldes tritt die Diagonalschichtung durch Verbindung (Einschaltung) der gleichsinnig-horizontalen und geneigten Ausbildung auf. An der Grenze der horizontalen zur schrägen Schichtung können Schichtungsdiskordanzen entwickelt sein. Ein Beispiel dieser Ausbildung im Buntsandstein des Odenwaldes ist folgendes:

Haingrund, Stufe  $sm_3$ , (von oben nach unten):

1. Gleichsinnig-horizontale Schichtung, Letten, 2 cm mächtig, wechselnd mit ebenso geschichteten glimmerreichen, tonigen Sandsteinen.
2. Gleichsinnig-geneigte Schichtung, 5—7 cm, feinkörniger, toniger Sandstein mit Pseudomorphosen und deutlichen Lagern.
3. Gleichsinnig-horizontale Schichtung, 1 cm., sehr toniger, mürber Sandstein.
4. Sandstein mit Pseudomorphosen in wirrer Kreuzschichtung.

Hierher zu stellen dürfte auch der Schichtungswechsel aus  $sm_1$  südlich Gammelsbach sein. Einem Sandstein in wirrer bis synklinaler Kreuzschichtung ist einige cm mächtig ein mittelkörniger Sandstein in gleichsinnig-geneigter Schichtung und mit deutlichen Lagern und Pseudomorphosen eingeschaltet. Die Schichtungsdiskordanzen sind sehr deutlich. Der Schichtungswechsel ist mit Materialwechsel verbunden.

Aus dem Steinbruch bei Kleingemünd am Neckar gibt EWALD<sup>8)</sup> das gleiche Bild. Dem kreuzgeschichteten Sandstein legt sich auf 40 cm Mächtigkeit ein Sandstein in Schrägschichtung mit einer Neigung der schräggeschichteten Lagen von 28—30° ein.

#### Auftreten der Diagonalschichtung im Buntsandstein des Odenwaldes.

Diese Art ist recht selten und wurde mit je einem Beispiel nur in den Stufen  $sm_1$  und  $sm_3$  beobachtet. Dabei bleibt die Stellung des soeben mitgeteilten Beispiels südlich Gammelsbach noch unklar.

KOLESCH<sup>9)</sup> erwähnt aus dem Bausandstein des Blattes Kahla südlich Jena Diagonalschichtung. Die Bank zeigte oben und unten Parallelschichtung, im mittleren Teil Schrägschichtung mit einer Neigung der Lagen von 20°.

DIENEMANN<sup>10)</sup> führt die Diagonalschichtung (diskordante Parallelstruktur) aus dem mittleren Buntsandstein des oberhessischen Buntsandsteingebietes an. Sie ist dort häufiger als die selten zu beobachtende wirre Kreuzschichtung. DIENEMANN gibt 10 Winkelmessungen der Böschungen an; der höchste Wert ist 30°, der niedrigste 5°, der Durchschnitt liegt bei etwa 20°. „Überall zeigt sich, daß die Neigung oben stärker als unten ist; die obigen Werte beziehen sich alle auf den oberen Böschungswinkel“ (S. 347). Die gemessenen, maximalen Neigungswinkel bleiben sich in der schräggeschichteten Mittellage nicht überall gleich, sondern wechseln, ohne daß damit eine Änderung des Sinnes der Neigung verbunden zu sein braucht. Der Wechsel des Winkels bei gleichbleibender Richtung wurde auch im Odenwald beobachtet.

<sup>8)</sup> R. EWALD, Schichtung und Bankung des Buntsandsteins in ihrer Bedeutung für seine Stratigraphie und Paläogeographie. „Der Steinbruch“, 1920, S. 78—81, S. 100—102, S. 114—116, dieser Hinweis S. 80.

<sup>9)</sup> K. KOLESCH, Beitrag zur Stratigraphie des Mittleren Buntsandsteins im Gebiet des Blattes Kahla (S.-A.). Jahrb. Preuß. Geol. L.-A., XL, 2, 1919, S. 340.

<sup>10)</sup> W. DIENEMANN, Das oberhessische Buntsandsteingebiet. Jahrb. K. Preuß. Geol. L.-A., XXXIV., 2, 1913, S. 344.

BORNEMANN<sup>11)</sup> behandelt auch die Diagonalschichtung und bildet mittleren Buntsandstein von Schwarzhausen und Sondra (Bl. Wutha, Thür.) ab. Soweit das kleine Handstück erkennen läßt, dürfte das Beispiel Nr. 4 bereits der wirren Kreuzschichtung zuzurechnen sein. Als Neigungswinkel nennt BORNEMANN im Maximum und als seltenen Wert 30°.

FRANTZEN<sup>12)</sup> hat im Werradiluvium bei Meiningen den Neigungswinkel der diagonalgeschichteten Sandsteine im Durchschnitt mit 23° gemessen, er steigt bis auf etwas über 30° und geht an einigen Stellen noch ansehnlich unter den Durchschnittswert herunter. FRANTZEN führt auch an, daß sich die Schrägschichtung unten verflacht und mit der unteren Schichtfläche allmählich verfließt.

Als weitere Vergleichswerte seien noch die Angaben von WALTHER<sup>13)</sup> angeführt: „Die seeseitige Böschung der Düne an der frischen Nehrung war durchschnittlich 5,5°, die landseitige aber 31,5°. Die größte Neigung wurde mit 41° beobachtet. — Am Golf von Gascogne, zwischen den Mündungen der Gironde und des Adour, ist eine bis 8 km breite Zone, bedeckt mit 50—100 m hohen Dünenketten. Die Sandberge haben auf der Luvseite (dem See zugewandt) eine Neigung von 8—20°, auf der gegenüberliegenden Lee-seite (vom Winde abgewandt) eine solche von 32—40°. — Die Dünen der algerischen Sahara haben einen gegen den Wind gerichteten sanften Abhang und auf der anderen Seite eine Neigung von 32—33°. — Das normale Querprofil einer Sanddüne in der Libyschen Wüste zeigt auf der dem herrschenden Winde zugekehrten, etwas konvexen Seite einen Neigungswinkel von 10—20°, auf der entgegengesetzten Seite dagegen einen Böschungswinkel von 30°.“

#### *Kreuzschichtung.*

„Öftere Sedimentationsunterbrechung ist charakteristisch für diese unregelmäßigste Art der Schichtung, bei der ein häufiger Wechsel in der Richtung der Neigung der Schrägschichtung Regel ist“ (ANDRÉE S. 390). Von den 3 Arten der Kreuzschichtung, die ANDRÉE behandelt, fanden sich im Odenwald die wirre und die synklinale Entwicklung. Die 3. Art, die anti-klinale, wurde nicht beobachtet.

#### *4. Wirre Kreuzschichtung.*

Ein derartig geschichteter Sandstein besteht aus schräggeschichteten Paketen, die in Schichtungsdiskordanzen aneinanderstoßen. Der Einfallswinkel innerhalb der einzelnen, schräge geschichteten Körper bleibt sich gleich oder wechselt. Oft ändert sich die Neigung der Schichtung. Die Bewegungsrichtung des absetzenden Mediums muß oft gewechselt haben. Die verschiedenen Winkel innerhalb eines Schichtpaketes sprechen auch dafür, daß sowohl die Transportkraft, als auch die Menge des sedimentierten Materials raschen Änderungen

<sup>11)</sup> J. G. BORNEMANN, Über den Buntsandstein in Deutschland und seine Bedeutung für die Trias usw., Jena 1889, Über Diagonalschichtung S. 10.

<sup>12)</sup> W. FRANTZEN, Untersuchungen über die Diagonalstruktur verschiedener Schichten mit Rücksicht auf die Entstehung derselben im Buntsandstein. Jahrb. Kgl. Preuß. Geol. L.-A., 1892, S. 145.

<sup>13)</sup> J. WALTHER, Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Jena 1893/94, S. 635.

unterlagen. Die Schichtung kommt oft durch den Wechsel in der Korngröße des Sandes, aber auch durch Materialwechsel (Sand, tonige Substanzen) zustande.

Die einzelnen, gleichgeschichteten Pakete können dm- oder m-vertikale Erstreckung erreichen. Die Länge der Schichtungskörper hängt von dem raschen oder seltenen Wechsel der Richtung des sedimentierenden Mediums ab. Es gibt Fälle, in denen sich die Schichtpakete nur dm weit erstrecken, in anderen erreichen sie 1—5 m. Der Maximalwinkel an dem Zusammentreffen verschiedener schräggeschichteter Pakete beträgt meist 10—12°, weniger 10—15°, nicht häufig sind Werte von 5—10° und darunter. Es gibt auch Beispiele und zwar anscheinend regellos für alle Buntsandsteinstufen, in denen die einzelnen Schichtpakete klein sind, rasch folgen, oft Richtungsänderung des absetzenden Mediums eintritt, und solche mit entgegengesetztem Verhalten und zwar innerhalb eines Aufschlusses. Kommt es oft zur Richtungsänderung und ist der Winkel der Schrägschichtung groß, d. h. bei 15°, dann nehmen die Schichtpakete Keilform an. Sind dagegen lange, flache Körper mit geringerem Winkel der Schrägschichtung entwickelt, so besitzen sie  $\pm$  die Neigung, parallelseitigen Umriss anzunehmen.

#### Auftreten der wirren Kreuzschichtung in den einzelnen Stufen.

In den Sandsteinen der Stufe  $su_1$  wurde die wirre Kreuzschichtung nicht beobachtet, dagegen erscheint sie oft in den Tigersandsteinen  $su_2$ . An dem beobachteten Material wechselt die Absatzrichtung oft, die einzelnen Schichtpakete sind aber breit. Innerhalb der Stufe  $sm_1$  findet sich diese Art häufiger in den braunroten, mittelkörnigen, an tonig-ferritischem Material relativ armen Sandsteinen, als in dem fleischroten, kleinerkörnigen Material mit reichlicher tonig-ferritischer Bindemasse und vorherrschender gleichsinnig-horizontaler Ausbildung. Die braunroten Sandsteine zeigen ebenso oft Gleichbleiben als auch Änderung der Absatzrichtung, oft finden sich flache, lange Schichtpakete. Der Maximalwinkel der Schrägschichtung liegt in solchen Fällen meist bei 10°. Die langen, flachen Pakete können sich auf 5 m weit erstrecken. Es kommt auch vor, daß die breitbettige, wirre Kreuzschichtung mit längerem Gleichbleiben der Absatzrichtung durch die synklinale Kreuzschichtung mit kleinen, linsenförmigen Schichtpaketen unterbrochen wird. Bei den fleischroten, kleinerkörnigen Sandsteinen handelt es sich i. a. um die Ausbildung in breiten Betten mit flachen Schichtpaketen bei seltenem Richtungswechsel. Damit klingt auch die Kreuzschichtung an die hier herrschende gleichsinnig-horizontale Ausbildung an. Die Stufe  $sm_2$  setzt die Art der Schichtung von  $sm_1$  fort. Ein Pseudomorphosensandstein von Pleutersbach am Neckar mit Schichtungs- und Materialwechsel wurde bereits in Teil „Stratigraphie“, Tafel IV, Fig. 3 abgebildet. Die Folge ist kurz:

1. Feinkörniger Sandstein, Schichtung nicht erkennbar,
2. 1—1,5 cm, feinkörniger Sandstein, undeutliche gleichsinnige horizontale Schichtung,
3. 1,5—3 cm, feinkörniger Sandstein mit deutlichen Lagern in wirrer Kreuzschichtung,
4. klein-mittelkörniger Sandstein in breitbettiger wirrer Kreuzschichtung.

In den Sandsteinen der Stufe  $sm_3$  findet sich die wirre Kreuzschichtung ebenso oft wie die gleichsinnig-horizontale Entwicklung. Die Schichtpakete

sind breit, der Einfallswinkel der schräggeschichteten Pakete ist klein (gegen  $10^\circ$ ). Die groben Sandsteine der Stufen  $s_m_4$  und  $s_m_5$  lassen selten Schichtung erkennen. Anscheinend herrscht die gleichsinnig-horizontale Art vor, während die Kreuzschichtung zwar nicht fehlt, aber doch recht zurück tritt. Die Platten-sandsteine der Zwischenschichten  $so_1$  besitzen auch Kreuzschichtung. Die synklinale Ausbildung kommt aber häufiger als die wirre Art vor.

Während im Buntsandstein des Odenwaldes die wirre Kreuzschichtung eine häufige Erscheinung ist, die Diagonalschichtung dagegen selten zu beobachten war, liegen nach den Untersuchungen von DIENEMANN (Anm. 10, S. 344) die Verhältnisse im Buntsandstein Oberhessens entgegengesetzt.

### 5. Synklinale Kreuzschichtung.

(Muldenschichtung nach TOULA.)

Die schräggeschichteten Lagen der einzelnen Schichtpakete besitzen nicht mehr geraden (wirre Kreuzschichtung), sondern bogigen Verlauf. Nach der Kennzeichnung, die ANDRÉE gibt, liegen die Umbiegungen der schräggeschichteten Lagen mit der konvexen Wölbung nach unten. Die einzelnen Schichtpakete besitzen unregelmäßige, ineinandergreifende, linsenartige Formen. Die Entwicklung kann im Odenwald so weit gehen, daß die linsenförmigen Körper großen Umfang annehmen und durch Fugen sich abbankeln. Ein Verflachen oder Verfließen der schräggeschichteten Lagen auf der Unterseite, auf das ANDRÉE hinweist, läßt sich auch hier beobachten. Das Vorhandensein oder Fehlen solcher Verflachungen an der Unterlage soll auch ein Kriterium für die Art des absetzenden Mediums sein (Absatz im Wasser).

Eine Erklärung für das Verfließen der Schichtlagen auf der Unterfläche gibt CLOOS<sup>14</sup>): „Teils dem Zuge des verfrachtenden Mediums, teils der begonnenen Bewegung, teils nur der Schwere folgend, eilt der Sand auf der abgeneigten Böschung einer Sandzunge der gemeinsamen Unterlage zu. Alle drei Kräfte, besonders aber die erste, die Strömung des Mediums, streben dahin, übers Ziel hinauszuschießen und damit zwischen Böschung und Unterlage sanft zu vermitteln; vor allem, wo das Wasser den Transport übernimmt, ist An-schmiegen und Verflachen Gesetz.“

Über die Art der Wölbung der Schichtenlagen führt WALTHER<sup>15</sup>) bei der Schilderung der abflußlosen Tropenwüste aus: „Die Meteorwässer haben ihre Arbeit geleistet und den Sand wohlgeschichtet abgelagert; aber er befindet sich noch immer in einem von heftigen Stürmen durchbrauten Gebiet, und kann keine Ruhe finden. Es ist eine Frage der herrschenden Windrichtung, ob ein von den sandliefernden Gebirgen herabkommender Wind den Weitertransport nach dem fernen Meer übernimmt, oder ob Gegenwinde den Sand immer wieder nach der Wüste zurücktreiben; denn nur unter solchen Umständen kann ein großes Sandmeer entstehen. Dabei aber verwandelt sich auch die Schichtung des angehäuften Sandes. Sahen wir bis dahin die bekannten nach unten konkaven Fugen des Flußsandcs, so begegnen uns jetzt

<sup>14</sup>) H. CLOOS, Kreuzschichtung als Leitmittel in überfalteten Gebirgen. Z. f. prakt. Geol., 1914, S. 342.

<sup>15</sup>) J. WALTHER, Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und Vorzeit. Leipzig 1924, 4. Aufl., S. 352.

die nach oben gewölbten Fugen der Dünenschichtung; und da die sich entgegenarbeitenden Winde die regelmäßige Dünenstruktur immer wieder zerstören, entsteht jene regellose Schichtung die solche Wüstensandsteine beherrscht. Lettenschichten und Tongallen zeigen uns, daß das Wasser immer wieder auftrat...“

Zwischen der Ausbildung der wirren und synklinalen Kreuzschichtung bestehen verschiedene Unterschiede. Während die wirre Kreuzschichtung oft in der kleinerkörnigen Ausbildung vorherrscht, breitbettig ist, lange Schichtungspakete entstehen und die Richtung des Absatzes nicht oft wechselt, zeichnet sich die synklinale Kreuzschichtung u. a. durch kleine, linsenförmige Pakete mit rasch wechselnder Absatzrichtung aus. Es wurde bereits ein Beispiel aus  $sm_1$  angeführt, bei dem den flachen Körpern der wirren Kreuzschichtung sich kleine linsenförmige Körper der synklinalen Art einschließen, in denen oft Richtungswechsel eingetreten ist. Wo die synklinale Kreuzschichtung herrscht, sind die Sedimentationsumstände rascherem Wechsel unterworfen gewesen als bei der wirren Art. Ein weiterer, wichtiger Unterschied besteht in der Größe des Neigungswinkels der schräggeschichteten Lagen. In der wirren Kreuzschichtung geht er über  $15^\circ$  nicht hinaus und erreicht meist nur  $10-12^\circ$ ; in der synklinalen Entwicklung finden sich höhere und auch weiter auseinandergehende Werte, z. B. zwischen  $10-20^\circ$ . Recht oft kommt es auch zu einer Winkeländerung innerhalb eines Linsenkörpers.

In der Art der Kreuzschichtung liegt die Entwicklung von Diskordanzen. Meist handelt es sich um Schichtungsdiskordanzen ohne oder mit Abtragung zur Ausgleichung der ungleichen Unterlagen. Aber hier finden sich, wie die folgenden Beispiele zeigen, zwischen den linsenförmigen Paketen nach Sedimentationsunterbrechung oft deutliche Erosionsdiskordanzen. — Die Ursachen, die hier zur Schichtung führen, sind die gleichen wie bei der wirren Kreuzschichtung.

EWALD (Anm. Nr. 8, S. 80) beschreibt nach seinen Beobachtungen im Buntsandstein des Neckargebietes nur die synklinale Kreuzschichtung. Die von ihm gemessenen Böschungswinkel erreichen meist  $10-12^\circ$ , weniger  $15^\circ$ . Ich nehme daher an, daß sie auch Sandsteinen in wirrer Kreuzschichtung entstammen. Nach den Beobachtungen von EWALD soll die Bettbreite zwischen 3 und  $40-50$  m schwanken. — Es ist zu bemerken, daß die Beobachtungen von EWALD im Buntsandstein des Neckargebietes unvollständig sind und auf Grund der Schichtung und Bankung Schlußfolgerungen zur Entstehung des Buntsandsteines gezogen werden, zu denen nach den mitgeteilten Beobachtungen keine Berechtigung besteht.

#### Auftreten der synklinalen Kreuzschichtung in den einzelnen Buntsandsteinstufen.

Im unteren Buntsandstein wurde sie nicht beobachtet. Aus  $sm_1$  ließen nur die braunroten Sandsteine die synklinale Schichtung erkennen und zwar oft im Wechsel mit der wirren Entwicklung. Die gleichen Verhältnisse bestehen bei  $sm_2$ . In den Stufen  $sm_3-sm_5$  scheint nur die wirre Ausbildung vorzukommen, dagegen war sie wiederum in den Plattensandsteinen von  $so_1$  anzutreffen.

Über das Auftreten der synklinalen Kreuzschichtung im Pseudomorphosensandstein,  $sm_2$ , von Eberbach am Neckar und im Plattensandstein,  $so_1$ , von Steinbach bei Michelstadt habe ich bereits in der „Stratigraphie“ berichtet. (Eberbach, Text S. 51, Tafel IV, Fig. 1; Steinbach, Text S. 78, Tafel IV, Fig. 2.) Wir finden hier die synklinale Ausbildung in deutlicher Entwicklung und zwar in häufiger Verbindung mit Schichtungs- und Erosionsdiskordanzen. Bei Steinbach ist paläogeographisch wichtig, daß die Muldenbildung durch das Vorkommen von Strandkegeln und eingeschwemmten Pflanzen besonders gekennzeichnet ist.

Das morphologische Bild der synklinalen Kreuzschichtung spricht für raschen Wechsel der Absatzverhältnisse, der durch Materialwechsel, Unterbrechung des Absatzes und Diskordanzen deutlich hervortritt. Das Bild der Kreuzschichtung, die damit verbundenen Rinnen (Steinbach), die Einschwemmung von Pflanzen in diese Rinnen, das Vorkommen von Strandkegeln in den Sedimenten, läßt keinen Zweifel, daß die synklinale Kreuzschichtung, wenigstens in ihrer Ausbildung im Buntsandstein des Odenwaldes, das Werk von Flüssen darstellt.

#### *Wellenförmige und unregelmäßige, grobwulstige Schichtung.*

Bei diesen Schichtungsarten ist es nicht so klar, wie in den vorhergehenden Fällen, ob es sich um besondere Schichtausbildungen handelt oder ob nur sekundäre Änderungen das ursprünglich in anderer Weise geschichtete Material betroffen haben. In den besprochenen Fällen glaube ich aber, daß besondere Arten der Schichtung vorliegen. Unklare Erscheinungen wurden ausgeschieden.

#### *6. Wellenförmige Schichtung.*

Meist herrscht hier nicht regelmäßiger welliger Verlauf, sondern Wellentäler und Wellenberge sind verschieden hoch und lang. Die schwach wellenförmige Schichtung ist selten; sie wurde, mit Ausnahme der Stufen  $sm_1$  und  $sm_5$ , in allen anderen Stufen beobachtet. Relativ oft fand sie sich in  $su_1$  und zwar in den Sandsteinen mit Grundgebirgsresten, die den ersten Buntsandsteinablagerungen eingeschaltet sind. Im Profil Malheckenweg erreichen die Wellen bis 10 cm Länge und bis 2,5 cm Höhe. Hier läßt sich auch beobachten, daß die Gerölle führenden Sandsteine in sich kurzweilig geschichtet sind und sich den Gerölle freien Sandsteinen mit flachen und langen Wellen einschalten.

Die wellige Ausbildung geht oft in andere Arten über, z. B. in die gleichsinnig-horizontale und noch mehr in die unregelmäßige, grobwulstige Schichtung.

#### Beispiele der Schichtungswechsel:

- $sm_1$ , Heubach, unten schwachwellig, Übergang in wirre Kreuzschichtung.
- $sm_1$ , Stiefelhöhe bei Waldmichelbach, Kreuzschichtung, wellenförmige Schichtung, gleichsinnig-horizontale Schichtung.
- $sm_1/sm_2$ , Frau Nauses, unten schwach wellig, dann Kreuzschichtung und grobwulstig.

Die Erscheinung der wellenförmigen Schichtung, der Übergang besonders in die grobwulstige Ausbildung, das Auftreten in Sandsteinen mit eckigen

Grundgebirgsresten lassen keinen Zweifel, daß sie das Produkt von Flüssen ist. Ihre Verbindung mit anderen Schichtungsarten ermöglicht naturgemäß auch Schlüsse über die Entstehungsbedingungen dieser Ablagerungen.

### 7. Unregelmäßige, grobwulstige Schichtung.

Die unregelmäßige, flachwellige Entwicklung führt zur grobwulstigen Schichtung mit raschem Wechsel der Form der Täler und Berge. In den fein- bis grobkörnigen, oft Grundgebirgsreste führenden Sandsteinen der ersten Buntsandsteinabsätze ist sie oft zu beobachten. Es scheint, daß die Führung von Grundgebirgsresten dieser Sandsteine die grobwulstige Ausbildung begünstigt oder sie vielleicht sogar erst ermöglicht. Die rasch sich ändernden Sedimentationsumstände der ersten Buntsandsteinabsätze kommen auch hierdurch zum Ausdruck.

Außer in den Sandsteinen von  $su_1$  wurde sie auch in der Stufe  $su_2$  beobachtet. Ein Tigersandstein des Heidelberges bei Ober-Klingen zeigt 10—15 cm lange und bis 5 cm hohe grobe Wellen; die kleinen Wellen erreichen bis 5 cm Länge und bis 2 cm Höhe.

#### Beispiele des Schichtungswechsels innerhalb einer Bank.

In manchen Sandsteinen finden sich innerhalb einer Bank auffallende Schichtungswechsel, die zur Genese des Materials Anhaltspunkte liefern können.

#### Stufe $su_1$ , Malheckenweg bei Ober-Klingen (von unten nach oben).

1. Mittel- oder grobkörniger Sandstein, in grobwulstiger Schichtung.
2. Sandstein mit reichlichen Grundgebirgsresten, flachwellig.
3. Wie 1.

#### Stufe $su_1$ , Malheckenweg (von oben nach unten). „Stratigraphie“, Taf. I, Fig. 2, S. 15.

- 50 cm, Mittel- bis grobkörniger Sandstein, gleichsinnig-horizontale Schichtung.
- 8—10 cm, Grobkörniger Sandstein, schwachwellige Schichtung.
- 25—30 cm, Fein- bis grobkörniger Sandstein, gleichsinnige Schichtung.
- 0—10 cm, Grobkörniger Sandstein, unregelmäßige, wellige Schichtung.
- 30—40 cm, Sandstein mit Granitgrus, leicht wellenförmige Schichtung.
- 1—15 cm, Gleicher Sandstein in wellenförmiger Schichtung.
- 60—70 cm, Ein Sandstein in flachwelliger Schichtung schließt einen Grus führenden Sandstein in kurzwelliger Schichtung an.
- 50 cm, Sandstein in breitwelliger Schichtung, übergehend in einen gleichsinnig-geschichteten groben Sandstein.

#### Stufe $sm_1$ , südlich Gammelsbach.

Einem Sandstein in Kreuzschichtung schaltet sich ungefähr 8 cm mächtig ein Pseudomorphosensandstein in gleichsinnig-geneigter Ausbildung ein. Durch diese Verbindung entsteht das Bild der Diagonalschichtung.

#### Stufe $sm_1$ , Stiefelhöhe bei Waldmichelbach.

Die flache Kreuzschichtung geht über die wellenförmige Art in gleichsinnig-horizontale Entwicklung über. Die 3 Schichtungsarten finden sich auf einer vertikalen Erstreckung von 30 cm.

### Stufe $sm_1$ , Heubach.

Die wellenförmige Schichtung wird durch wirre Kreuzschichtung, diese durch gleichsinnig-horizontale Ausbildung abgelöst.

### Stufe $sm_2$ , Bruch Gützschow bei Eberbach.

Auf wenige Zentimeter vertikale Erstreckung finden sich 3 Schichtungsarten: Gleichsinnig-horizontale Ausbildung, Kreuzschichtung, unregelmäßige wellige Entwicklung. Die Pseudomorphosen nehmen von unten nach oben, von der 1. zur 3. Art ab und werden dabei kleiner.

### Stufe $sm_3$ , Gras-Ellenbach (von oben nach unten).

#### Schichtungswechsel mit petrographischem Wechsel.

- 20 cm, Feinkörniger, sehr toniger Sandstein, reichlich Glimmer, deutliche Lager, gleichsinnig-horizontale Schichtung.
- 45 cm, Kleinkörniger, tonig-ferritischer Sandstein, deutliche Lager, Kreuzschichtung mit öfterem Richtungswechsel.
- 4 cm, Klein- bis mittelkörniger Sandstein, arm an ferritischem Bindemittel, Kreuzschichtung mit flachen, langen Schichtgebieten, selten Richtungswechsel, Neigungswinkel 5–10°.

Das Korn wird immer feiner; damit erfolgt Zunahme des tonig-ferritischen Bindemittels. Mit dem petrographischen Wechsel ändert sich die Schichtungsart.

Auf die Beschaffenheit der Schichtflächen werde ich bei den Bankflächen eingehen. Die Schichtflächen stehen uns, abgesehen vom Profil, nur dort deutlich zur Beobachtung, wo sie heute als Bankflächen zugänglich sind. Bei der Behandlung der Bankflächen wird stets angeführt, welche von ihnen Schichtflächen entsprechen.

### III. Schichtungs- und Erosionsdiskordanzen.

In seiner Untersuchung über die Schichtung weist ANDRÉE auch auf die Unterschiede der Schichtungs- und Erosionsdiskordanzen hin. Das Zusammentreffen von schräger Schichtung mit gleichsinnig-horizontaler Ausbildung oder von Schrägschichtungen mit verschiedenem Winkel und Richtung des Absatzes führt zur Bildung von primären oder Schichtungsdiskordanzen. Aber bereits bei Schrägschichtungen, z. B. auch innerhalb der Kreuzschichtung, können ganz geringe Abtragungen zwischen den verschiedenen schräggeschichteten Körpern stattfinden. Die Abtragung tritt aber in solchen Fällen nicht hervor. Bei den sekundären oder Erosionsdiskordanzen liegt zwischen den aufeinanderfolgenden Ablagerungen eine Unterbrechung des Absatzes mit deutlicher Abtragung und meist setzt die neue Ablagerung auch mit anderem Material ein.

Der Abschnitt über Schichtungsarten enthält bereits Beispiele beider Diskordanzen. Deutliche Beispiele liefern die Profile aus  $sm_2$  von Eberbach und aus  $so_1$  von Steinbach. Wegen der paläogeographischen Bedeutung der Diskordanzen sei in einem besonderen Abschnitt auf ihr Vorkommen in den einzelnen Stufen eingegangen.

Stufe  $su_1$ . Wie bei den wechselnden Sedimentationsumständen der unteren Abteilung von  $su_1$  zu erwarten ist, zeichnen sich diese Ablagerungen durch zahlreiche primäre und sekundäre Diskordanzen aus. Ein gutes Bei-

spiel bietet das Profil vom Malheckenweg bei Ober-Klingen. („Stratigraphie, Tafel I, Fig. 2, Text S. 15).

In der Stufe  $su_2$  der Tigersandsteine zeigen sich die stetigeren Sedimentationsumstände im gleichbleibenden Material, dem Vorherrschen der gleichsinnig-horizontalen Schichtung und ebenso im Zurücktreten der Diskordanzen an.

Der ECK'sche Geröllhorizont  $sm_1$  weist mit seinen braunroten Sandsteinen in verschiedener Schichtung und den kleinerkörnigen fleischroten Sandsteinen in gleichsinnig-horizontaler Schichtung im ersten Fall auf wechselnde, im zweiten auf gleichmäßigere Verhältnisse beim Absatz. Die verschiedenen Arten der Schrägschichtungen, mehr in der ersten Gruppe, weniger in der zweiten, schließen dementsprechend Schichtungsdiskordanzen ein. Auffallend, besonders nach der Stufe  $su_2$ , sind aber die oft zu beobachtenden Erosionsdiskordanzen. Beispiele hierfür bieten die Profile von Frau Nausen („Stratigraphie“, S. 32, Tafel II, Fig. 1) und von Gammelsbach (S. 32, Tafel I, Fig. 4).

In der Stufe  $sm_2$  treten sie im Vergleich zu  $sm_1$ , das durch das häufige Auftreten der Diskordanzen geradezu gekennzeichnet ist, sehr zurück. Die Sedimentationsumstände sind gleichmäßiger geworden, die Diskordanzen erscheinen nicht mehr so häufig, die Materialunterschiede beider Sandsteingruppen fangen an, sich zu verwischen. Es vollzieht sich auch schon der Übergang in den vorherrschend feinkörnigen Sandstein der Stufe  $sm_3$ .

Stufe  $sm_3$ . In den kleinerkörnigen Sandsteinen sind in den Schrägschichtungen primäre Diskordanzen noch entwickelt, aber ihr Zurücktreten im Vergleich zum Beginn des mittleren Buntsandsteins setzt sich weiter fort. Das gilt noch mehr für die Erosionsdiskordanzen; sie fehlen nicht, folgen aber nicht mehr in so kurzen Abständen aufeinander. (Beispiele am Stutzberg bei Ober-Mossau, „Stratigraphie“, S. 56.)

Stufe  $sm_4$ . Durch den Mangel an Schichtung und Bankung, ebenso an Aufschlüssen, liegen wenig Beobachtungen über Diskordanzen vor. In der entwickelten Schrägschichtung, besonders der Kreuzschichtung, fehlen die Schichtungsdiskordanzen nicht. Deutliche Erosionsdiskordanzen finden sich am Steinert bei Zell. Für die Stufe  $sm_5$  liegen bei dem Fehlen von Aufschlüssen keine hierher gehörenden Feststellungen vor.

In den Plattensandsteinen der Zwischenschichten, Stufe  $so_1$ , zeigen die Ablagerungen wieder wechselvolle Sedimentationsumstände an. Hier bestehen bezüglich der Erosionsdiskordanzen Ausbildungen, die an die Verhältnisse in  $su_1$ , noch enger an die in  $sm_1$  erinnern. Das Beispiel über das Auftreten primärer und sekundärer Diskordanzen wurde bereits erwähnt. („Stratigraphie“, S. 78—84, Tafel II, Fig. 3.) Allerdings stellen die Sandsteine mit den Diskordanzen anscheinend nur eine lokale, keine allgemeine Erscheinung für diesen Horizont dar.

#### IV. Ursachen der Schichtung.

Über die Ursachen der Schichtung bestehen verschiedene Meinungen. Nach den vorliegenden Untersuchungen im Buntsandstein des Odenwaldes darf gefolgert werden, daß die Schichtung auf Materialwechsel (häufigster Fall) oder Sedimentationsunterbrechung mit oder ohne Materialwechsel beruht. Die Ursachen dieser Erscheinungen dürften im wesentlichen klimatischer Natur sein. Bei den faziell sehr

wechsellvollen Buntsandsteinablagerungen müssen aber noch andere Umstände wirksam gewesen sein, die unabhängig von klimatischen Bedingungen auftreten können: Wechsel des Liefergebietes, z. B. nach Flußverlegung infolge Aufschüttung, Änderung des klastischen Materials innerhalb des gleichen Einzugsgebietes, Wechsel in der Verarbeitung der Sedimente und der Transportkraft des absetzenden Mediums.

Die Schichtung zeigt sich im Materialwechsel an durch: Änderung der Art, der Korngröße und der Form des Sandes, wechselnde Beteiligung von Ton, Glimmer, ferritischer Masse, Geröllen, Tonklumpen, Tongallen. Schichtung kann auch durch Bleichung, Infiltrationen, Färbung, Verfärbung der Schichtlagen deutlich werden. (Nicht zu verwechseln mit Pseudoschichtung.)

Auf die Ursache der Schichtung durch Sedimentationsunterbrechung weisen hin: Absonderungsflächen, Schichtungs- und Erosionsdiskordanzen, Erscheinungen wie Wülste, Rieselspuren u. a. auf den Schichtflächen.

Periodizität der Schichtung ist bei diesem Material selten zu erwarten. Hier können nur die Lager angeführt werden, die sich, wenn auch nicht in allem, so doch im Korn und der wechselnden Beteiligung der ferritischen Masse entsprechen. Aber die Lagerentwicklung hält meist nur auf einige dm vertikale Erstreckung durch. So kommt trotz der Periodizität der Wechsel in der Buntsandsteinsedimentation immer wieder zur Geltung.

Im folgenden wurde zur späteren paläogeographischen Auswertung die Neigung der einzelnen Stufen zur Lagerbildung und ebenso die Mächtigkeit der Bänke zusammengestellt. Bei der Abhängigkeit der Bankung von der Schichtung sagen auch die Mächtigkeiten der Bänke aus, ob auf geringe oder weite vertikale Erstreckung Wechsel oder Gleichbleiben der Sedimentationsumstände bestand. Gleichbleibendes Material bei sich nicht ändernden Umständen des Absatzes führt zur Bildung dicker Bänke, Wechsel des Materials veranlaßt häufige Abbankung.

#### Neigung der Sandsteine zur Lagerbildung und durchschnittliche Mächtigkeit der Bänke.

Stufen	Neigung zur Lagerbildung	Mächtigkeit der Bänke i. D.
$s u_1$	ohne Lager	— 25 cm
$s u_2$	undeutliche Lager	dm — 1—(2) m
$s m_1$	1. Gruppe	— $\frac{1}{2}$ —2—(4) m
	2. Gruppe	— dm — 1—(2) m
$s m_3$	sehr ausgeprägt stärkste Neigung zur Lagerbildung von allen Stufen	— dm — 1—(2) m
$s m_4, s m_5$	selten	— 2—5 m
$s o_1$	Glimmer- reiche Sandsteine	dm — $\frac{1}{2}$ —(1) m
	Glimmer- arme Sandsteine	selten dm — 1—2 m

### V. Bankung. Ausbildung der Bankflächen.

Das Wesen der Bankung liegt in der Folge von  $\pm$  festen, gleichen oder verschiedenen Sedimentgesteinen, die durch Fugen voneinander getrennt sind. Die Bänke werden von Bankflächen, den Sohl- und Dachflächen, begrenzt. Die Fugen liegen entweder in den Schichtflächen und es wird in diesem Falle auch von Schichtfugen gesprochen oder sie fallen mit Abtragungsflächen zusammen, d. h. die Bankflächen entsprechen Erosionsflächen. Fällt die Bankfläche mit einer Schichtfläche zusammen, dann ist ihre Lage bereits bei der Sedimentation festgelegt. In der zweiten Möglichkeit sind es sekundäre Erscheinungen, die Lage und Ausbildung der Bankfläche bestimmen.

Es ist möglich, daß die Erosionsflächen oder auch die Absonderungsflächen z. B. in der Folge Sandstein — Unterbrechung — Sandstein bereits als Bankflächen deutlich sind. Im Allgemeinen treten sie aber erst durch die Verwitterung als Fugen deutlich in Erscheinung. Dadurch werden die bestehenden Absonderungsflächen erweitert, leicht angreifbare Schichten wittern heraus und liefern Fugen oder die Schichtflächen öffnen sich. In jedem Aufschluß ist zu beobachten, wie am oberen Bruchrand sich die Bänke immer häufiger folgen oder Lagen herauswittern und die einheitliche Sedimentfolge durch die Fugen zerlegen.

#### Ausbildung der Bankflächen.

Die Mehrzahl der Bankflächen ist tischglatt. Die glatte Absonderung wird durch Glimmerlagen und eingeschaltete tonige Schichten bewirkt. Die Lager befördern besonders die Neigung zu zerbankten. Die Fugen fallen dann regelmäßig mit den tonigen, feinen Lagern zusammen. In diesen Fällen sind die Bankflächen meist mit Glimmer oder Tonbestägen überzogen.

Wellige Bankflächen, soweit sie in den Schichtflächen liegen, können bei welliger oder wulstiger Schichtung entstehen. Diese Fälle sind aber selten. Häufiger kommen wellige Bankflächen zustande, wenn die Fugenbildung in den Wellenfurchen erfolgt.

In diesen Beispielen fallen die Bankflächen mit den Schichtflächen zusammen. Das ist der häufigste Fall und daher sind die Bankflächen hauptsächlich glatt ausgebildet. Erfahren aber die Schichtflächen, die jetzt als Bankflächen entgegentreten, nach der Absatzunterbrechung Einwirkung von Wind und Wasser, dann werden die ursprünglich tischglatten oder regelmäßig welligen Flächen umgestaltet und sie erhalten dadurch, wie auch nach der Trockenlegung bei einem Absatz unter Wasser, verschiedene Formen, z. B. Fließerscheinungen, Trockenrisse, Wulstbildungen und andere Umgestaltungen.

Paläogeographisch ebenso wichtig sind die Fälle, in denen die Bankflächen in den Erosionsflächen liegen. Sie sind dann unregelmäßig wellig ausgebildet und weichen in ihrem Aussehen vollständig von den in den Schichtflächen liegenden Bankflächen ab. Das Profil mit Erosionsflächen, ebenso natürlich auch mit solchen Schichtflächen, die nach Absatzunterbrechung Umgestaltungen erfahren haben, ist oft folgendermaßen: Sandstein mit welliger oder glatter Oberfläche, diese bedeckt mit Rieselspuren, Fließerscheinungen, Wülsten, Näpfen, Trockenrissen, eingewickelten Tongallen. Auf

solche Unterbrechung des Absatzes, in der diese Änderungen der Oberfläche eintreten, folgen zunächst meist Letten, selten sehr tonige Sandsteine. Nach Absatz der Letten kommt es zur Unterbrechung des Absatzes und zum Materialwechsel. Die Folge ist: Sandstein — Letten — Sandstein. Es gibt auch Beispiele, in denen die Unterbrechung von Erosion begleitet wird. Das neue abgesetzte Sandmaterial füllt erst die Vertiefungen der Lettenablagerung aus. Die Sohlfläche der folgenden Bank ist daher wellig oder sie trägt Netzleisten, Wülste, Näpfe, Warzen.

Die Bankflächen haben oft später durch Einkieselungen, Bleichungen oder Erzinfiltrationen Veränderungen erlitten. Sie sind gebleicht, fast durchweg stark eingekieselt oder durch Bildung grüner Eisensilikate grün gefärbt. (Vgl. das Gebundensein der Einkieselung an bestimmte Flächen, „Stratigraphie“, S. 36, 47, 57, 84; „Petrographie“, 1, S. 94.) — Nur in wenigen Fällen wurden auf den Bankflächen Wurmbauten beobachtet.

#### Bankung und Ausbildung der Bankflächen in den einzelnen Stufen.

Die Ausbildung der Bankflächen erfolgt hier in gemeinsamer Behandlung; es wird aber in den einzelnen Fällen darauf verwiesen, ob die Bankflächen Schicht- oder Erosionsflächen entsprechen.

Stufe  $su_1$ . Die im allgemeinen ton- und glimmerreichen, feinkörnigen Sandsteine neigen leicht zur Abbankung. Liegen keine Abtragungen vor und entsprechen die Bankflächen den Schichtflächen, dann sind sie tischglatt, mit Glimmer übersät und mit Tonbestägen überzogen. Durch die Neigung abzubauen, erreichen die Bänke nur wenige cm bis 25 cm.

Stufe  $su_2$ . Die Trennung der Bänke erfolgt durch Letten, tonige Sandsteine oder in den Flächen, die sich bei der Unterbrechung des Absatzes bilden. Durch die ausgeprägte Lagerentwicklung liegen die Schichtfugen oft in den feinen Lagern und sind meist tischglatt. Wellige Bankflächen, hervorgerufen durch Erosion, finden sich, sind aber selten. Die Bänke erreichen dm bis auch 2 m Mächtigkeit.

Stufe  $sm_1$ . In keiner anderen Stufe finden sich so oft wellige Bankflächen, die Erosionsflächen entsprechen, wie hier. Die welligen Abbankungen beherrschen die Ausbildung der Fugen in den mittelkörnigen Sandsteinen, während in den kleinerkörnigen Sandsteinen Erosionsflächen zurücktreten und die in den Schichtflächen liegenden Abbankungen tischglatt sind. Auf den Schichtflächen, die durch Unterbrechung des Absatzes freigelegt wurden oder auf den Erosionsflächen finden sich oft die schon genannten Umbildungen, Wulstbildungen, eingewickelte Tongallen, Wellenfurchen, Trockenrisse, ebenso spätere Veränderungen durch Bleichung, Einkieselung, Grünfärbung. Das Profil Frau Nausea („Stratigraphie“, S. 32, Tafel II, Fig. 1) bietet Beispiele über die Ausbildung der Bankflächen, die Ursachen der Bankung und des Materialwechsels innerhalb einer Bank.

Stufe  $sm_2$ . Die Verhältnisse von  $sm_1$  setzen sich fort. Das Stetigerwerden der Sedimentationsumstände zeigt sich in der Zunahme der tischglatten Abbankungen und der Abnahme der welligen Bankflächen, die Erosionsflächen entsprechen, an. Die welligen Bankflächen sind auf die mittelkörnigen Pseudomorphosensandsteine beschränkt. — Während sowohl in  $sm_1$  als auch in

$sm_2$ , die mittelkörnigen Sandsteine Bänke von  $\frac{1}{2}$  m bis mehrere Meter bilden, erreichen sie bei den fleischroten, kleinerkörnigen Sandsteinen im Durchschnitt nur mehrere dm.

Stufe  $sm_3$ . Die Sedimentationsumstände sind noch stetiger geworden. Durch Erosion bedingte, wellige Bankflächen treten stark zurück. Bezeichnend sind die tischglatten, in den Schichtflächen und hier oft in den feinen Lagern auftretenden Bankflächen. Die Fugen liegen in den glimmer- und tonreichen Lagen. Bei Gras-Ellenbach ließ sich Materialwechsel innerhalb einer Bank beobachten; das Korn wird nach oben feiner, das tonige Bindemittel nimmt damit zu. — Die festeren Bänke dieser Stufe erreichen mehrere dm bis 2 m, die feinkörnigen bezeichnenden  $sm_3$ -Sandsteine neigen leichter zur Abbankung.

Stufe  $sm_4$ . Mit dem Zurücktreten der Schichtung geht auch die Neigung abzubanken zurück. Die Bänke werden mehrere m mächtig. Auf solche Erstreckungen tritt kein Materialwechsel ein. Am Steinert bei Zell ließen sich auch wellige Bankflächen beobachten. Die Abbankung erfolgte allein durch den Wechsel im Korn des Sandes. In einem anderen Fall verursachten sich berührende Tonklumpen die Trennung.

Für die Stufe  $sm_5$  liegen bei dem Mangel an Aufschlüssen keine Beobachtungen vor.

In den Zwischenschichten der Stufe  $so_1$  liefern die Plattensandsteine zahlreiche Möglichkeiten zur Beobachtung der Bankflächen. Grobwellige Bankflächen, die mit Erosionsflächen zusammenfallen, wurden nur bei Steinbach und Hetzbach festgestellt. Hier traten auch Wulstbildungen, Einkieselungen, Bleichungen und Grünfärbungen wie in  $sm_1$  auf. Bei den echten glimmerreichen Plattensandsteinen entsprechen sich Schicht- und Bankflächen; sie sind tischglatt und mit Glimmer übersät.

## VI. Ursachen der Bankung.

Zur Bildung der die Bänke trennenden Fugen führen entweder Umstände der Sedimentation oder leicht herauswitternde Schichtlagen. Bei der ersten Möglichkeit ist die Entwicklung: Absatz — Unterbrechung — Verhärtung oder Schrumpfung der obersten Sedimentlagen — Absatz.

Kommt Herauswitterung als Ursache der Fugenbildung in Frage, dann liegen die Bankflächen in Letten, verschiedenartigen, meist ton- und glimmerreichen Sandsteinen, in Glimmerlagen und in einigen Fällen auch in einem Tongallenpflaster, das in einer Schichtfläche abgesetzt wurde.

## VII. Zusammenfassung.

1. Definitionen: Schicht, Schichtung, Bank, Bankung.
2. Arten der Schichtung im Buntsandstein des Odenwaldes:
  1. Gleichsinnig-horizontale Schichtung.
  2. Gleichsinnig-geneigte Schichtung.
  3. Diagonalschichtung.
  4. Wirre Kreuzschichtung.
  5. Synklinale Kreuzschichtung.
  6. Wellenförmige Schichtung.
  7. Unregelmäßige, grobwulstige Schichtung.

Die gleichsinnig-horizontale Schichtung ist in den feinkörnigen Sandsteinen oder in den tonigen Sandsteinen die herrschende Ausbildung; in den Schieferletten stellt sie die fast ausschließliche Art der Schichtung dar. Vorherrschend erscheint sie in den Sandsteinen des unteren Buntsandsteins, in den kleinerkörnigen Sandsteinen von  $sm_1$  und  $sm_2$  und in den Plattensandsteinen von  $so_1$ . In  $sm_3$  findet sie sich ebenso oft wie die Kreuzschichtung. Die mittelkörnigen Sandsteine  $sm_1$  und  $sm_2$  und die grobkörnigen Sandsteine von  $sm_4$  und  $sm_5$  zeigen auch diese Art, häufiger aber andere Ausbildungen.

Die gleichsinnig-geneigte Schichtung tritt selten auf. ( $su_2$ ,  $sm_1$ ).

Die Diagonalschichtung (Verbindung der gleichsinnig-horizontalen und gleichsinnig-geneigten Schichtung) ließ sich in typischer Entwicklung nur in  $sm_3$  beobachten.

Die Kreuzschichtung ist die unregelmäßigste Schichtungsart mit oft eintretender Änderung der Bewegungsrichtung des absetzenden Mediums, seiner Transportkraft und der Menge des abgesetzten Materials.

Bei der wirren Kreuzschichtung zeigen die Schichtflächen geraden Verlauf. Der Maximalwinkel der Schrägschichtung beträgt  $10-12^\circ$ , er kann bis  $15^\circ$  erreichen, geht aber selten unter  $5^\circ$  herunter. — Die wirre Kreuzschichtung wurde bisher in  $su_1$  nicht beobachtet. In den Sandsteinen, in denen die gleichsinnig-horizontale Schichtung herrscht ( $su_2$ , z. T.  $sm_1$ ,  $sm_2$ ,  $so_1$ ) findet sie sich auch. Häufigste Entwicklung ist sie in den mittelkörnigen Ausbildungen von  $sm_1$  und  $sm_2$ . In  $sm_3$  erscheint sie ebenso oft wie die gleichsinnig-horizontale Schichtung.

Die schräggeschichteten Lagen der linsenförmigen Schichtpakete der synklinalen Kreuzschichtung besitzen bogigen Verlauf und zwar liegt die Umbiegung mit der konvexen Wölbung nach unten. Die Schräglagen verflachen sich auf der Unterlage. Die Neigungswinkel innerhalb der schräggeschichteten Körper betragen  $10-20^\circ$ . — Das Auftreten im Odenwald ist ungefähr das Gleiche wie bei der wirren Kreuzschichtung.

Die wellenförmige Schichtung zeigt oft Übergänge in andere Schichtungsarten. Sie ist selten, wurde aber, mit Ausnahme der Stufen  $sm_4$  und  $sm_5$ , in allen anderen Stufen beobachtet.

Die sehr seltene unregelmäßige, grobwulstige Ausbildung erscheint in den Grundgebirgsreste führenden Sandsteinen in  $su_1$  und in je einem Beispiel in  $su_2$  und  $sm_1$ .

3. Durch oft wiederkehrende Schichtungs-, besonders auch Erosionsdiskordanzen heben sich die Stufen  $su_1$ ,  $sm_1$ ,  $so_1$  heraus.

4. Ursachen der Schichtung. Die Schichtung beruht auf Materialwechsel oder Sedimentationsunterbrechung mit oder ohne Materialwechsel. Die Ursachen der Schichtung dürften hauptsächlich klimatischer Art sein oder in anderen, davon nicht abhängigen Faktoren liegen, wie Flußverlegung infolge Aufschüttung, Materialänderung innerhalb des gleichen Einzugsgebietes, Wechsel in der Verarbeitung der Sedimente und der Transportkraft des absetzenden Mediums.

5. **Bankung. Ausbildung der Bankflächen.** Die Fugen, die die Bänke trennen, liegen in den Schichtflächen oder in den Erosionsflächen. Fallen die Bankflächen mit Schichtflächen zusammen, dann sind sie meist tischglatt, selten wellig. Liegen sie in den Erosionsflächen, dann besitzen sie wellige oder unregelmäßige Form. Die Bankflächen zeigen oft paläogeographisch wichtige Erscheinungen, z. B. Wülste, Rieselspuren, Trockenrisse, Netzleisten, Näpfe u. a. Sie haben mitunter durch sekundäre Einwirkungen Veränderungen erlitten, z. B. durch Bleichungen, Einkieselungen. Erzfiltrationen.

6. **Ursachen der Bankung.** Die die Bänke trennenden Fugen kommen durch Herauswitterung von Schichtlagen zustande oder die Fugen liegen in Absonderungsflächen, die sich dort bilden, wo nach Sedimentationsunterbrechung Verhärtung oder Schrumpfung des zuletzt abgelagerten Sedimentes vor dem Wiedereinsetzen des Absatzes erfolgt.

### **VIII. Hinweis auf die paläogeographische Bedeutung von Schichtung und Bankung.**

Entsprechend der Anlage dieser „Beiträge zur Geologie und Petrographie des Buntsandsteins im Odenwald“ erfolgt die Auswertung der hier und in den früheren Veröffentlichungen mitgeteilten Beobachtungen in dem folgenden paläogeographischen Abschnitt. Ich glaube, daß die Untersuchungen über Schichtung und Bankung wesentliches Material zum Problem der Entstehung des Buntsandsteins mit liefern werden. Wiederholt konnte auf gleichbleibende, rasch oder langsam sich ändernde Umstände bei der Sedimentation verwiesen werden. Viele Anhaltspunkte liefern die Diskordanzen. Während einige Schichtungsarten nach unserer heutigen Kenntnis der Schichtungsbilder noch keine sicheren Schlüsse auf die Art des absetzenden Mediums zulassen (z. B. einfache Schrägschichtung, Diagonalschichtung), spricht das morphologische Bild besonders der synklinealen, z. T. auch der wirren Kreuzschichtung, ebenso der wellenförmigen und wulstförmigen Schichtung, eindeutig für ihre Bildung durch Flüsse. Bei der gleichsinnig-horizontalen Schichtung brauchen nicht gleiche Entstehungsbedingungen bestanden zu haben. Hier liegen dann mitunter in den Tongallen, Letteneinschaltungen u. a. einwandfreie Kennzeichen vor. Wichtige Hinweise lassen sich auch aus der Beschaffenheit der Schichtflächen ablesen. Auch die Verbindung von Schichtungsarten, deren Genese wir kennen, mit solchen unklarer Bildungsbedingungen führt zu Aufschlüssen.

Natürlich darf nicht alles erwartet werden. Die Schichtung soll doch auch nur im Verein mit anderen Erscheinungen Unterlagen zur Behandlung des Entstehungsproblems liefern.

Da die Bankung oft das Produkt der Verwitterung ist, hat sie naturgemäß nicht die Bedeutung, wie die Schichtung. Entsprechen aber z. B. die Bankflächen den Erosionsflächen, dann liefern sie, wie die Schichtung, direkte Anhaltspunkte zur Kenntnis der Bildungsbedingungen des Sedimentes.

Abgeschlossen im März 1930.

### Erklärung der Tafeln.

#### Tafel 9.

Schichtungsarten im Buntsandstein des Odenwaldes.

- Fig. 1. Gleichsinnig-horizontale Schichtung.
- Fig. 2. Gleichsinnig-geneigte Schichtung.
- Fig. 3. Diagonalschichtung.
- Fig. 4. Wirre Kreuzschichtung.
- Fig. 5. Synklinale Kreuzschichtung.
- Fig. 6. Wellenförmige Schichtung.
- Fig. 7. Unregelmäßige, grobwulstige Schichtung.

Schichtungswechsel.

- Fig. 8. Verbindung von gleichsinnig-geneigter Schichtung (Bildmitte) mit wirrer Kreuzschichtung — Schichtung durch feine Lager angezeigt. Stufe  $sm_1$ , Untere Geröllstufe (ECK'sches Konglomerat), südlich Gammelsbach. Ungefähr  $\frac{1}{4}$  n. Gr.

#### Tafel 10.

Schichtungswechsel und Schichtungs Ausbildung.

- Fig. 1. Schichtungswechsel: Gleichsinnig-horizontale (Letten, tonige Glimmersandsteine) — gleichsinnig-geneigt (toniger feinkörniger Sandstein) — gleichsinnig-horizontale (sehr toniger Sandstein) — schwach synklinale bis wirre Kreuzschichtung mit öfterem Richtungswechsel (feinkörniger, toniger Sandstein) — weitbettige, wirre Kreuzschichtung mit seltenem Richtungswechsel (feinkörniger Sandstein). Stufe  $sm_3$  der feinkörnigen Sandsteine, Haingrund.
- Fig. 2. Ausbildung der Kreuzschichtung. Im unteren Teil synklinale, im oberen synklinale bis wirre Kreuzschichtung. Mittelkörniger, braunroter Pseudomorphosensandstein. Stufe  $sm_1$ , Untere Geröllstufe, Hardberg bei Waldmichelbach.
- Fig. 3. Schichtungswechsel: Synklinale Kreuzschichtung, wellenförmige Schichtung, gleichsinnig-horizontale Schichtung. Mittelkörniger, braunroter, bindemittel-ärmer Sandstein. Stufe  $sm_1$ , Untere Geröllstufe. Stiefelhöhe bei Waldmichelbach.
- Fig. 4. Synklinale Kreuzschichtung mit linsenförmigen Schichtpaketen. Vorkommen in einer Rinnenbildung des Plattensandsteins der Stufe der Zwischenschichten  $so_1$ . Steinbach bei Michelstadt.

# Die Stellung der Mosbacher Geweihe von *Cervus elaphus* in der Entwicklungs-Reihe dieses Hirsches.

Von Dr. AD. BACHOFEN-ECHT, Wien.

Mit Tafel 11—14.

Es gibt wohl kaum ein Museum, das die Beziehungen von Tierformen vergangener Zeiten zu den lebenden so unmittelbar seinen Besuchern vor Augen führt, wie das Naturhistorische Museum der Stadt Mainz. Sein reicher Besitz an Funden aus den pliozänen Sanden von Mosbach macht diese Gegeneinanderstellung besonders wertvoll, da sie uns den Wechsel der Fauna in einer verhältnismäßig kurzen Zeit vor Augen führt. Neben vollständig ausgestorbenen Arten, von denen nur mehr oder weniger weit entfernte Verwandte in unserer Zeit leben (*Elephas trogontherii* — *Elephas maximus*, *Ursus spelaeus* — *Ursus arctos*, *Alces latifrons* — *Alces alces* etc.) finden sich viele, die heute fern in Asien hausen und andere, die heute noch im gleichen Lebensraum sich finden. Enge Beziehungen bestehen jedoch zwischen den Formen von *Cervus elaphus*, den wir in Mosbach finden, und dem jetzt lebenden. Es läßt sich deutlich eine Weiterentwicklung dieser Art nachweisen.

Funde von geweihtragenden Hirschen gehen im Tertiär sehr weit zurück und im Pliozän kommen auch auf europäischem Boden Formen zu hoher Blüte, deren Stammeswurzel nicht sehr weit von jener des *Cervus elaphus* liegt, wie *Cervus arvernensis* CR. et J. und *Cervus perieri* CR. et J., aber keiner kann als Ahne irgendeiner lebenden Form angesehen werden; denn die Entwicklung des Geweihs geht ihren eigenen Weg, erreicht einen scharf ausgeprägten Charakter von hoher Eigenart und einheitlicher Gestaltung. Klimatische Schwankungen des ausgehenden Tertiärs mögen ihr Verschwinden veranlaßt haben. Erst im Pliozän treten in Mitteleuropa Hirsche auf, die wir in die engste Verwandtschaft und somit in die Ahnenreihe unseres Edelhirsches stellen dürfen. Kein Fundplatz hat aus dieser Zeit so viele und gut erhaltene Geweihe, teils noch auf dem Schädel sitzend, teils als Abwürfe geliefert wie Mosbach. Selten sind Geweihe junger Hirsche, was sich leicht begreift, weil erst das Geweih des voll entwickelten Hirsches bedeutende Festigkeit erreicht. Ein Geweih ist samt der Schädel-Kapsel vollständig erhalten, ebenso einige Abwurfstangen, manche Sprossen sind verletzt, viele Geweihe sind in der Gegend der Mittelsprosse abgebrochen, aber die meisten lassen sich gut rekonstruieren. Alle gefundenen Geweihe zeigen folgende einheitlichen Merkmale:

Sehr starke Entwicklung der Rose und der Eissprosse, die stärker als die Augensprosse ausgebildet und meist so steil nach oben gerichtet ist, daß sie den Winkel zwischen Stange und Augensproß halbiert. Ausnahmslos beschränkt sich die Zahl der Enden außer Augen- und Eissprosse auf drei, von denen die beiden obersten häufig nur eine schwache Gabel bilden. All das ergibt, daß der Schwerpunkt des Geweihs sehr tief liegt.

Diese Züge sind allen Geweihen gemeinsam, doch bestehen so entscheidende und scharf begrenzte Unterschiede der Größe, daß wir unbedingt von zwei Rassen sprechen müssen. Die stärkere Rasse (Abb. 1, 2, 3, 4, 5) hat einen Rosen-Umfang von 22—32 cm, während die geringere Rasse (Abb. 6, 7, 8, 9) nur 11—14 cm erreicht. Die Masse des Geweihs der großen Rasse ist mindestens 3—4mal so groß wie die der geringen. Ein gleicher Unterschied zeigt sich bei den Skelettresten. Die Metacarpalia (ein sehr charakteristischer Knochen) erreichen bei der großen Rasse einen größten Umfang von 10,5 cm bei einer Länge von 29 cm, während bei der anderen Rasse die entsprechenden Zahlen 7,6 und 24,5 sind. Die Masse dieser Knochen verhält sich somit ungefähr wie 2:1, ein Verhältnis, welches sich bei allen anderen Skeletteilen annähernd wiederholt. Wenn wir danach Berechnungen über das Gewicht der Hirsche anstellen, finden wir, daß die große Rasse im Maximum wahrscheinlich doppelt so schwer wie die geringe war, mindestens aber um 70% schwerer. Beim Vergleich der Geweihe mit rezenten kommen wir bei der einen Rasse auf Geweihegewichte von 1 bis maximal 2 kg, bei der anderen auf 5—8 kg. Bei der geringen Rasse sind die Geweihe durchgehends glatt, bei der starken finden sich zwar ebenfalls glatte Stangen, aber auch solche mit reicher Perlung. Mancherlei Verschiedenheiten in stärkerer oder schwächerer Knickung der Stangen an der Abzweigung der Enden, der Winkelgröße zwischen Sprossen und Stange und der Drehung der Endgabel finden wir heute bei Hirschen im gleichen Lebensraum oft in größerem Ausmaß als hier; sie können sicher als individuelle Differenzen gelten. Erwähnen möchte ich hier, daß aus fröhilduvialen Schottern bei Krems a. d. Donau eine Abwurfstange stammt, die genau denselben Aufbau zeigt wie das stärkste Mosbacher Geweih: nur fünf Enden, mächtige Rose mit 32 cm Umfang und steil gestellte Eissprosse, die wesentlich größer ist als die Augensprosse. (Abb. 10.) Wir haben also wohl mit einer weit verbreiteten Form der Geweihe aus dieser Zeit zu rechnen.

Ziehen wir nun die Elaphus-Rassen Europas in der Gegenwart heran, so finden wir zunächst, daß im Süden durchgehends kleine Formen stehen (*Cervus corsicanus*). Kaiser Leopold schreibt im Jahre 1669 an einen Cavalier nach Spanien: „Haben wir bei ein Jagen etlich gar große Hirschen gefangen, so 600 Pfund oder 24 Aroba gewogen hat; ich meine in Spanien wirdet er for einen Elephanten passieret sein.“ Schon damals fehlte offenbar in Spanien die große Rasse. Im Spätpliozän, als die Höhlenzeichnungen entstanden, haben die Künstler allerdings in den Mittelmeerländern auch vielendige mächtige Hirsche gekannt. In den Alpenländern Österreichs und Bayern finden wir heute in vielen Gegenden meist Hirsche mit geringem Gewicht und selten mehr als 12 Enden, aber aus den Funden in Pfahlbauten und durch Geweihe aus dem 17. und 18. Jahrhundert haben wir den Beweis, daß sehr starke Hirsche hier heimisch waren (Sammlungen in Kremsmünster, Erbach (Odenwald), Kranichstein (Darmstadt), Bilder aus Steiermark). Hier hat die Zerstückelung der Jagd in den letzten Jahrhunderten und das Streben, möglichst starke Hirsche zu schießen,

bei der großen jagdlichen Befähigung der Bevölkerung fast zur Vernichtung der starken Rasse geführt, aber es kommen immer noch Hirsche zur Strecke, die weit über die übrigen an Mächtigkeit des Geweihes und Körpers hinausragen. Beide Rassen haben somit hier nebeneinander gelebt. Das gleiche gilt für die Karpathen, von wo auf Ausstellungen wohl nur starke Geweihe gezeigt werden, wo aber durchgehends die schwache Rasse vorkommt. Ich stellte für das Revier Kallnitz fest, daß die eine Rasse äußerstens ein Gewicht von 120 kg erreichte, während die andere von 140 bis weit über 210 kg wog. In beiden Fällen handelt es sich um voll entwickelte Hirsche. Neben den gewaltigen Hirschen des Kaukasus scheint, wenn wir die Geweihe im Museum in Tiflis betrachten, auch ein geringer Hirsch vorzukommen. In Deutschland hat die Isolierung auf relativ kleine Gebiete in vielen Fällen zu einem Zurückgehen des Gewichtes geführt, aber viele Hirsche scheinen der geringen Rasse anzugehören, andererseits verschleiert die Hege mit der Büchse und Fütterung vielfach das Bild. Im Osten stehen heute noch sehr starke Hirsche, und alte Sammlungen zeigen uns auch aus Westdeutschland Geweihe, deren Heimat bekannt ist, die keinem Karpathen-Hirsch nachstehen. Wir können also in Mittel- und Osteuropa eine Spaltung in zwei in Körpergröße und Geweihform verschiedene Rassen durchgehends nachweisen. Während wir im frühen Pliozän außer der Spaltung in eine große und eine kleine Rasse nur unbedeutende Schwankungen im Aufbau der Geweihe antreffen, finden wir nicht nur in verschiedenen Gebieten, sondern auch im selben Gebirge nebeneinander bei rezenten Hirschen eine außerordentliche Vielförmigkeit der Geweihe. Neben solchen, die in ihrem Aufbau dem Ahnentypus noch sehr nahe stehen, finden sich wesentlich von ihm verschiedene von vielförmigerem Aufbau und bedeutend größerer Masse. Bei genügend großem Material kann man jedoch für alle extrem voneinander verschiedenen Formen verbindende Zwischenstufen feststellen.

Die schwache Rasse ist sich ziemlich gleich geblieben. Wir finden nicht selten schon bei jungen Hirschen eine starke Entwicklung der Eissprosse, die häufig der Augensprosse an Länge gleich ist, sie aber zuweilen bedeutend übertrifft; der obere Teil des Geweihes ist meist schwächlich, die Gabel mit geringen Sprossen ausgebildet. Bei sehr günstigen Lebensbedingungen kommt es jedoch auch zu einer Spaltung der oberen Enden, so daß Geweihe mit 12, ja auch 14 Enden entstehen, also die Masse des Geweihes von der Gegend um die Rose nach dem distalen Teil der Krone zu verschoben erscheint. Wie aus dem früher Gesagten hervorgeht, kann man diese kleinere und offenbar weniger zum Variieren geneigte Rasse von West- und Südeuropa an durch ganz Mitteleuropa bis in den Kaukasus feststellen (Abb. 11, 12, 13).

Bei der starken Rasse kommen Geweihe vor, die den diluvialen ganz nahe stehen. Abb. 14 zeigt eines, das fast als identisch mit denen von Abb. 3, 4 erscheint. Dieses Geweih ist deshalb interessant, weil es das einzige derartige ist, das in einem Revier der Westkarpathen (Kallnitz) unter sehr vielen erbeutet wurde, außer einem ihm ganz ähnlichen von 9 kg Gewicht, das viele Jahre vorher als Abwurf daselbst gefunden wurde. Die Eissprossen überragen die Augensprossen, die obere Gabel ist ähnlich der der meisten Mosbacher Hirsche und die größte Masse des Geweihes liegt nahe der Rose.

Eine starke Entwicklung in entgegengesetzter Richtung kann man bei Hirschen aus dem Kaukasus beobachten. Das Geweih Abb. 15 kann man als eine Fortentwicklung der Form von Abb. 5 und 10 betrachten. Die steil ge-

stellte Eissprosse übertrifft die Augensprosse erheblich, die eine Sprosse der Gabel ist nochmals gespalten, wodurch der Schwerpunkt bereits mehr nach oben verschoben ist. Die Abb. 16 und 17 zeigen eine bedeutende Steigerung dieser Entwicklung. Das Geweih ist in seinem oberen Teile fortschreitend mächtiger geworden, die Eissprosse erheblich geringer als die Augensprosse. Das gewaltigste Geweih, das im Museum caucasicum in Tiflis hängt, zeigt bei 20 Enden und einer Auslage von über 160 cm eine Eissprosse, die nur ein Drittel der Länge der mächtigen Augensprosse hat.

Am weitesten geht die Entwicklung wohl bei den Hirschen der Karpathen, wo nebeneinander die verschiedensten Formen vorkommen. In Abb. 18, 19, 20, 21 gebe ich eine Reihe von Geweihen aus den Ostkarpathen (Nr. 21 wurde in der Ebene vor dem Gebirge geschossen), die deutlich das Abnehmen der Eissprosse zeigen, bei gleichzeitigem Massigerwerden der Krone. Parallel damit geht eine Abnahme der Stärke der Rose. Nur das Geweih Abb. 18 zeigt noch einen Rosenumfang von 25 und 26 cm; bei den folgenden sinkt er auf 23 cm, während wir bei den pliozänen Geweihen Rosen mit 28—32 cm antreffen. Wir haben da in der Ausgestaltung der distalen Teile und der Verringerung der proximalen Enden mit Ausnahme der Augensprosse eine deutliche Entwicklungsreihe, die darauf hinausgeht, die Masse des Geweihes immer weiter nach oben zu verschieben. Das auffallendste Beispiel für die Entwicklung in dieser Richtung ist wohl das Geweih Abb. 22, das ebenfalls in den Karpathen 1907 erbeutet wurde. Derselben Rasse gehört der jüngere Hirsch Abb. 23 an, der in Trencen (West-Karpathen) geschossen wurde.

Die größte Mannigfaltigkeit der Formen finden wir in dem größten und vielfach bis vor wenigen Jahrzehnten noch ganz unberührten Waldgebiete Europas, den Karpathen. Neben Formen, die dem geringen altpliozänen Hirsch sehr nahe stehen, finden wir solche, die sich von dem starken Hirsch jener Periode kaum unterscheiden und wir können, von diesem ausgehend, eine Entwicklung verfolgen, die schließlich zu Formen führt, die von den ursprünglichen außerordentlich verschieden sind. Wenn wir die einfache Form des Geweihes der altpliozänen Hirsche sich in einer ganz bestimmten Richtung weiterentwickeln sehen, nämlich in der Reduktion der proximalen und gewaltigen Ausgestaltung der distalen Teile, so drängt sich unwillkürlich die Frage auf: Welchen Weg nahm die Entwicklung bis zu dieser ältesten bekannten Stufe des Geweihes von *Cervus elaphus*?

Mit Recht sind wir gewohnt anzunehmen, daß die erste Bildung eines Geweihes ein kleiner Knopf und später eine geringe Spitze auf dem Knochenvorsprung an der Stirne des Cerviden-Ahnen war. Der Knochenvorsprung blieb dauernd, während der Knopf mit der Zeit aus dem Kreis der Ernährung ausgeschaltet wurde und schließlich abfiel. Wahrscheinlich war ursprünglich dieses Abwerfen ebenso wie das Abwerfen des Hornes beim indischen Nashorn nicht an bestimmte Zeitabschnitte gebunden. Bei reicherer Zufuhr von Baumaterial teilte sich dieser einfache Knopf in eine Gabel (*Dicroceros*-Stufe) und weiterhin trat, wahrscheinlich beim Wechsel des Wohnplatzes oder bei klimatischen Veränderungen, durch die dem Körper mehr Baumaterial zugeführt wurde, ein Überwiegen der einen oder anderen Spitze ein, bei *Rusa* und *Axis* der rückwärtigen, bei *Elaphurus* der vorderen. Es entstanden mehrendige Geweihe, die aber an der Basis stets nur eine Zweiteilung zeigten. Bei der Ausgestaltung der Form

spielte zweifellos die Stellung des Rosenstockes und die erste Anlage des Geweihes die wichtigste Rolle.

Wenn wir beim altpliozänen Hirsch bei so vielen Individuen, wie sie uns Mosbach geliefert hat, stets ein Überwiegen der Eissprosse finden, die außerdem vielfach fast genau in der Achse des Rosenstockes steht, so liegt die Vermutung nahe, daß dieselbe dem ältesten Teil des Geweihes entspricht und daß, anders als bei den übrigen Cerviden, sich bei den Ahnen von *Cervus elaphus* der ursprüngliche kleine Knopf bei der Weiterentwicklung in drei Teile spaltete, so daß er vorne und rückwärts Ansätze bildete. Bei starken Hirschen, die eine Eissprosse tragen, ist, wenn das Geweih ungefähr 8—10 cm hoch geschoben ist, bereits eine deutliche Dreiteilung zu erkennen (Abb. 24). Die drei Kuppen sind annähernd gleich stark und die mittelste liegt ungefähr in der Achse des Rosenstockes. Erst bei der weiteren Entwicklung bleibt sie in der Stärke zurück und wird mehr und mehr in die Richtung der Augensprosse gezogen. Da die Adern, welche die Stoffzufuhr besorgen, über den Rosenstock und die Rose zu der Peripherie des entstehenden Geweihes führen, kann bei dem Aufbau eines mächtigen Geweihes nur ein geringer Teil auf die in der Mitte stehende Sprosse entfallen, da ja nur ein kleiner Teil des Umfanges mit ihr in Berührung kommt. Dieses Verhältnis muß sich immer ungünstiger gestalten je mehr der Umfang der Rose abnimmt. Es wird dadurch die Zufuhr des Baumaterials zu den äußeren Teilen begünstigt. Da die stärkeren Adern, die die Zufuhr besorgen, vom Nacken her kommen, bleibt auch die Augensprosse in ihrem Wachstum gegen den rückwärtigen Stamm zurück (Abb. 25, 26, 27, 28, 29). Die Leistung des Körpers beim Aufbau eines starken Geweihes ist eine ungeheuerere und nur verständlich, wenn wir annehmen, daß Reservestoffe, die aufgespeichert sind, abgebaut und dem neuen Gebilde zugeführt werden. Im Durchschnitt werden bei einem Geweih von 9—10 kg im Tag etwa 40—60 g zugeführt und die Summe der Verlängerung des Stammes und aller Sprossen zusammengerechnet beträgt bei jeder Stange etwa 5 cm.

Obwohl wir über das Altpliozän hinaus keine Spur von einem direkten Ahnen der *Elaphus*-Gruppe haben, so müssen wir doch die Entwicklung bis zu den in Mosbach erscheinenden zwei Rassen sehr weit zurückdenken; denn die Spaltung in zwei parallel sich entwickelnde, aber doch in der Größe so sehr verschiedene Rassen, setzt wohl voraus, daß eine Art auf einem gewissen Entwicklungsstadium, aber bei schon festgelegter Entwicklungsrichtung in zwei Teile auseinandergerissen wurde und lange unter verschiedenen Lebensbedingungen stand. Später trafen die Nachkommen dieser beiden Linien, in der Größe sehr verschieden und bereits so festgelegt, daß die Scheidung aufrecht blieb, wieder in dem gleichen Lebensraum zusammen. Die Rassentrennung erhielt sich dann bis auf unsere Zeit. Wir haben da das gleiche Verhältnis wie bei vielen anderen Tieren, die nahe miteinander verwandt und einander sehr ähnlich, nur in der Größe ganz wesentlich verschieden, heute im gleichen Lebensraum nebeneinander hausen.

## Verzeichnis der Abbildungen.

### Tafel I.

1. Altpliozän von Mosbach. Starke Rasse. Geweih auf Schädelrest.
2. Altpliozän von Mosbach. Starke Rasse. Abwurf.
3. Altpliozän von Mosbach. Starke Rasse. Rosenumfang 28 cm.
4. Altpliozän von Mosbach. Starke Rasse. Abwurf. Große Gabel.
5. Altpliozän von Mosbach. Starke Rasse. Schädel mit beiden Stangen. Zehner.
6. Altpliozän von Mosbach. Kleine Rasse. Sechser. Starke Eissprosse.
7. Altpliozän von Mosbach. Kleine Rasse. Wahrscheinlich Achter.
8. 9. Altpliozän von Mosbach. Kleine Rasse. Sehr starke Eissprossen. Stärkster Rosenumfang 14 cm.
10. Altpliozän von Krems a. d. D. Starker Hirsch. Rosenumfang 32 cm. Naturhist. Mus. Wien.

### Tafel II.

11. Rezenter Sechser. Kleine Rasse. Mächtige Eissprosse. Deutschland.
12. Rezenter Zehner. Mächtige Eissprosse. Papa (Ungarn).
13. Rezenter Achter. Eissprosse größer als Augensprosse. Kleine Rasse. Kaukasus. Museum Tiflis.
14. Starker Zehner. Eissprosse stärker als Augensprosse. Typus Abb. 1, 2. Rev. Kalnitz. Paläobiol. Inst. Wien.
15. Zwölfer aus Kaukasus. Starke Eissprosse. Teilung der Gabel. Museum Tiflis.
16. Kronenhirsch aus Kaukasus. Reduzierte Eissprosse. Museum Tiflis.
17. Kronenhirsch aus Kaukasus. Reduzierte Eissprosse. Museum Tiflis.

### Tafel III.

18. Karpathen-Hirsch mit starker Eissprosse und Krone. Delatyn, Beskiden (Polen). Sammlung Baron Götz, Okocim.
19. Karpathen-Hirsch mit reduzierter Eissprosse. Tuszow (Polen). Ebene vor den Karpathen. Sammlung Baron Götz, Okocim.
20. Karpathen-Hirsch mit stark reduzierter Eissprosse. Dora, Beskiden (Polen). Sammlung Baron Götz, Okocim.
21. Karpathen-Hirsch. Eissprosse vollständig verschwunden. Starke Krone. Delatyn, Beskiden (Polen). Sammlung Baron Götz, Okocim.

### Tafel IV.

22. Karpathen-Hirsch. Ohne Eissprosse. Starke Krone. Weldzirz (Polen).
23. Karpathen-Hirsch. Jung, selbe Rasse wie 24. Kalnitz (Westkarpathen).
24. Haupt eines starken Hirsches, der Geweih mit Eissprosse schiebt.
25. 26. 27. 28. 29. Wahrscheinliche primitive Formen des Geweihs, aus denen sich die Mosbacher und jüngeren Formen des Geweihs von *Cervus Elaphus* entwickelten.
30. Rezenter Sechser. Kleine Rasse. Sehr starke Entwicklung der Eissprosse wie Fig. 6—9. Württemberg-Schwarzwald.

Die Originale zu den Abbildungen 1—9 befinden sich im Naturhistorischen Museum der Stadt Mainz.

# Ueber ein Hauynlimburgit-Vorkommen in der nördlichen Rhön.

Von K. HOLLER.

Mit Tafel 15.

In seinem Geologischen Führer durch die Rhön definiert H. BÜCKING (Lit. 1) die Limburgite oder Glasbasalte (Magmabasalte) als eine Art von Basalten, in denen der feldspatige Gemengteil nicht individualisiert, sondern in der glasigen Basis latent enthalten sei. Der chemischen Zusammensetzung nach sind solche Limburgite gewöhnlich den Nephelinbasalten zuzurechnen, mit denen sie in der Rhön an verschiedenen Stellen gemeinsam auftreten, so am Dietrichsberg, am Leichelberg bei Oberkatz, am Buchschirmberg und an der Eiskante bei Hilders, am Rodenbacher Küppel bei Gersfeld, am Bauersberg bei Bischofsheim, am Rhönkopf nördlich von Leubach bei Fladungen (Lit. 1). Die Limburgite sind daher ebenso wie die Nephelinbasalte zu den Natrongesteinen zu rechnen. Es ist in der Literatur nur vereinzelt bekannt, daß noch ein anderes für Natrongesteine typisches Mineral in Limburgiten beobachtet worden war. Ein derartiges Mineral liegt im Hauyn oder dem von ihm nicht scharf zu trennenden Nosean vor, denen die chemische Zusammensetzung  $3\text{NaAlSiO}_4 + (\text{Na}_2, \text{Ca})\text{SO}_4$ , beziehungsweise  $3\text{NaAlSiO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$  zukommt. BÜCKING erwähnt das Vorkommen dieses Minerals lediglich bei einigen Phonolithen und Tephriten der Rhön, in welchen der Nephelin ganz oder teilweise durch Nosean oder Hauyn ersetzt ist. Phonolithe und Tephrite sind aber gleichfalls Natrongesteine und zwar noch ausgesprochener als die Nephelinbasalte. Das Auftreten von Hauyn in ausgesprochenen Nephelinbasalten ist nur von einigen wenigen Stellen bekannt: Nephelinit von Neudorf bei Annaberg (Erzgeb.), Leucitbasalt von Niedermendig (Laacher See), Nephelinit vom Hannebacher Ley (Laacher See), Nephelinit vom Kaiserstuhl, Nephelinbasalt vom Roßberg u. a. Hauyn führender Limburgit wird lediglich von ROSENBUSCH (Lit. 3) von der Heldburger Feste, S-Thüringen und von L. SCHULTE (Lit. 4) aus Schlacken und Bomben der Dauner Maare beschrieben.

Der Öchsenberg bei Vacha in der nördlichen Rhön stellt eines der nördlichsten Basaltvorkommen der Rhön dar. Auf der geologischen Karte wird der an seinem Gipfel anstehende Basalt, der oberhalb des Muschelkalkes auftritt,

als Limburgit bezeichnet. In den Erläuterungen zur geologischen Karte von A. VON KOENEN (zweite Auflage Neubearbeitet durch H. BÜCKING) wird der Limburgit folgendermaßen beschrieben: „Das bedeutendste Vorkommen ist das vom Öchsen. Es wird in einem großen Steinbruch auf der NNW- bzw. N-Seite des Berges ausgebeutet und ist durch eine Seilbahn mit dem Bahnhof Vacha verbunden. Der Steinbruch ist in einem Teil des Basaltes angelegt, den man als den senkrecht zur Tiefe niedersetzenden Stiel des Basaltes oder die Durchbruchsstelle anzusehen hat. Er zeigt hier eine gut entwickelte Säulenabsonderung und eine Mächtigkeit von etwa 50 m. Nach oben und besonders auf der gegen 130 m höher gelegenen Kuppe des Berges breitet sich der Basalt deckenförmig aus. Wahrscheinlich hing er ursprünglich mit dem weiter südlich auf dem Bl. Lengsfeld gelegenen Dietrichsberg (686,4 m NN) zusammen und ist erst später durch die bald nach der Eruption der Rhönbasalte einsetzende Erosion von demselben getrennt worden. Der Basalt des Öchsen ist ein viel Olivin enthaltender Limburgit. Auch Augit und Magnetit liegen in kleineren Einsprenglingen neben Olivin in der dunklen (bräunlichen) Basis, welche den Hauptbestandteil der dichten Grundmasse bildet. Die Verwitterung vollzieht sich sehr langsam; die Blöcke im Gehängeschutt besitzen deshalb nur eine dünne Verwitterungsrinde und werden wegen ihrer Festigkeit als Straßenbaumaterial weithin fortgeführt.“

Diesen Ausführungen und der Signatur der geologischen Karte entsprechend möchte man annehmen, daß das am Öchsen bei Vacha abgebaute Gestein ein gewöhnlicher und einheitlicher Limburgit sei. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse etwas komplizierter. Der Steinbruchbetrieb, der auch heute noch in vollem Umfang arbeitet, hat den Basalt bis zu großen Tiefen aufgeschlossen, und erlaubt einen Einblick in die Differentiationsvorgänge bei der Erstarrung, die zu einer faziellen Verschiedenheit in der Ausbildung des Limburgitischen Magmas geführt haben.

Im Folgenden soll ein kurzer Überblick gegeben werden über die verschiedenen Arten von Basalt, die in dem Steinbruch am Öchsen beobachtet werden konnten und die zeigen, daß auch in einem kleinen, chemisch ziemlich einheitlichen Magmaerguß infolge verschiedener Druck- und Temperaturverhältnisse eine gewisse Variationsbreite für die Ausbildung selbst auf relativ engem Raume möglich ist. Auf der oberen Sohle des Steinbruchs, die nach Norden hin geöffnet ist, steht der Basalt zum Teil in Säulen an, deren Stellung fiederförmig dem Ausbruchspunkt zustrebt und anscheinend den eigentlichen Eruptionsschlot darstellt. Derjenige Teil, in dem die Säulen schlotartig zusammenstreben, besteht aus einem Nephelinbasalt, der allerdings stellenweise rascher erstarrt zu sein scheint, so daß Nephelin und andere Gemengteile nicht oder nur wenig zur Ausbildung kamen. Der Rest erstarrte als Glas und ein nephelinhaltiger Limburgit resultierte. Diesen Basalt findet man auch im östlichen Teil des Bruches, der jenseits des Schlotes liegt. Im westlichen Teile der obersten Sohle findet man einen Limburgit mit mehr oder weniger großem Gehalt an Hauyn unter stärkerem Zurücktreten oder völligem Verschwinden von Nephelin. Noch weiter nach Westen nimmt der Nephelin wieder zu und im westlichsten Teile des Bruches findet man einen reinen Nephelinbasalt ohne Glas. Ein ebensolcher Nephelinbasalt bildet den westlichen Teil der mittleren Sohle, während die den Schlot bildenden Säulen, die auch hier wieder deutlich hervortreten, vorwiegend aus Limburgit und teilweise aus nephelinhaltigem Limburgit bestehen. Alle

diese verschiedenen Limburgitausbildungen scheinen durch Übergänge miteinander verknüpft zu sein und nicht verschiedenen Ergüssen anzugehören. Hauyn findet man nicht nur in den Limburgiten der oberen Sohle, sondern auch im Nephelinbasalt der mittleren Sohle, in dem der Nephelin teilweise durch Hauyn ersetzt wird.

Die einzelnen durch Übergänge miteinander verbundenen, aber an sich deutlich charakterisierten Typen sollen im folgenden näher beschrieben werden.

### I. Hauynlimburgit.

Unter dem Mikroskop erkennt man in einer relativ feinkörnigen Grundmasse Einsprenglinge von Olivin und vereinzelt Augiten. Die Olivine sind im allgemeinen frisch und zeigen nur gelegentlich auf Spaltrissen eine Umwandlung in Serpentin und in Magnetit, letzteres besonders auch randlich. Magmatische Korrosion ist gelegentlich zu beobachten. Ebenfalls Zwillingbildung nach (010) u. a. Einschlüsse im Olivin sind nicht allzu zahlreich. Man findet Kriställchen von Magnetit und winzige braune Picotit-Oktaederchen. — Der Augit tritt in grünlichen idiomorphen Säulen relativ selten auf, meist in ziemlich kleinen Individuen. Zonarstruktur ist häufig, ebenso isomorphe Schichtung mit geometrisch ähnlichen, parallel auslöschenden Schalen. Die im allgemeinen nicht sehr stark verbreitete Zwillingbildung von Durchkreuzungszwillingen nach (122), wobei  $c:c=120^\circ$  beträgt, tritt bei den vorliegenden Augiten relativ häufig auf. Einschlüsse von Glas, Magnetit und Apatitsäulchen sind häufig. — In der dichten, feinkörnigen Grundmasse überwiegt der Augit die übrigen Gemengteile. Er zeigt die gleiche Ausbildung wie die oben beschriebenen Einsprenglinge, ist lediglich kleiner ausgebildet, gelegentlich auch in kleinen Körnchen. — Nach ihm erscheint, an Häufigkeit zurücktretend, der Hauyn. Oberflächlich betrachtet könnte man ihn, da er vielfach gegenüber dem Augit und dem Magnetit allotriomorph ist, für ein helles isotropes Glas mit Kristalliteinschlüssen halten. Untersucht man jedoch sein Verhalten gegenüber dem braunen Glas der Grundmasse, so erweist er sich als idiomorph. Wo er von braunem Glase umgeben ist, zeigt er vierseitige und sechseckige Querschnitte (siehe Abb. 1—4). Bei gekreuzten Nikols erweist er sich als vollkommen isotrop. Im Inneren der Kristalle und auch der allotriomorphen Querschnitte erkennt man Trübungen mit oft parallelen Strichsystemen. Einschlüsse von Magnetit, Augit und anderen Gemengteilen sind häufig. Die Lichtbrechung ist geringer als die der übrigen Gemengteile und auch geringer als die des Kanadabalsams, wie sich aus der Beobachtung der Beckeschen Linie ergibt. Sie ist auch geringer als die Lichtbrechung des braunen Glases, das seinerseits schon etwas unterhalb der Lichtbrechung des Kanadabalsams liegt. Da theoretisch  $n=1,46-1,496$  sein soll, stimmen die obigen Beobachtungen mit den theoretisch geforderten Werten überein.

Nicht so reichlich wie Augit und Hauyn findet man den Magnetit. Meist zeigt er sich primär ausgeschieden in guten Kristallformen. Häufig aber ist er sekundär aus dem Olivin gebildet worden und läßt dann keine genauen Umrisse erkennen. Gelegentlich zeigt er undeutlich die Formen des ehemaligen Olivins und schließt auch noch Reste davon in seinem Inneren ein. — Als Zwischenklemmungsmasse zwischen diesen Gemengteilen der Grundmasse findet sich eine Basis von hell- bis dunkelbraunem, gelegentlich farblos werdendem

Glas. Es ist oft klar durchsichtig, oft aber auch getrübt und dann häufig feinnadelige Kristallite einschließend. Bei gekreuzten Nikols erweist es sich als isotrop ohne optische Anomalien. — Akzessorisch findet man Apatit in winzigen Säulchen, meist von braunem Glas umschlossen, relativ sehr selten.

## II. Hauyn-Nephelin-Limburgit.

Das Gestein zeigt unter dem Mikroskop die gleichen Einsprenglinge wie das vorherbeschriebene. Die Olivine weisen gegenüber denjenigen des Hauynlimburgits eine stärkere Serpentinisierung, stärkere magmatische Korrosion und sehr viel Einschlüsse von winzigen braunen Picotiten auf. Die Augite sind zahlreicher und größer als im Hauynlimburgit, zeigen aber sonst die gleichen Formen. — In der Grundmasse ist der Augit stark vorwiegend, während Nephelin und Hauyn zurücktreten. Dagegen zeigt sich, daß an ihre Stelle reichlich eine helle bis bräunliche, vollkommen isotrope Glasbasis getreten ist. Magnetit ist wie bei I. ausgebildet. Als sekundäre Bildungen treten Adern auf, die mit Kalkspat ausgefüllt sind.

Der vorstehend beschriebene Basalt stellt einen Übergang dar zu dem nunmehr zu beschreibenden Nephelinlimburgit.

## III. Nephelin-Limburgit.

Als Einsprenglinge erscheinen die gleichen Olivine und Augite wie vorher beschrieben. Als eine besondere Seltenheit sei hier das Vorkommen eines großen Einsprenglings von Picotit erwähnt. Das Mineral erscheint in der Form eines quadratischen Querschnittes mit diagonaler Spaltbarkeit [Kristallgestalt vermutlich ein Oktaeder, Spaltbarkeit  $\parallel(100)$ ]. Die Farbe des Minerals ist ein gelbliches Braun von starker Intensität, Pleochroismus ist nicht vorhanden. Das Mineral ist isotrop. Randlich ist es von einem breiten Saum von Magnetit umgeben (siehe Abb. 7). In der Grundmasse ist Augit wieder reichlich vorhanden. Als Basis findet sich vorwiegend ein bräunliches Glas mit Kristalliten. Lokal kann man innige Verwachsungen von Nephelin, winzigem Biotit (pleochroitisch, c gelbbraun, a grünlich;  $\parallel$  Auslöschung), kleinsten Kristalliten von rotbraunem Cossyrit (pleochroitisch, rotbraun-schwarzbraun) und Nadelchen von Apatit mit braunem Glas feststellen. Das braune Glas zeigt eine weitgehende Umwandlung in Rhönit, wobei auffallenderweise die neugebildeten Rhönitkristalle, die durchweg nach der c-Achse gestreckt sind, in bestimmten Richtungen angeordnet sind, so daß sie sich gegenseitig unter Winkeln von  $60^\circ$  kreuzen und gelegentlich sechszackige Sternchen bilden. Die in dem Glas eingeschlossenen Nepheline zeigen des öfteren ausgeprägte Kristallformen und zwar die schon oben erwähnten vierseitigen oder sechsseitigen Querschnitte, in diesem Falle umgeben von einem dichten Kranz winzigster Kristallite. — Nephelin ist auch sonst im Gestein reichlich vorhanden und verdrängt stellenweise das braune Glas weitgehendst. Auffallend ist sein häufiges Auftreten zusammen mit Schlieren von dunkelbraun gefärbtem Glas, in das er entweder in der oben beschriebenen Form oder aber in langgestreckten Säulchen, gelegentlich sogar in langen Nadelchen eingebettet erscheint. Die Identität dieser Einschlüsse mit Nephelin geht aus den charakteristischen optischen Verhältnissen ziemlich eindeutig hervor. — Die übrigen Gemengteile der Grundmassen unterscheiden sich in keiner Weise von den bisher beschriebenen des Hauynlimburgits.

#### IV. Limburgit.

Auf den Limburgit trifft im großen ganzen die Beschreibung zu, die VON KOENEN (Lit. 2) früher gegeben hat und die oben bereits angeführt wurde. Als Einsprenglinge sieht man Olivine und Augite, die sich in keiner Weise von den oben beschriebenen unterscheiden. In der Grundmasse herrscht der Augit stark vor. Er ist zum Teil etwas stärker zersetzt als in den bisher beschriebenen Basalten. Man findet stellenweise Augite, die bis auf wenige Reste in Chlorit, Epidot und Kalkspat umgewandelt sind. Olivin und Magnetit beteiligen sich ebenfalls in idiomorphen Kristallen am Aufbau der Grundmasse. Zwischen diese idiomorphen Mineralien klemmt sich nun eine Basis, die aus trübem, bräunlichem, isotropem Glas mit vielen Kristalliten besteht. Wie bei den oben beschriebenen Limburgiten treten auch in dem vorliegenden Limburgit Schlieren eines intensiv braunen Glases auf, in denen Neubildungen von Rhönit und gelegentlich Nephelin zu beobachten sind. In einem einzelnen Falle wurde eine rundliche Anhäufung braunen Glases mit starker Bildung von Kristalliten und von Rhönitkriställchen, umgeben von einem breiten Kranz größerer Augite beobachtet, die sich scharf von ihrer feinkörnigen Umgebung abhebt. Serpentin-Substanz, von zersetzten Olivinen herrührend, ist im Schliff reichlich zu beobachten und oft genug nicht auf die Nähe von Olivin beschränkt, sondern vergesellschaftet mit Glas, Kalkspat und anderen Bildungen. Typisch ist für den vorliegenden Limburgit das völlige Verschwinden des Hauyns und das starke Zurücktreten des Nephelins, der nur in einzelnen Schlieren gelegentlich zu beobachten ist.

#### V. Hauyn-Nephelinbasalt.

Unter dem Mikroskop sieht man in einer feinkörnigen Grundmasse Einsprenglinge von Olivin und Augit. Die Olivine sind häufig serpentinisiert und in Magnetit umgewandelt. Gelegentlich geht diese Umwandlung so weit, daß von dem ursprünglichen Olivin nur noch einige Reste von Serpentin und Magnetit übriggeblieben sind. Zwillingsbildungen kommen vor. In einem Falle wurden Anwachszwillinge nach (101) beobachtet. Einschlüsse von Glas, Picotit, Magnetit u. a. wurden beobachtet. — Augite kommen als Einsprenglinge nur selten und in kleinen Individuen vor. Ihre bräunlichrote Farbe, die randlich stärker auftritt als in der Mitte, und ihre bei gekreuzten Nikols erkennbare zonare Struktur deutet auf Titangehalt. Magmatische Korrosion ist gelegentlich zu beobachten und kann zur völligen Wiederauflösung des Kristalls führen.

In der Grundmasse finden sich Augit, Olivin und Magnetit, welche die gleiche Ausbildung zeigen, wie beim Hauynlimburgit unter I. beschrieben wurde. Hauyn tritt reichlich auf und erscheint in denselben charakteristischen Formen wie im Hauynlimburgit. Mit dem Hauyn teilt sich in die Ausfüllung des Raumes zwischen Augit, Olivin und Erz der reichlich vorhandene Nephelin, der durch seine dunkelblaugrauen Interferenzfarben auffällt. Es zeigt sich, daß er im allgemeinen dem Augit und Olivin gegenüber allotriomorph ist und als eine Art Zwischenklemmungsmasse fungiert. Dem Hauyn und dem lokal vorhandenem braunem Glas gegenüber tritt er dagegen idiomorph auf und ragt mit seinen gut ausgebildeten Kristallformen (Rechtecke und sechseckige Formen) in den Hauyn und das braune Glas hinein

(siehe Abb. 5 u. 6). Stets zeigt er eine gleichmäßige Auslöschung auf der ganzen Fläche parallel zu seiner Umgrenzung. Auch dann, wenn er keine deutlichen Kristallformen zeigt, sondern sich allotriomorph dem Augit und dem Olivin anpassen muß, erfolgt die Auslöschung entweder parallel zu irgendeiner Grenzfläche oder aber die unregelmäßig begrenzte Substanz ist durch Sprünge in bestimmten Richtungen in Einzelindividuen zerlegt und die Auslöschung erfolgt parallel zu der Umrandung dieser Einzelindividuen. Der Nephelin zeigt im Kanadabalsam keinerlei Relief, sein Brechungsexponent muß also ungefähr mit demjenigen des Kanadabalsams übereinstimmen. An Häufigkeit tritt der Nephelin gegen den Hauyn zurück. — Braune Glasbasis ist nur noch lokal vorhanden und meist durch Hauyn und Nephelin ersetzt. Sie zeigt im übrigen die gleiche Ausbildung wie im Hauynlimburgit I.

### VI. Nephelinbasalt.

Das Gestein, das sich schon äußerlich durch rauheren Bruch und andere Verwitterungsformen von den Limburgiten unterscheiden läßt, zeigt unter dem Mikroskop durch das Verschwinden der braunen Glasbasis und ihren Ersatz vorwiegend durch Nephelin ein wesentlich anderes Bild als die oben beschriebenen Limburgite. Die Einsprenglinge sind zwar dieselben wie bei den oben beschriebenen Basalten. Die Olivine überwiegen stark, sind meist kräftig serpentiniert und häufig in Magnetit umgewandelt. Die Augite erscheinen dagegen zahlreicher als im Limburgit, haben ausgeprägte Zonarstruktur und randlich meist eine violetttere Färbung infolge Titangehaltes. In der Grundmasse herrscht der Augit stark vor. Mit Magnetit und Olivin zusammen macht er den weitaus größten Teil der Grundmasse aus. Zwischen den idiomorphen Körnchen dieser drei Bestandteile bildet der Nephelin die allotriomorphe Zwischenklemmungsmasse. Im allgemeinen gilt hier das gleiche, was schon oben beim Nephelin ausgeführt wurde: er erweist sich gegenüber Augit, Olivin und Magnetit als allotriomorph, dagegen gegenüber braunem Glas, das gelegentlich in schlierigen Resten vorhanden ist, als idiomorph mit deutlich hexagonaler Kristallgestalt und paralleler Auslöschung. Neben ihm findet sich noch, etwas zurücktretend, eine Basis aus hellem Glas, die im Gegensatz zum Nephelin meist völlig isotrop ist, gelegentlich jedoch undulöse Auslöschung und öfters eine Trübung unter Bildung winzigster doppelbrechender Nadelchen aufweist. Es ist in früheren Untersuchungen schon des öfteren die Vermutung ausgesprochen worden, daß diese helle isotrope Basis, die gelegentlich undulöse Auslöschung und Neubildung winzigster Nadelchen zeigt, von zeolithischem Charakter sei bzw. daß aus ihr zeolithische Substanzen hervorgehen könnten. In neueren Arbeiten haben A. STEUER, F. K. DRESCHER und K. HOLLER (Lit. 5 u. 6) diese Annahme weitgehendst wahrscheinlich gemacht, da sich nachweisen ließ, daß diese helle glasähnliche Substanz, die ein „Restglas“ darstellt, eine Reihe für Zeolithe charakteristischer Eigenschaften (Entwässerungskurven, Austauschreaktion, Lichtbrechung, spezifisches Gewicht u. a.) und auch ihre chemische Zusammensetzung besitzt. Wie sich aus dem Vorkommen einer zeolithischen Randzone an manchen südnorwegischen Vorkommen von Elaeolith und aus Versuchen von F. K. DRESCHER (Lit. 6) ergibt, kann auch Nephelin durch thermale Einwirkung überhitzter Dämpfe in zeolithische Substanzen übergeführt werden. Es handelt sich dabei vermutlich um die Entstehung von Hydronephelit, dem

schon von HINTZE (Lit. 7) u. a. zeolithischer Charakter zugesprochen wurde. Zeolithische Neubildung aus ursprünglich vorhandenem Nephelin scheint auch in dem vorliegenden Nephelinbasalt mitgewirkt zu haben. Jedenfalls ist das Vorhandensein undulös auslöschenden hellen Restglases, einerseits als Zwischenklemmungsmasse, andererseits in feinsten Äderchen den Schriff durchziehend (im letzten Falle häufig auch mit Kalkspat oder Serpentineubildungen durchsetzt) deutlich erkennbar und keineswegs selten. Braune Glasbasis kommt, wie bereits oben erwähnt, gelegentlich in kleinen Schlieren vor, ist aber selten. Ebenso findet man vereinzelt Hauyn, der durch seine zentralen Einlagerungen stets leicht erkennbar ist.

Die vorstehend geschilderten Basalte stellen verschiedene Faziesbildungen eines nephelinbasaltischen Magmas der Natronreihe dar. In demjenigen Teil des Basaltvorkommens, der durch seine Säulenstellung wahrscheinlich als Schlot anzusehen ist, zeigen sich die zentralen Partien in der oberen Sohle als vorwiegend aus nephelinhaltigem Limburgit bestehend. Die petrographische Beschreibung läßt erkennen, daß der Nephelin nur stellenweise zur Ausbildung gelangen konnte, während er an anderen Stellen offenbar in dem Glas enthalten ist oder gelegentlich in eutektischer Verwachsung mit ihm zusammen erstarrte. In den randlicheren Teilen, zu denen wohl auch die Säulen der unteren Sohle gehören mögen, ist es nicht zur Ausbildung von Nephelin gekommen, sondern das Magma erstarrte als reiner Limburgit. Ein großer Teil des ausgeflossenen Magmas, der sich seitwärts von dem eigentlichen Schlot befindet, zeigt Ausbildungen als Nephelinbasalt, Nephelinhauynbasalt und Hauynlimburgit nebst Übergängen. Man kann das sowohl in den zentralen und westlichen Teilen der oberen wie auch der unteren Sohle beobachten. In diesen Variationen ist das braune Glas entweder durch Hauyn oder durch Nephelin oder durch beide ersetzt. Die Ergüsse dürften von ziemlicher Mächtigkeit gewesen sein und da, wo das Magma Zeit zur Kristallisation und zu eventueller Entmischung fand, wurde das Glas durch die oben erwähnten Mineralien ersetzt. Plagioklas kam infolge der Basizität und des relativen Alkalireichtums nicht zur Ausbildung. Ob das Auftreten von Hauyn, welches anscheinend örtlich auf die Mitte des westlichen Teils beschränkt ist, nur eine Schliere darstellt oder ob der Hauyn in dem vorliegenden Magma auch sonst weiter verbreitet ist, muß hier unentschieden bleiben. Auch die Frage, ob das Sulfat-Molekül primär im Magma vorhanden war, dann also infolge von Differentiationsvorgängen angereichert wurde oder ob seine Anwesenheit auf die Assimilation irgendwelcher Einschlüsse zurückzuführen ist, kann nicht entschieden werden. Daß das Magma in nicht geringem Maße fremdes Material in sich aufgenommen hat, ist sehr wahrscheinlich, zumal auch in den aufgeschlossenen Teilen des Basaltvorkommens die immer noch relativ oberflächennah und infolgedessen nicht so heiß gewesen sind, zahlreiche Einschlüsse von fremdem Material (Sandstein, Kalk u. a.) beobachtet werden können. Diese Einschlüsse sind auch von dem schon relativ kühlen Magma oft weitgehend assimiliert worden und haben zu Neubildungen Anlaß gegeben. Vielleicht könnte eine eingehende Untersuchung der Einschlüsse und ihrer Umwandlungsprodukte eine Antwort auf die Frage geben, ob das Vorkommen des Hauyns im Limburgit von Vacha auf assimiliertes fremdes Material zurückzuführen oder eine primäre Bildung des Magmas ist.

Jedenfalls stellt dieses Vorkommen eine bisher nur ganz selten beobachtete Variation des Limburgits dar, wie sie in der Literatur bis jetzt nur von zwei Stellen bekannt war.

### Literatur:

1. H. BÜCKING, „Geologischer Führer durch die Rhön“, Berlin 1916.
2. A. VON KOENEN, „Erläuterungen zu Blatt Vacha“. Berlin 1925.
3. ROSEBUSCH, „Elemente der Gesteinslehre“, Stuttgart 1910, 472.
4. L. SCHULTE, „Geologische und petrographische Untersuchungen der Umgebung der Dauner Maare“. Vhdlg. d. Naturf. Ver. Bonn 1891, XLVIII, 174.
5. A. STEUER, K. HOLLER, F.K. DRESCHER, „Über die Ursache des Sonnenbrandes“. Ztschr. „Die Steinstraße“ 1929. 2. Jahrg. N. 1.
6. K. HOLLER, „Zeolith in Eruptivgesteinen“. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1930. 38. Jahrgang. Heft 2.
7. HINTZE, „Handbuch der Mineralogie“, Leipzig 1897.

### Tafelerklärung:

- Fig. 1: Hauyn, umgeben von kristallreichem Glas und Augit (schräg schraffiert).  
Fig. 2: Hauyn, umgeben von Glas (schräg schraffiert) und Augit (senkrecht schraffiert).  
Fig. 3: 2 Hauyne, umgeben von Glas (schräg schraffiert), Augit (senkrecht schraffiert) und Magnetit (schwarz).  
Fig. 4: Hauyn, umgeben von Augit, Glas und Erz (wie oben).  
Fig. 5: Nephelin (n), umgeben von Hauyn (h), Augit und Glas (wie oben).  
Fig. 6: Nephelin (n), umgeben von Augit, Glas und Magnetit (wie oben).  
Fig. 7: Picotit, umgeben von Magnetit.

# Bemerkungen zur Tektonischen Skizze des westlichen Mainzer Beckens

Von WILHELM WAGNER.

Tafel 16.

1. Als Unterlage für die Anfertigung der Karte, die zum Teil auf Feldbeobachtungen beruht, zum Teil als ein konstruktives Arbeitsergebnis zu betrachten ist, dienen:

- Blatt Eltville-Heidenfahrt, geologisch aufgenommen von A. LEPPLA, F. MICHELS, K. SCHLOSSMACHER, A. STEUER und W. WAGNER. (Noch nicht veröffentlicht. Berlin.)
- Blatt Wiesbaden-Kastell, geologisch aufgenommen von A. LEPPLA und A. STEUER. Berlin 1923.
- Blatt Bingen-Rüdesheim, geologisch aufgenommen von W. WAGNER und F. MICHELS. Darmstadt 1930.
- Blatt Ober-Jngelheim, geologisch aufgenommen von W. WAGNER. (Darmstadt, noch nicht veröffentlicht.)
- Blatt Mainz (Feldbegehungen von W. WAGNER).
- Blatt Groß-Gerau, geologisch aufgenommen von A. STEUER. Darmstadt 1905.
- Blatt Wöllstein-Kreuznach, geologisch aufgenommen von W. WAGNER. Darmstadt 1926.
- Blatt Wörrstadt }  
Blatt Udenheim } Feldbegehungen von W. WAGNER.
- Blatt Oppenheim, geologisch aufgenommen von A. STEUER. Darmstadt 1911.
- Blatt Fürfeld, geologisch aufgenommen von H. SCHOPP. Darmstadt 1913.
- Blatt Gau-Odernheim }  
Blatt Alzey } Feldbegehungen von W. WAGNER.
- Die geologische Spezialaufnahme der durch Feldbegehungen erkundeten Blätter wird wahrscheinlich weitere Veränderungen erbringen, insbesondere die Genauigkeit der Karte wesentlich verbessern. Die Karte ist deshalb nur als tektonische Skizze bezeichnet worden. Aus den auf der Skizze eingetragenen Zahlen ersieht man die Höhenlage bestimmter Ablagerungen bezogen auf Normalnull. Aus diesen Zahlenangaben kann man einerseits schließen, warum in bestimmten Gebieten Störungslinien eingetragen sind, andererseits zeigen sie, daß noch weitere nicht eingetragene Störungen des Gebiet durchziehen.

2. Das Gebiet umfaßt das westliche Mainzer Becken nördlich des Alzey-Niersteiner Horstes.

Dieser baut sich aus Rotliegendem auf, das sich nach Südwesten hin, als Sattel in das Pfälzer Bergland hinein, fortsetzt.

**3. Das Mainzer Becken ist im wesentlichen ein tertiäres Senkungsfeld innerhalb der alten Saar-Saale-Senke.**

Es hängt ursächlich mit der tertiären Rheintalgrabenbildung zusammen.

4. Der Abbruch des dargestellten westlichen Teiles des Mainzer Beckens vom Rheinischen Schiefergebirge, dem Pfälzer Bergland und dem Alzey-Niersteiner Horst vollzog sich an Südost-Nordwest und Südwest-Nordost gerichteten Störungen. (Nord 30° bis 40° West und Nord 50° bis 60° Ost.)

5. Im Nordwesten wird die Saar-Saale-Senke durch Störung vom altpaläozoischen Rheinischen Schiefergebirge getrennt.

Diese Saar-Saale-Störung verläuft etwas spitzwinklig zum Schichtenstreichen.

6. Die Saar-Saale-Störung bildet keine scharfe Nordgrenze des Mainzer Beckens.

Transgressionen in der Zeit vom Mitteloligozän bis zum Untermiozän (Corbicularschichten) greifen in beschränktem Umfang noch in das randliche Rheinische Schiefergebirge hinein. Diese Gebiete wurden in der Skizze, dem Schiefergebirge zugehörig, dargestellt.

7. Es bestehen Beziehungen zwischen den Ablagerungen des Tertiärs und dem alten rotliegenden Gebirgsbau.

Die senkende Tendenz, welche die Südwest-Nordost ziehende Nahemulde im Rotliegenden auszeichnete und die durch Brüche noch betont wurde, tritt im Oligozän wieder in Wirkung.

Im Bereich der Nahemulde transgredierte das Oligozänmeer weit nach Südwesten bis in die Gegend von Sobernheim und bildete eine Bucht im Pfälzer Bergland.

8. Eine Südost-Nordwest (Nord 35° West) gerichtete Störungszone von Alzey bis zum Nahedurchbruch bei Bingen trennt im wesentlichen das rotliegende Pfälzer Bergland vom Mainzer Becken.

9. Westlich dieser Störungszone liegt zwischen Gensingen und Flonheim die „Kreuznacher Bucht“. Sie stellt ein, nach Südwesten, in das Pfälzer Bergland eingreifendes Bruchfeld dar. Dieses Bruchfeld, in dem miozäne Bildungen fehlen, findet seine südwestliche Begrenzung an der Kreuznacher Quarzporphyrmasse. Diese bildet einen wesentlichen Teil des nördlichen Teilgewölbes des Pfälzer Sattels.

10. Am Aufbau des Mainzer Beckens beteiligen sich:

1. Mitteloligozän:

- |                 |                                     |
|-----------------|-------------------------------------|
| a) Rupelton     | } mit Strandbildungen (Meeressand). |
| b) Schleichsand |                                     |

## 2. Oberligozän:

- a) Brackischer Cyrenenmergel.
- b) Süßwasserzone.

## 3. Untermiozän:

- a) Cerithienschichten.
- b) Corbiculaschichten (Schichten mit *Hydrobia inflata*).
- c) Hydrobienschichten.

## 4. Unterpliozän:

Bohnerzbildungen, Dinotheriensande.

## 5. Diluvium:

Flußterrassen, Löße, Flugsande.

11. Die Schichten des Tertiärs im Mainzer Becken liegen horizontal.

Eine Schrägstellung derselben findet sich nur, an Störungen gebunden, örtlich begrenzt.

12. Die mitteloligozänen Randbildungen des Mainzer Beckens sind Strandbildungen, in denen gleichalterige Ablagerungen mit großem Höhenunterschied zum Absatz kommen konnten.

13. Das tertiäre Senkungsfeld des westlichen Mainzer Beckens wird von einer Bruchtektonik mit vertikalen Bewegungen beherrscht.

14. Die Störungsrichtung ist entweder eine südwest-nordöstliche (Nord 50° bis 60° Ost) oder eine südost-nordwestliche (Nord 30° bis 40° West). Abweichungen von diesen zwei Richtungen sind nur gering.

15. Die rheinische Nordnordostrichtung ließ sich bis jetzt nicht nachweisen.

16. Es lassen sich im Mainzer Becken **zwei Störungsphasen** unterscheiden:

## a) Die vorpliozäne.

Sie liegt zwischen der Bildungszeit des Untermiozäns und des Unterpliozäns.

Eine Störung, die im unteren Selztal zwischen Stackeden und Ingelheim verläuft, setzte vermutlich schon während der Bildung der Corbiculaschichten ein. Westlich des Tales herrscht die Mergelfazies, östlich die Kalkfazies.

## b) Die nachpliozäne.

Von einem Teil der Störungen dieser Phase kann nur ausgesagt werden, daß er nach dem Unterpliozän erfolgt ist.

Von einem anderen Teil, daß er sich nach Ablagerung der Hauptterrassengruppe im Diluvium vollzogen hat.

17. Die diluvialen Störungen sind ursächlich mit dem zweiten Grabenbruch, dem diluvialen Rheintalgrabenbruch verknüpft. Dieser hat sich innerhalb des tertiären Senkungsfeldes vollzogen.

18. Das diluviale Senkungsfeld der sogen. Mosbacher Sande bei Wiesbaden, verdankt die tiefe Lage der Hauptterrassenbildungen mit unmittelbarer Überlagerung durch Mittelterrassen einem Senkungsvorgang am Schluß der Hauptterrassenzeit und während der Ablagerung der Mittelterrassen.

19. Bewegungen vollziehen sich auf alten Störungslinien wahrscheinlich während des ganzen Diluviums und noch in der Jetztzeit. Die Beständigkeit der Nackenheimer Stromschnelle und die der Stromschnelle im Binger Loch kann auf junge Bewegungen zurückgeführt werden.

20. Auf heutige Bewegungen längs der alten Bruchlinien weist das Taunusbeben vom 22. Januar 1930 hin. Die Saar-Saale-Störung zwischen Mainz und Bingen bildete die Südgrenze des Bebens, die Störungslinie längs des Nahedurchbruchs bei Bingen und ihre Verlängerung längs des Rheinlaufes nördlich von Bingen die Westgrenze des Bebens.

21. Die Auswirkung des diluvialen Rheintalgrabenbruches in dem westlichen Mainzer Becken löst sich auf den alten Nordost- und Nordweststörungslinien aus. Es vollzieht sich, soweit bis jetzt bekannt, kein Aufreißen neuer Linien in der rheinischen Richtung.

**22. Es findet ein staffelförmiges Absinken der Tertiärschichten zum Rheintal zwischen Mainz und Bingen statt.**

- a) Vom Taunusrand (Saar-Saale-Störung) in schneller Folge nach Südosten.
- b) Vom Alzey-Niersteiner Horst über weite Strecken hin nach Nordwesten.
- c) Der tiefste Teil der Mainz-Binger-Grabensenke liegt im Gebiet der Niederterrasse auf dem linken Rheinufer.

**23. Es findet ferner ein staffelförmiges Absinken der Tertiärschichten vom Pfälzer Bergland nach Nordosten zum Rheintal zwischen Nierstein und Mainz statt.**

24. Das staffelförmige Absinken wird stellenweise durch stehengebliebene oder gehobene Schollen unterbrochen.

25. Es lassen sich Beziehungen zwischen der Tektonik und der Morphologie erkennen. Das Zerschneiden des Gebietes durch die Täler lehnt sich an die tektonisch vorgezeichneten Linien an. Dies gibt sich besonders deutlich in einer auffälligen Parallelität der Täler des Appel-, Wies- und Welzbaches und der Selz zu erkennen.

26. Der Rhein folgt nach Durchbrechung des Alzey-Niersteiner Horstes von Nackenheim bis Schierstein der Störungsrichtung Nord 30° West, von Schierstein bis zum Eintritt in das Rheinische Schiefergebirge oberhalb von Bingen der Störungsrichtung Nord 60° Ost.

27. Veranlassung für den Nahedurchbruch und den Rheindurchbruch durch das Rheinische Schiefergebirge bei Bingen ist die nach Nordnordwesten verlängerte Bruchlinie zwischen Pfälzer Bergland und Mainzer Becken, auf der die besten Bedingungen für den Abfluß der Gewässer nach der nördlich des Taunus-Bingerwald gelegenen Tertiärsenke gegeben waren.

# Hessisches geologisches Schriftwerk.

## Zur Einführung.

Das erste im Oktober 1854 erschienene Heft des Notizblattes des Vereins für Erdkunde und verwandte Wissenschaften ging mit folgender Zielsetzung hinaus: „Es hat nicht nur die Bestimmung, Mitteilungen über Angelegenheiten des Vereins schneller zur Kenntnis der Mitglieder zu bringen, sondern soll auch Originalaufsätze geographischen, naturhistorischen und statistischen Inhalts namentlich aus dem Bereiche des Großherzogtums, welche dem Zwecke und Umfang des Notizblattes entsprechen, sowie kurze Auszüge und Notizen aus anderen Schriften in Verbindung mit literarischen Nachweisungen enthalten.“

Der Darmstädter Verein für Erdkunde hat merkwürdige Schicksale gehabt, die in seiner Zeitschrift deutlich zum Ausdruck kommen. — Im Jahre 1857 trat der im Jahre 1851 gegründete Mittelrheinische Geologische Verein dadurch in enge Verbindung mit dem Verein für Erdkunde, daß das Notizblatt zum gemeinsamen Organ gemacht wurde. Seit dem Jahre 1862 veröffentlicht auch die Zentralstelle für die Landesstatistik, die aus dem Verein für Erdkunde hervorgegangen ist, ihre Mitteilungen im Notizblatt.

Aus den im Jahre 1880 angeknüpften Beziehungen zu dem neugegründeten Naturwissenschaftlichen Verein zu Darmstadt wurde keine dauernde Verbindung. Um so inniger gestaltete sich dagegen das Verhältnis zu der im Jahre 1881 als Rechtsnachfolgerin des Mittelrheinischen Geologischen Vereins gegründeten Hessischen Geologischen Landesanstalt, die, als der Verein für Erdkunde sich allmählich auflöste, wenigstens einen Teil seiner Aufgaben, nämlich die Verwaltung der Bücherei und die Herausgabe der Zeitschrift übernahm. Letztere führt zwar auch heute noch den herkömmlichen Titel, hat sich aber insofern stark verändert, als sie allmählich zu einem Organ geworden ist, das vorwiegend die reine und angewandte Geologie Hessens durch jährliche Veröffentlichung von Aufsätzen der Landesgeologen und der Mitarbeiter pflegt. Die Notizen aber sind, abgesehen von dem Jahresbericht der Direktion, schon lange in Wegfall gekommen. Das kommt schon im Vorwort zur 4. Folge (Darmstadt 1880) zum Ausdruck.

Um nun das alte Herkommen wenigstens z. T. wieder aufleben zu lassen, haben wir die Absicht, von jetzt ab alljährlich außer den Zugängen für die Bücherei auch ein Verzeichnis der uns bekannt werdenden, anderwärts erschienenen Schriften mitzuteilen, die sich mit der Geologie von Hessen im weitesten Sinne des Wortes befassen. Es soll also nicht bloß Arbeiten über

reine und angewandte Geologie, sondern vor allem auch das bodenkundliche Schrifttum und das der geographischen und vorgeschichtlichen Grenzgebiete, sowie auch, so weit zugänglich, volkstümliche und schulmäßige Schriften umfassen.

Wir hoffen dadurch besonders unseren nicht in Darmstadt und fern von Büchereien wohnenden Mitarbeitern und Vertrauensleuten, aber auch allen sonstigen Liebhabern der heimischen Geologie zu dienen. Um diesen Dienst zu einem recht ersprießlichen machen zu können, bitten wir deshalb alle Verfasser und Verleger solcher Schriften um Einsendung oder doch Namhaftmachung derselben.

Weil der von den Deutschen Geologischen Landesanstalten herausgegebene jährliche Literaturbericht bis zum Jahre 1927 einschließlich schon vorliegt, geben wir diesmal um des lückenlosen Anschlusses willen außer den bis zum 31. Dezember 1929 erschienenen Schriften auch noch die des Jahres 1928.

Am Sammeln der Schriften haben sich außer mir noch Herr Bergrat Dr. WAGNER und Herr Sekretär MÜLLER beteiligt.

SCHOTTLER.

### Schriften des Jahres 1928.

- BEHN, F., HAUPT, O. und HEIL, H.: Ein Pfahlbau der Steinzeit bei Goddelau. Mainzer Zeitschr. Jahrg. 1923 (1928), S. 27—33.
- BEHRMANN, W.: Einleitung zu drei geomorphologischen Untersuchungen von Landschaften um Frankfurt a. M. Frankfurter Geograph. Hefte. 2. Jhg., S. 273. Frankfurt a. M. 1928.
- BÖHL, A.: Beitrag zur Stratigraphie und Paläontologie der tertiären Ablagerungen im östlichen Mainzer Becken. Abhandl. d. Senckenb. Natf. Ges. Bd. 41, S. 65—113. Frankfurt a. M. 1928.
- DIEHL, O.: Über hessische Basalte. „Die Steinindustrie“, 23. Jahrg., Heft 10, Mai 1928, S. 152—154.
- HARRASSOWITZ, H.: Anchimetamorphose, das Gebiet zwischen Oberflächen- und Tiefenumwandlung der Erdrinde. 12. Ber. d. Oberhess. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde. Gießen 1928.
- HAUPT, O.: Was uns die Messeler Urpferdchen erzählen. 1928. Gebr. Reichel in Augsburg.
- HUNKEL, H.: Über turbulente Eigenströme der obersten Erdschichten und ihre Beziehungen zu den Gesteinsgrenzen. Zeitschrift f. prakt. Geologie. Jahrg. 1928, S. 103.
- KIRCHHEIMER, F.: Die Gattung *Salvinia* in den Tertiärfloren der Wetterau und des Vogelsberges. Ber. d. Oberh. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde zu Gießen. Bd. XII: Naturwissenschaftl. Abteilung. Gießen 1928.
- KLÜPFEL, W.: Über die natürliche Gliederung des Hessischen Tertiärs und den Bewegungsmechanismus in tektonischen Senkungsfeldern. Geolog. Rundschau, Bd. 19 (1928), Heft 4.
- KÖBRICH: Die nicht staatlichen Mineralbäder in Hessen. 1. Sprudelbad in Vilbel. 2. Bad Selters bei Ortenberg. 3. Das Stahlbad König im Odenwald. 4. Das Solbad Wimpfen am Neckar. „Die Fundgrube“, 3. Jahrg., Nr. 14 und 15. Darmstadt 1928.

- KÖNIGSWALD, Ralph von: Ictitherium aus dem Unterpliocän von Eppelsheim und Frohnstetten. Centralblatt für Mineralogie etc. Jahrg. 1928, Abt. B, S. 646—649.
- KORN, Doris: Tektonische und gefügeanalytische Untersuchungen im Grundgebirge des Böllsteiner Odenwaldes. Dr.-Diss. N. Jahrb. f. Min. usw., Beil. Band LXII, Abt. B. Stuttgart 1928.
- KRÄUSEL, R.: Paläobotanische Notizen. IX. Über eine Cycadee aus den Cerithienkalken von Nierstein und über die tertiäre Verbreitung der Cycadeen. Senckenbergiana, Bd. X, S. 103. Frankfurt a. M. 1928.
- KREKELER, F.: Geologische Untersuchungen in der nördlichen Lahnmulde. 12. Ber. d. Oberhess. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde. Gießen 1928.
- PORTMANN, W.: Tektonische Untersuchungen im nördlichen Bergsträßer Odenwald. Dr.-Diss. Heidelberg 1928.
- SCHILDER, F. A.: Synopsis der Cypraeacea fossiler Lokalfaunen. 3. Das Mitteloligozän von Weinheim bei Alzey. Senckenbergiana. S. 265—273. Bd. X. Frankfurt a. M. 1928.
- SCHMIDTGEN, O.: Tierfährten im Oberen Rotliegenden bei Mainz. Paläontol. Zeitschr. IX. S. 101—107. Berlin 1927/28.
- SCHMIDTGEN, O.: Eine neue Fährtenplatte aus dem Rotliegenden von Nierstein am Rhein. Paläobiologica, I. Bd. 1928. Wien und Leipzig.
- SCHMIDTGEN, O.: Fährten von Insekten und Wirbeltieren im Perm von Nierstein am Rhein. Verhandl. d. Zoolog. Botan. Ges. in Wien. 78. Bd., Jahrg. 1928. Wien 1928.
- SCHMIDTGEN, O.: Niersteins Boden und seine Entstehung. Rheinhessen in seiner Vergangenheit. Bd. 7, Nierstein. Mainz 1928.
- SCHMIDTGEN, O.: Kalk aus Gehäusen von Köcherfliegenlarven. Natur und Museum. Frankfurt, Heft 4, 1928.
- SCHNELL, ADOLF: Chemische Untersuchungen über den Löß von Sprendlingen (Rheinhessen). Dr.-Diss. Gießen 1928. 32 S. 2 Taf.
- SCHOTTLER, W.: Schutz den Denkmälern der Erdgeschichte. Mit 4 Abbildungen. Volk und Scholle. 6. Jahrg., S. 195. Darmstadt 1928.
- SCHOTTLER, W.: Die wissenschaftliche Einteilung der Basaltgesteine des Vogelsberges und ihre praktische Bedeutung. „Die Steinindustrie“, Jahrg. 1928, S. 246—248, 279, 280, 298, 299. Berlin 1928.
- VOELCKER, ILSE: Vergleichende Untersuchungen der Grund- und Deckgebirgsklüfte im südlichen Odenwald. II. Teil: Das Gebiet zwischen Neckar und Schriesheimer Tal. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrh. Geol. Ver. N. F. Bd. XVII. Stuttgart 1928.
- VÖLCKER, K.: Beiträge zur Morphologie der Kinziglandschaft. Frankfurter Geograph. Hefte. 2. Jahrg., S. 277. Frankfurt a. M. 1928.
- ZINNDORF, J.: Die Versteinerungen aus den Tertiärablagerungen von Offenbach a. M. 1. Teil: Die Conchylien des Rupeltones (Septarientones). Bericht des Offenbacher Vereins für Naturkunde 66—68. Offenbach am Main 1928.

### Schriften des Jahres 1929.

- BRILL, R.: Paläogeographische Untersuchungen über das Pliozän im Oberrheingebiet. 135 S., 3 Tafeln, 5 Abb. im Text. Mitteilungen der Badischen geologischen Landesanstalt. Bd. 10, H. 2 (1929). Freiburg i. B. 1929.
- DIEHL, H.: Hilfsbuch zur Beobachtung der geologischen Verhältnisse unserer Heimat. Mit 54 Abbildungen. Handbücher des hessischen Heimatforschers. Herausgegeben vom Ministerium f. Kultus u. Bildungswesen. Heft 2. Darmstadt 1929.
- DIEHL, O.: Die geologisch-bodenkundlichen Verhältnisse des hessischen Riedes. Denkschrift über den Generalkulturplan für die Verbesserung der Wasser- und Bodenverhältnisse im gesamten hessischen Ried. S. 11—21. Darmstadt 1929.
- GERSTENMAIER, I.: Geologie des Kreises Bensheim. Schriften der Heimatforschung aus dem Kreis Bensheim. Verlag G. Beger, Bensheim 1929.
- HUMMEL, K.: Die tektonische Entwicklung von Vogelsberg und Rhön. Geolog. Rundschau, Bd. 20, H. 4/5, S. 337—340. Berlin 1929.
- HUMMEL, K.: Die tektonische Entwicklung eines Schollengebirgslandes (Vogelsberg und Rhön). 233 S., 12 Textfig., 3 Tafeln. Fortschritte der Geologie und Paläontologie. Bd. 8, Heft 24. Berlin 1929.
- HUMMEL, K.: Wie Vogelsberg und Rhön entstanden sind. (4 Abb.) 59. Ber. d. Senckenb. Naturf. Gesellschaft. S. 383—392. Frankfurt a. M. 1929.
- JÜNGST, H.: Zur Sedimentation des Meeressandes im Mainzer Becken. Centralblatt f. Min. usw. Jahrg. 1929, Abt. B, Nr. 3, S. 65—84.
- KIRCHHEIMER, F.: Ein Palmenrest (*Palmoxylon* sp.) aus dem vorbasaltischen miozänen Sand von Gießen. Centralbl. f. Min. usw. Jahrg. 1929, Abt. B, S. 484—493.
- KLÄHN, H.: Die Genese lakustrer Dolomite und Kieselausscheidungen (Fall Garbenteich bei Gießen) und ihre Übertragung auf die Entstehung mariner Dolomite und Kieselausscheidungen. Neues Jahrb. f. Mineralogie usw. Beilageband LXI, Abt. B, S. 243—316. Stuttgart 1929.
- KLÄHN, H.: Ist der „Dinothierensand“ Rheinhessens ein einheitlicher oder zusammengesetzter Komplex? Centralbl. f. Mineralogie. Abt. B, Geologie und Paläontologie. 1929. S. 601—605. Stuttgart.
- KLEMM, G.: Bericht über die Odenwald-Exkursion der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft vom 14. bis 18. September 1929. Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie. XIV. Bd. Berlin 1929.
- KORN, D.: Prävariszische Elemente im Odenwald. Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft am 7. August 1929 zu Karlsruhe. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Bd. 81, S. 290. Berlin 1929.
- LEHR, G. J.: Welche Kräfte waren beim Rheingrabeneinbruch am Werke und wie wirkten sie? Mit 4 Abbildungen. Pfälzisches Museum. Pfälzische Heimatkunde. Jahrg. 1929, Heft 1/2.
- SCHMITT, L.: Beiträge zur Kenntnis der Nährstoffverhältnisse und des Reaktionszustandes der Verwitterungsböden des kristallinen Odenwaldes. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde. Teil A. Bd. 15. Berlin 1929.

- SCHMITT, L.: Über den Reaktionszustand und die Nährstoffverhältnisse einiger Basaltverwitterungsböden Oberhessens. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde. Bd. XIII. Berlin 1929.
- SCHMITZ, H.: Beiträge zur Waldgeschichte des Vogelsberges. Inaug.-Dissertation. Verl. J. Springer, Berlin 1929.
- SCHOTTLER, W.: Bericht über die Vogelsbergfahrt vom 7. bis 11. September 1929. Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie. XIV. Bd. Berlin 1929.
- STEUER, A.: Das Grundwasser im hessischen Ried. Denkschrift über den Generalkulturplan für die Verbesserung der Wasser- und Bodenverhältnisse im gesamten hessischen Ried. S. 21—32. Darmstadt 1929.
- WAGNER, W.: Exkursion nach Idar am 19. September 1929. Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie. XIV. Bd. Berlin 1929.
- WAGNER, W.: Die Bodenbeschaffenheit der hessischen Weinbaugebiete. Mit 1 Karte. Volk und Scholle. 7. Jahrg. S. 144. Darmstadt 1929.
- WEIDMANN, C.: Zur Geologie des Vorspessarts. Lithogenetische und tektonische Untersuchungen. Mit 10 Figuren, 12 Abbildungen und 2 Geologischen Karten. Rhein-Mainische Forschungen, herausg. vom Geograph. Institut der Universität Frankfurt a. M. Heft 3. Frankfurt a. M. 1929.
- WEILER, W.: Über das Vorkommen isolierter Köpfe bei fossilen Clupeiden. Mit 9 Abbildungen. Senckenbergiana. Bd. 11. Frankfurt a. M. 1929.
- WIEMANN, D.: Ein neuer Aufschluß oligozäner Meeressande bei Abtweiler. Pfälzisches Museum (45. Jahrg.) 1929, Heft 1/2.
- WIEMANN, D.: Marmeltierfunde bei Odenbach am Glan. Pfälzisches Museum (45. Jahrgang) 1929, Heft 1/2.

# Hydrologisch - geologische Beobachtungen in Hessen in den Jahren 1928 und 1929.

Von A. STEUER.

Mit 16 Tafeln Grundwasserstandslinien.

In diesem Jahrgang unserer Berichte werden die hydrologischen Beobachtungen für die beiden letzten Jahre veröffentlicht, so daß künftig wie früher immer nur die Schaulinien des jeweils letztverflossenen Jahres mitgeteilt werden brauchen, an das sich jeder naturgemäß noch am besten erinnert.

Ich weise ferner darauf hin, daß in der Denkschrift über den Generalkulturplan für die Verbesserung der Wasser- und Bodenverhältnisse im gesamten Hessischen Ried, 1929, eine Abhandlung von mir „Das Grundwasser im Hessischen Ried“ enthalten ist. Sie gelangt nochmals in dem vorliegenden Jahrgang des „Notizblattes usw.“ zum Abdruck, weil die darin gegebene übersichtliche Zusammenstellung der Schaulinien aus den letzten 30 bis 40 Jahren doch auch allgemeineres Interesse besitzt und in dieser Zeitschrift leichter zugänglich ist als in jener Denkschrift.

Von Interesse für die Beurteilung des Ganges der Wasserstände an den Beobachtungsorten, wie er aus den Schaulinien zu ersehen ist, sind die Witterungsberichte der Landesanstalt für Wetter- und Gewässerkunde von Wichtigkeit, die im folgenden für 1928 und 1929 wiedergegeben werden.

## 1928.

Der Januar war nach den drei ersten kalten Tagen sehr mild, trüb, mäßig feucht, schneearm. Die Niederschläge, öfters Regen mit Schnee gemischt (Gewitter am 6. in Oberhessen!), ergaben Summen, die in Rheinhessen, im Ried und in der westlichen Wetterau unter den Regelwerten, im übrigen um die Regelwerte sich bewegten. Eine mäßige, kurzdauernde Schneedecke nur im Gebirge. — Der Februar war bis zum 20. trüb und sehr feucht, aber schneearm, dann sehr sonnig und trocken. Gewittersturm mit Hagel und Schnee am 10./11.! Die Niederschlagssummen aus den zum Teil beträchtlichen Niederschlägen des ersten und zweiten Monatsdrittels erreichten meist das Doppelte der Regelwerte, im Odenwald noch mehr. Schnee fiel wenig. — Der März war ziemlich kalt, vielfach sonnig und sehr trocken; besonders in den zwei ersten Monatsdritteln. Im dritten herrschte mildes, trübes Wetter vor. Nur wenige Tage mit stärkeren Niederschlägen, hauptsächlich die zwei letzten Monatstage, ergaben Monatssummen, die selten an die Hälfte der normalen heranreichten. Besonders trocken war es im Gebirge, vorzüglich im Odenwald. — Der April war normal warm, wechselnd bewölkt, sehr feucht. Zwei Trockenperioden vom 7. bis 12. und vom 22. bis 29. unterbrachen die anhaltende Regenzeit des April. Starke Regenmengen wurden gemessen am 1., 2., 5., 15., 17. und 30. Sein besonderes Merkmal war der gewaltige Gewittersturm und das Regen- und Hagelunwetter am 29., das ganz Hessen überzog, am schlimmsten aber südlich Mainz und an der Bergstraße (Zwingenberg!) wütete und dort Bilder grauiger Zer-

störung schuf. Die Monatssummen der Niederschläge erreichten an vielen Orten das Dreifache der Regelwerte. — Der Mai war kalt und trocken. Am 10./11. schädlicher Frost! Die Niederschlagssummen blieben vielerorts unter der Hälfte der Regelwerte, besonders in Rheinhessen, im Ried und in der Wetterau. Trocken war besonders das erste Monatsdrittel und das Monatsende vom 26. ab. — Der Juni war kühl, im Odenwald feucht, sonst ziemlich trocken, im nordöstlichen Oberhessen sehr trocken. In der Woche vom 15. bis 21. war es recht kühl; der übliche Juni-Temperatur-Rückfall! Die Niederschlagssummen aus vielen, meist schwachen Tagesmengen zusammengesetzt, überschritten im Odenwald die Regelwerte infolge der kräftigen Gewitterregen des 4. Juni, sonst wiesen sie Fehlbeträge auf, am stärksten in Nordost-Oberhessen. Zahlreiche Gewitter brachten meist mäßige Niederschläge. — Der Juli war heiß, sonnig und trocken. Am 3./4. richteten schwere Gewitter mit wolkenbruchartigen Regen, verstärkt durch Hagelfälle, in ganz Hessen großen Schaden an und ebenso die Gewitterunwetter am 27., die östlich von Darmstadt und im Süden Rheinhessens am schlimmsten wüteten. Die Niederschlagssummen setzten sich aus wenigen Tagesmengen zusammen. Örtlich sehr verschieden, blieben sie meist weit unter den Regelwerten. Ausgesprochen trocken war die heiße Zeit vom 7. bis 27. Juli. — Der August war bewölkt, sonst normal. Niederschläge waren häufig und verteilt. Trockenperioden fehlten. Die Niederschlagssummen pendelten nur wenig um die Regelwerte. Die Gewitter am 4., 12./13. und 21. waren allgemein verbreitet. — Der September war normal warm, sonnig und sehr trocken. Die Niederschlagssummen, im wesentlichen aus den Regenmengen der zwei letzten Tage erzielt, erreichten durchschnittlich 30 bis 40 mm, blieben aber besonders in Rheinhessen und der Rhein-Main-Niederung vielfach bedeutend darunter. — Der Oktober war ziemlich warm, trüb und sehr feucht. Zwei ergiebige, milde Regenperioden vom 9. bis 14. und vom 17. bis 26., getrennt durch die frostigen Tage um den 15. und 16., an denen nachts die Temperatur tief unter Null herunterging, lieferten besonders kräftige Niederschläge. Vor dem 9. und nach dem 26. herrschte wechselndes, ziemlich trockenes Wetter. Kein Schnee! Die Monatssummen erreichten meist das  $1\frac{1}{2}$ - bis 2-fache der Regelwerte. — Der November war sehr warm, sehr trüb und sehr feucht, öfters stürmisch. Nur wenige Tage unterbrachen die lange Reihe der trüben, feuchten Westwettertage, die am 16./17., 23./24. und 25. sehr stürmischen Charakter annahmen. Die Temperatur sank selten bis oder unter Null Grad. Die Niederschläge waren im ersten Drittel gering, im zweiten stark, und im dritten sehr stark, besonders nach dem stürmisch-kritischen 25.; Schnee fiel wenig, meist zuerst am kühlen 11. Die Niederschlagssummen erreichten vielerorts das  $1\frac{1}{2}$ - bis 2-fache der Regelwerte. — Der Dezember war kalt, ungewöhnlich trüb, mäßig feucht, aber schneereich. Kalt war es besonders vom 14. bis 24., am kältesten an den Eis-tagen um den 16. und 20. Im ersten Monatsdrittel fiel mäßig Regen, an den Frosttagen vom 14. bis 19. reichlich Schnee, eine Decke bildend, die erst im warmen Regen des 26. hinschwand. Am 28. fielen starke Regenmengen mit Schnee vermischt. Die Monatssummen wichen von den normalen nur wenig ab, in höheren Lagen aber blieben sie merklich darunter.

Im ganzen genommen war das Jahr zu naß (um etwa 7%); erheblich zu feucht waren Februar, April, Oktober und November, zu trocken März, Mai, Juni (in Oberhessen), Juli und September.

**Wasserstandsbeobachtungen in Hessen i. Kalenderjahr 1928.**  
**Zusammenstellung der Beobachtungspunkte mit höchster und tiefster**  
**Lage des Wasserstandes im Jahre 1928.**

	Lage des Beobachtungspunktes über NN. m	Wasserstände			Bemerkungen
		Höchster m	Tiefster m	Unterschied m	
<b>Provinz Starkenburg</b>					
<b>Darmstädter Wasserwerk:</b>					
Bohrloch 19 A . . . . .	96,22	91,97	91,40	0,57	
» 20 A . . . . .	98,47	93,49	93,04	0,45	2., 3., 4. und 5. Maiwoche nicht gemessen
» 26 C . . . . .	93,88	91,13	90,36	0,77	
» D . . . . .	90,61	89,97	89,03	0,94	
» J . . . . .	92,11	89,75	88,85	0,90	4. Oktoberwoche nicht gemessen
Oberförsterei Jägersburg . . . . .	91,40	90,43	89,21	1,22	
Groß-Rohrheim . . . . .	89,56	87,61	86,81	0,80	
Erfelden . . . . .	88,60	85,40	84,03	1,37	
<b>Wormser Wasserwerk:</b>					
Lorscher Wald, Bohrloch 26	91,80	89,60	89,04	0,56	4. Woche im Mai nicht gemessen 1. " " Juni " " 5. " " Juli " "
Lorscher Wald, Bohrloch 32	93,15	91,84	90,99	0,85	1. und 2. Woche im Oktober nicht gemessen 4. Woche im Mai nicht gemessen 1. " " Juni " " 5. " " Juli " "
Astheim . . . . .	86,28	83,88	82,78	1,10	
Hamm (Prov. Rheinhessen) . . . . .	90,08	87,28	84,63	2,65	
Ginsheim . . . . .	87,13	82,92	81,47	1,45	
Forsthaus Mönchbruch . . . . .	91,39	90,52	89,59	0,93	4. Woche im Mai nicht gemessen
Oberes Königstädter Forsthaus . . . . .	93,70	90,41	89,75	0,66	
Mitteldick . . . . .	109,96	104,80	102,69	2,11	
Gehespitz . . . . .	110,89	104,00	103,27	0,73	
Forsthaus Gundhof . . . . .	101,70	98,87	98,64	0,23	1. Januarwoche nicht gemessen Januar bis Juni nicht gemessen
Kelsterbach . . . . .	104,49	93,48	92,92	0,56	3. und 4. Septemberwoche nicht gemessen 1. Oktoberwoche nicht gemessen
<b>Provinz Oberhessen</b>					
Inheiden, Schulbrunnen . . . . .	135,35	133,47	133,23	0,24	
Rabertshausen . . . . .	177,27	174,18	173,41	0,77	3. u. 4. Aprilwoche nicht gemessen 5. Maiwoche " "
Station Häuserhof . . . . .	147,13	145,15	143,99	1,16	3. Augustwoche " " 1. Oktoberwoche " "
Grube Wölfersheim . . . . .	149,87	146,25	144,60	1,65	
Inheiden, Bohrloch 44 . . . . .	137,35	134,37	134,03	0,34	5. Oktoberwoche nicht gemessen
Weckesheim, Brunnen des Steiger Ewalds . . . . .	137,62	136,02	132,08	3,94	

	Lage des Beobachtungspunktes über NN. m	Wasserstände			Bemerkungen
		Höchster m	Tiefster m	Unterschied m	
Inheiden, Bahnwärterhaus 21	138,84	133,59	133,22	0,37	
Steinheim, Brunnen in der neuen Schule . . . . .	135,14	135,04	134,72	0,32	3. u. 4. Aprilwoche nicht gemessen 5. Maiwoche " " 3. Augustwoche " " 1. Oktoberwoche " "
Steinheim, Brunnen in der alten Schule . . . . .	138,07	136,89	135,63	1,26	3. u. 4. Aprilwoche nicht gemessen 5. Maiwoche " " 3. Augustwoche " " 1. Oktoberwoche " "
Trais-Horloff, Brunnen 1 . . . . .	130,61	129,31	129,06	0,25	3. u. 4. Aprilwoche nicht gemessen 5. Maiwoche " " 3. Augustwoche " " 1. Oktoberwoche " "
» » » 3 . . . . .	135,78	132,68	130,09	2,59	3. u. 4. Aprilwoche nicht gemessen 5. Maiwoche " " 3. Augustwoche " " 1. Oktoberwoche " "
Villingen . . . . .	160,23	134,70	134,28	0,42	
Unter-Widdersheim . . . . .	138,87	136,02	134,23	1,79	3. u. 4. Aprilwoche nicht gemessen 5. Maiwoche " " 3. Augustwoche " " 1. Oktoberwoche " "
Leidhecken . . . . .	126,06	121,44	120,41	1,03	3., 4. und 5. Januarwoche nicht gemessen 1. bis 4. Februarwoche nicht gemessen 2. u. 3. Aprilwoche nicht gemessen 3., 4. u. 5. Juliwoche " " 5. Oktoberwoche " "
Langsdorf . . . . .	164,98	161,28	160,36	0,92	
Bellersheim . . . . .	164,82	157,50	155,97	1,53	1. Messung in der 2. Juniwoche Brunnen ist zugeworfen worden
Langd . . . . .	144,95				1. Messung 2. Juniwoche
Obbornhofen . . . . .	154,21	150,47	149,25	1,22	3., 4. und 5. Aprilwoche nicht gemessen
Utphe . . . . .	139,59	135,71	135,19	0,52	
Wölfersheim . . . . .	152,67	150,83	150,30	0,53	
Queckborn . . . . .	202,42	201,33	200,86	0,47	
Bingenheim, Brunnen 2 . . . . .	130,80	123,40	122,80	0,60	
Nieder-Florstadt, Brunnen 2 . . . . .	125,55	121,88	120,22	1,66	3. u. 4. Maiwoche nicht gemessen 1. u. 2. Juniwoche " " 3., 4. u. 5. Juliwoche " "
» » » 1 . . . . .	130,47	122,68	120,96	1,72	3. u. 4. Maiwoche nicht gemessen 1. u. 2. Juniwoche " " 3., 4. u. 5. Juliwoche " "
Gonterskirchen, Schulhaus . . . . .	186,70	182,45	181,50	0,95	Juni nicht gemessen
» Forsthaus . . . . .	184,01	181,38	180,75	0,63	Juni nicht gemessen 3., 4. und 5. Aprilwoche nicht gemessen Monat Mai nicht gemessen
Nieder-Wöllstadt . . . . .	122,66	119,53	119,16	0,37	1. Juniwoche " " 4. Augustwoche nicht gemessen 1. Septemberwoche nicht gemessen 3., 4. und 5. Januarwoche nicht gemessen
Blofeld . . . . .	172,24	167,26	164,74	2,52	1., 2., 3. und 4. Februarwoche nicht gemessen 2. u. 3. Aprilwoche nicht gemessen 3., 4. u. 5. Juliwoche " " 5. Oktoberwoche " "
Rodheim . . . . .	150,35	142,08	141,30	0,78	

## 1929.

Der Januar war anhaltend recht kalt, ziemlich trüb, in der ersten Hälfte trocken, in der zweiten schneereich. Starker Schneefall am 15. verstärkte die schwache, schon vorhandene Schneedecke. Sie hielt bei weiteren Schneefällen über Monatsende an. Die Niederschläge — Schnee; nur am 23. etwas Regen — ergaben Summen, die weit (bis 50% und mehr) unter den normalen blieben. — Der Februar war klar, sehr sonnig, sehr trocken, schneebedeckt, sehr kalt — der kälteste Februar seit 100 Jahren! Die Schneedecke des Januar hielt über den Februar hinaus an. Die Niederschlagssummen betragen 20 bis 30 l/qm. Sie rührten vom Dauer-Niederschlag des 24./25. Februar her, sonst war es sehr trocken. — Der März war ziemlich sonnig, kalt, abnorm trocken — der trockenste März seit vielen Jahrzehnten. Die Schneedecke schwand im ersten Monatsdrittel. Nur an 2 bis 4 Tagen fielen geringe Niederschläge, deren Summen nirgends 10 l/qm erreichten; der Frost im Boden konnte sich also noch lange halten. — Der April war wolzig, kalt, trocken, unfreundlich. Die Niederschläge, — in der ersten Monathälfte anfangs Schnee, nach der Trockenzeit vom 15. bis 29. am 29. und 30. Gewitterregen —, ergaben Summen, die um  $\frac{2}{3}$  der normalen pendelten, in der Wetterau und der Rhein-Main-Niederung nur die Hälfte der normalen erreichten. — Der Mai war ziemlich warm, sonnig, trocken. Wenige regenarme Tage im Anfang des Monats, der Dauerregentag des 18. und der Gewittertag des 23. unterbrachen die Trockenzeit des Monats. Die Niederschlagssummen überschritten in Südhessen selten  $\frac{1}{3}$  der Regelwerte, in Oberhessen gingen sie im Durchschnitt etwas über 50% hinaus. — Der Juni war im Mittel normal warm, wechselnd wolzig, gewitterig, in der ersten Hälfte feucht, dann trocken. Die Niederschläge, in der 1. Junihälfte nach der vorausgehenden vielmonatlichen Trockenzeit endlich wohlütig reichlich und hoch, in der 2. zerstreut und mäßig, ergaben Summen, die im Odenwald die normalen stark überschritten, in der Wetterau darunter blieben, sonst ihnen nahe kamen. Die Gewitter am 8., 9., 14. und 20. waren sehr verbreitet, am 5. auf Südhessen beschränkt. — Der Juli war warm, gewitterreich, in Rheinhessen, in der Rhein-Mainebene und der Wetterau ziemlich feucht, im südlichen Odenwald wenig, sonst mäßig feucht. Allgemeine Gewittertage waren der 1., 4., 18., 20. und 22., in Oberhessen auch der 6. und in Südhessen der 23. mit örtlich sehr unterschiedlichen Niederschlägen. In Südhessen war die sonnigwarme Zeit vom 10. bis 23. ausgesprochen trocken. — Der August war warm, sonnig, sehr trocken. Nur wenige Regentage hoben sich aus der Trockenzeit des Monats heraus, so der 1., 2., der 7./8., 17./18., der 22./23. Die Regensummen erreichten nur 20 bis 40% der Regelwerte. — Der September war sonnig, sehr warm, trocken. Niederschläge fielen selten, stärkere am 13. und am 18. bis 21. meist als Gewitter- und Nachgewitterregen. Die Regensummen blieben weit unter den Regelwerten, am meisten in Oberhessen, wo sie vielenorts nur 25% der normalen erreichten. — Der Oktober war trüb, warm, feucht. Warmfeuchtes Westwetter beherrschte den Monat mit Ausnahme weniger Tage. Starke Niederschläge fielen an dem stürmischen 2./3., vielfach auch vom 8. bis 12. und 18. bis 20.; der erste Schnee im Hochvogelsberg am 9., im Odenwald am 27. verging rasch. Die Niederschlagssummen erreichten vielfach das Doppelte der Regelwerte. Verhältnismäßig gering blieben sie im südlichen Rheinhessen. — Der November war neblig, trüb, mild, mäßig feucht, in Starkenburg sogar ziemlich trocken, schneearm.

Trübes Westwetter herrschte vor. Regen fiel oft, mit Ausnahme des 17. meist in geringen Mengen; Schnee rasch verschwindend am 15. und 16. Die Regensummen waren in Starkenburg unternormal, sonst nahezu normal. — Der Dezember war ziemlich trüb, mild, feucht aber schneearm, oft stürmisch. Schwere Sturmwirbel über dem Atlantik und Westeuropa, die gewaltigen Schaden der Schifffahrt und auch dem Binnenland verursachten, viele Menschenleben kosteten, wirkten sich in ihren Randwirkungen auch in unserem Lande aus. Mit Ausnahme der trockenen Hochdruck-Frostperiode vom 16. bis 23. hatten wir stürmisches mildfeuchtes Westwetter mit vielen Regen; rasch schwindender Schnee meist nur am 23. und 24. Die Niederschlagssummen übertrafen die normalen; in Oberhessen vielenorts sogar um 50% infolge des dort sehr starken Niederschlags am 15./16.

Das Jahr war im ganzen zu trocken. Wesentlich zu trocken waren: Januar, Februar, März, April, Mai, August, September, zu feucht: Oktober, Dezember.

### Wasserstandsbeobachtungen in Hessen i. Kalenderjahr 1929. Zusammenstellung der Beobachtungspunkte mit höchster und tiefster Lage des Wasserstandes im Jahre 1929.

	Lage des Beobachtungspunktes über NN. m	Wasserstände			Bemerkungen
		Höchster m	Tiefster m	Unterschied m	
<b>Provinz Starkenburg</b>					
<b>Darmstädter Wasserwerk:</b>					
Bohrloch 19 A . . . . .	96,22	91,67	90,88	0,79	2. Februarwoche nicht gemessen
» 20 A . . . . .	98,47	93,16	92,67	0,49	2. Februarwoche „ „
» 26 C . . . . .	93,88	90,83	90,02	0,81	2. Februarwoche „ „
» D . . . . .	90,61	89,76	88,78	0,98	2. Februarwoche „ „
» J . . . . .	92,11	89,60	88,62	0,98	2. Februarwoche „ „
Oberförsterei Jägersburg . . . . .	91,40	89,81	89,08	0,73	
Groß-Rohrheim . . . . .	89,56	87,30	86,60	0,70	
Erfelden . . . . .	88,60	84,78	83,60	1,18	3. Aprilwoche nicht gemessen Von der 4. Septemberwoche ab keine Messung mehr
<b>Wormser Wasserwerk:</b>					
Lorscher Wald, Bohrloch 26	91,80	89,25	88,92	0,33	3. u. 4. Januarwoche nicht gemessen 2. u. 3. Februarwoche „ „ 2. Märzwoche „ „ 4. Maiwoche „ „ Letzte Messung in der 2. Augustwoche
Lorscher Wald, Bohrloch 32	93,15	91,37	90,74	0,63	3. u. 4. Januarwoche nicht gemessen 2. u. 3. Februarwoche „ „ 2. Märzwoche „ „ 4. Maiwoche „ „ 3. Septemberwoche „ „ 1. Oktoberwoche „ „
Astheim . . . . .	86,28	83,37	82,76	0,61	
Hamm (Prof. Rheinhessen) . . . . .	90,08	85,68	84,40	1,28	Letzte Messung in der 3. Oktoberwoche

	Lage des Beobachtungspunktes über NN. m	Wasserstände			Bemerkungen
		Höchster m	Tiefster m	Unterschied m	
Ginsheim . . . . .	87,13	82,33	80,85	1,48	5. Dezemberwoche nicht gemessen
Forsthaus Mönchbruch . . . . .	91,39	90,44	89,62	0,82	
Oberes Königstädter Forsthaus	93,70	90,05	89,58	0,47	
Mitteldick . . . . .	109,96	103,38	102,29	1,09	5. Dezemberwoche nicht gemessen
Gehespitz . . . . .	110,89	103,48	102,72	0,76	
Forsthaus Gundhof . . . . .	101,70	98,78	98,48	0,30	
Kelsterbach . . . . .	104,49	93,09	92,44	0,65	Monat Februar nicht gemessen 1. u. 2. Märzwoche nicht gemessen Monat November und Dezember nicht gemessen
<b>Provinz Oberhessen</b>					
Inheiden, Schulbrunnen . . . . .	135,35	133,32	132,74	0,58	1. Märzwoche nicht gemessen
Rabertshausen . . . . .	177,27	173,92	173,04	0,88	
Station Häuserhof . . . . .	147,13	144,26	143,15	1,11	2. Märzwoche nicht gemessen 4. Februarwoche nicht gemessen 1. u. 2. Märzwoche " "
Grube Wölfersheim . . . . .	149,87	145,28	144,00	1,28	1. u. 2. Juliwoche " "
Inheiden, Bohrloch 44 . . . . .	137,35	134,05	133,54	0,51	5. Dezemberwoche " "
Weckesheim, Brunnen des Steiger Ewalds . . . . .	137,62	134,34	131,32	3,02	
Inheiden, Bahnwärterhaus 21	138,84	133,28	132,77	0,51	1. Märzwoche nicht gemessen
Steinheim, Brunnen in der neuen Schule . . . . .	135,14	134,89	134,53	0,36	Monat Januar, Februar und März nicht gemessen 5. Dezemberwoche nicht gemessen 2., 3. und 4. Februarwoche nicht gemessen
Steinheim, Brunnen in der alten Schule . . . . .	138,07	136,76	135,18	1,58	1. u. 2. Märzwoche nicht gemessen 2. u. 3. Juliwoche " "
Trais-Horloff, Brunnen 1 . . . . .	130,61	129,18	128,99	0,19	5. Dezemberwoche " "
" " " 3 . . . . .	135,78	131,38	129,96	1,42	2. und 4. Februarwoche nicht gemessen 1. u. 2. Märzwoche nicht gemessen 2. u. 3. Juliwoche " "
Villingen . . . . .	160,23	134,31	133,65	0,66	5. Dezemberwoche " "
Unter-Widdersheim . . . . .	138,87	135,01	133,34	1,67	2. und 4. Februarwoche nicht gemessen
Leidhecken . . . . .	126,06	121,10	120,34	0,76	1. u. 2. Märzwoche nicht gemessen 2. u. 3. Juliwoche " "
Langsdorf . . . . .	164,98	160,45	159,57	0,88	5. Dezemberwoche " "
Bellersheim . . . . .	164,82	156,22	155,14	1,08	3. und 4. Februarwoche nicht gemessen
Obbornhofen . . . . .	154,21	151,25	148,58	2,67	
Utphe . . . . .	139,59	135,29	133,89	1,40	
Wölfersheim . . . . .	152,67	150,56	150,03	0,53	
Queckborn . . . . .	202,42	201,18	200,59	0,59	1. Juliwoche nicht gemessen

	Lage des Beobachtungspunktes über NN. m	Wasserstände			Bemerkungen
		Höchster m	Tiefster m	Unterschied m	
Bingenheim, Brunnen 2 . . . . .	130,80	123,66	122,37	1,29	1., 2. und 3. Februarwoche nicht gemessen 4. Juliwoche nicht gemessen 4. Augustwoche nicht gemessen 3. und 4. Februarwoche nicht gemessen 5. Dezemberwoche nicht gemessen
Nieder-Florstadt, Brunnen 2 . . . . .	125,55	121,38	120,07	1,31	
» » » 1 . . . . .	130,47	121,87	120,58	1,29	
Gonterskirchen, Schulhaus . . . . .	186,70	182,10	180,90	1,20	
» Forsthaus . . . . .	184,01	180,81	180,20	0,61	
Nieder-Wöllstadt . . . . .	122,66	119,44	119,06	0,38	
Blofeld . . . . .	172,24	165,18	164,65	0,53	
Rodheim . . . . .	150,35	141,44	140,60	0,84	

## Verzeichnis der Schriften

**von Gesellschaften, Behörden, Anstalten usw., welche dem Verein für Erdkunde bzw. dem Mittelrheinischen Geologischen Verein und der Geologischen Landesanstalt dahier vom 1. April 1929 bis 31. März 1930 (oder zum letzten Male) eingesandt wurden.**

(Die folgenden Angaben mögen den Einsendern, welchen eine besondere Empfangsbescheinigung nicht zuzugang, als Quittung dienen.)

Im Tauschverkehr wurden gesandt:

- Agram**, Geolog. Kommission der Königreiche Kroatien, Slavonien:  
Bericht. II. Jahrg. 1912.
- Altenburg**, Sächsisches Ministerium: Statistische Mitteilungen. Nr. 82. 1919. 1920. 1921.
- Altenburg**, Naturforschende Gesellschaft der Osterlande. Mitteilungen. Bericht über die Brehmfeier in Renthendorf am 10. XI. 1929.
- Alzey**, Landw. Schule: Jahresbericht 1913.
- Antwerpen**, Société royale de Géogr.: Mémoires, Tome IV. 1883.
- Augsburg**, Naturw. Verein für Schwaben und Neuburg: Bericht 47.
- Aussig**, Museums-Gesellschaft: Jahresbericht. 1913.
- Baltimore**:
- a) John Hopkins University and the Maryland Agriculture College:
    - 1. Maryland State Weather Service. Vol. I. 1896.
    - 2. University Circulars. 1895.
    - 3. Instruction in Geology. Programm. 1894/95.
  - b) Maryland Geological Survey:
    - 1. Silurian. 1923.
    - 2. Kent County.
    - 3. Queen Annés County.
    - 4. Talbot County.
    - 5. Vol. XI. 1922.
  - c) American Inst. of Mining Engineers: Karten. 1892.
- Bamberg**, Gewerbeverein: Jahresbericht. 1905.  
Naturforsch. Gesellschaft: Jahresbericht XXV.
- Basel**, Naturforsch. Gesellschaft: Verhandlungen. Bd. 40. Teil 1 u. 2.
- Batavia** (Weltevreden), Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië.  
Deel 73. 1914.
- Bautzen**, Naturw. Gesellschaft „Isis“: Berichte und Abhandlungen. 1928/29. Mitteilungen.  
Heft 15.
- Bayreuth**, Naturw. Gesellschaft: II. Jahresbericht. 1911—1914.
- Berlin**:
- a) Preuß. Statist. Bureau:
    - 1. Preuß. Statistik Nr. 291, II. Teil, 293, 296, 297, 298, 299.
    - 2. Zeitschrift für Statistik. 68. Jahrg. 1—4. 69. Jahrg. 1.
    - 3. Medizinalstatistische Nachrichten. 16. Jahrg. 2—4.
  - b) Preuß. Geolog. Landesanstalt:
    - 1. Geolog. Karten. Liefg. 227, 264, 265, 268, 275, 277, 282, 285 (Neuhaldensleben II. Aufl.).  
Geolog. Übersichtskarte von Deutschland 1:200 000. Bl. Braunschweig, Magdeburg.

Fuchs, A., Geologische Übersichtskarte des nördlichen Sauerlandes und des Bergischen Landes 1:100 000.

Kämmerer u. Hartung, Übersichtskarte der Torfmoore Deutschlands 1:800 000.

2. Jahrbuch 1927, 1928. I. Teil.

Ergebnisse von Bohrungen. Heft VII. Gradabt. 36—37.

3. Abhandlungen. Neue Folge. Heft 113, 114, 115, 120, 121.

4. Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzenreste von Prof. Dr. Potonié. Liefg. 8 und 9. 1913.

5. Beiträge zur Erforschung deutscher Schutzgebiete. Heft 20.

6. Archiv für Lagerstättenforschung. Heft 37—43.

7. Karten der nutzbaren Lagerstätten Deutschlands. Liefg. 12.

Geologische Literatur Deutschlands:

A. Jährlicher Literaturbericht: Literatur vom Jahr 1925, 1926, 1927.

B. Literatur über einzelne Gebiete: F. M. Behr, Die geologische Literatur der baltischen Ostseeprovinzen.

8. Mitteilungen der Abteilung für Gesteins-, Erz-, Kohle- und Salzuntersuchungen. Heft 3—7.

9. Sitzungsberichte. Heft 3.

10. Mitteilungen aus den Laboratorien. Heft 1—7.

c) Preuß. Landesanstalt für Gewässerkunde: Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands:

1. Jahrbuch für das Abflußjahr 1911. Heft 1—6 u. 1. Allgemeiner Teil. 1914.

2. Besondere Mitteilungen. Bd. IV. Heft 4.

d) Deutsche Geolog. Gesellschaft: Zeitschrift, Bd. LXXX, Heft 4. LXXXI, LXXXII, Heft 1, 2.

Monatsberichte, Bd. LXXX, Heft 11, 12.

e) Gesellschaft für Erdkunde:

Zeitschrift 1929, 3—10; 1930, 1/2.

Verhandlungen: Bd. XXVIII. 1901.

f) Reichsamt für Landesaufnahme. Mitteilungen. V. Jahrg. 1—4.

g) Deutsches Kalisyndikat G. m. b. H. Die Ernährung der Pflanze.

Bern, Geographische Gesellschaft: Jahresbericht XXVIII.

Bistritz, Gewerbeschule: Jahresbericht XXVIII. 1908.

Bonn, Naturhist. Verein: Verhandlungen. Jahrg. 1928.

Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde: Sitzungsber. 1928.

Literatur d. Rhein. Schiefergeb.

Geograph. Vereinigung: I. Veröffentlichung. 1912.

Bordeaux, Société de Géographie commerciale: Bull. 1903.

Boston, Soc. of nat. history:

1. Proceedings, Vol. XXXIX, Nr. 2—4.

2. Memoirs, Vol. VI, 3, 4. VIII, 4.

3. Occasional Papers, Vol. I.

American Academy of Arts and Science:

Proceedings, New-Ser. LXIII, 5—12; LXIV, 1—4.

Braunschweig, Verein für Naturwissenschaften: Jahresbericht. 1925/26, 1926/27.

Bremen, Naturwissensch. Verein: Abhandlg. Bd. XXVI, Heft 3; XXVII, Heft 1.

Meteorolog. Station. Stat. Jahrbuch 1916. 1917.

Geographische Gesellschaft: Geogr. Blätter XXXIX, Heft 4.

Breslau, Schles. Gesellschaft f. vaterl. Kultur: Jahresber. 1927. Beihefte Schlesische Jahrbücher, Jahrg. III, Nr. 1.

Brooklyn, Institute of Arts and Science: Bull. Vol. III, 5.

Brünn, Mährisches Landesmuseum: Zeitschrift, Bd. XVII.

Naturforscher-Verein: Verhandlungen 57, 58, 60.

Meteorolog. Kommission d. Naturf.-Vereins: Bericht 31. 1916.

Museum Franciscum: Tätigkeitsbericht, V. Jahrg. 1898.

Klub für Naturkunde, Sektion des Brünnner Lehrervereins: Bericht und Abhandlung Nr. X. 1909—1914.

Brüssel:

a) Ministère de l'industrie et du travail, Direct. Générale de Mines. Commission géologique: Geologische Karten. Blatt Nr. 191. 1910.

b) Société Royal de Géogr.: Bull. 1914, 1—4.

- c) Acad. Royal des Sciences des Lettres et des Beaux Arts de Belgique:  
 1. Annales 1914.  
 2. Bulletins 1914, 2—4.
- d) L'Observatoire royal de Belgique:  
 1. Annales météorologique. 1907.  
 2. Annales météorologique. 1913.  
 3. Bull. climatologique. 1899.  
 4. Bull. Mensuel du Magnétisme. 1899, I u. II.
- e) Musée Royal D'Histoire Naturelle de Belgique.  
 Memoire. Nr. 37—40.
- Budapest:**
- a) Ungarische Geologische Landesanstalt:  
 1. Agrogeolog. Spezialkarte der Länder der ungar. Krone, nebst Erläuterungen.  
 1: 75 000. 1911.  
 2. Jahresbericht. XXVII, Heft 3; XXVIII, Heft 3.  
 4. Fasciculi ad illustrandum notionem geologicam et palaeontologicam regni Hungariae:  
 Series geologica. Tom I, II, 1, III.  
 Series palaeontologica. Fasc. 1, 2, 4.  
 Die Eisenerz- und Kohlenvorräte des ungarischen Reiches. I. Teil. Die Eisenerze.  
 Nationalmuseum: Annales. Vol. XXV.
- b) Ungarische Geologische Gesellschaft: Zeitschrift (Földtany Közlöny). LVIII.
- c) Société hongr. de Géogr.: Bull. Tomo XLII, 3—5. 1914.
- d) Geologisches Institut der Königl. Ungar. Peter Pázmány Universität.  
 Ungarische Rundschau für Geologie und Paläontologie. Bd. I, Heft 1.
- Buenos-Aires:**
- a) Ministerio de Agricultura de Republica Argentina: Sécción Geologia, Mineralogia  
 y Minería:  
 Annales Tomo XVI, Nr. 2.  
 Boletin 6, 10, 12, 14, 33, 34.  
 Publicación 45, 47—55, 57—66.  
 Topographische Karten 1: 200 000. Anconquija, Capilla de Monte, Cordoba,  
 Mendoza, Sn. Carlos de Bariloche, Villa Alberd.
- b) Museo Nacional; Annales. XXV—XXX. Index; Tomo I—XX.
- c) Instituto geográfico Argentino: Bol. Mensual. XXIV. 1911.
- d) Veröffentlichung der deutsch-akademischen Vereinigung: 1912.
- Bukarest, Ministerium der öffentlichen Arbeiten: Bericht 1902.**  
 Societ. geografica româna:  
 1. Buletin 1913, Fasc. 1 u. 2.  
 2. Directonair geografico. Vol. IV. 1904.  
 Institutului geologic al României: Anuarul. I—IX, X.  
 Memoille. Vol. I.
- Cambridge, U. St. Museum of comparative Zoology:**  
 Bulletin Vol. LVII, 3—5; LVIII, 8—11; LIX, 1—8; LX, 1—12; LXI, 1—15; LXII,  
 1—15; LXIII, 1—9; LXIV, 1—5.  
 Annual-Report 1913/14, 1914/15, 1916/17, 1917/18, 1918/19, 1919/20.  
 Geological Series. Bull. LV, 3—5; LVI, 3, 4.
- Capstadt, Annual-Report of the geological Commission. 1903.**
- Chemnitz, Naturwiss. Gesellschaft: XVI., XVII., XXI. Bericht.**
- Cherbourg, Société nat. des sciences nat. et math.: Memoirs, Tome XXXVIII. 1912.**
- Chicago, Field Columbian Museum, Geol. Series, Vol. II, Nr. 6, 1904.**
- Christiania:**
- a) Kgl. Norweg. Universität: Programme und Abhandlungen. 1910.
- b) Norweg. Kommission der Europ. Gradmessung:  
 1. Geodätische Arbeiten und astronomische Beobachtungen. Heft VI. 1895.  
 2. Wissenschaftliche Schriften:  
 Norges Vaextrige. 1889.  
 Norges Geologiska Undersögelse. Bd. XXIX. 1900.  
 Norske Norhaus Expedition. Bd. XXVIII. 1901.
- Chur, Naturforsch. Gesellsch. Graubündens: Jahresbericht. Neue Folge. Bd. LXIII.**
- Colmar, Mitteilungen der Naturhistorischen Gesellschaft. Bd. XIV, 1916/17.**
- Crefeld, Mitteilungen aus dem naturwissenschaftlichen Museum. Bd. II. 1915/16.**

**Danzig**, Naturforsch. Gesellschaft: Schriften. Bd. XVIII, Heft 3—4. Abhandlungen. Bd. I, Heft 1.

**Darmstadt**:

- a) Hess. Ministerium des Innern: Jahresbericht der Denkmalspflege im Großherzogtum Hessen. III. Bericht 1910—1913, nebst Beilage I und II.
- b) Hess. Zentralstelle für die Landesstatistik:
  1. Beiträge zur Statistik Hessens. LXVII, Heft 1.
  2. Mitteilungen. Nr. 966, 969, 970, 971. 1915.
  3. Statistisches Handbuch. IV. Ausgabe. 1929.
 Wohnplatzverzeichnis für den Volksstaat Hessen.
- c) Hess. Zentralstelle für die Gewerbe:
  - Gewerbeblatt 1919, 17—32, 34, 35, 37—52; 1920, 1—29; 1921, 1—15; 1922, 1—19.
- d) Landesamt für Wetter- und Gewässerkunde:
  1. Niederschlagsbeobachtungen an den meteorolog. Stationen in Hessen. 1915, 1916, 1917, 1918.
  2. Übersicht der Beobachtungen an den hessischen meteorolog. Stationen 355—367.
  3. Deutsches meteorolog. Jahrbuch. (Hessen.) Jahrg. 1928.
  4. Veröffentlichungen. Heft 4.
  5. Wasserstandsbeobachtungen in Hessen 1928, 1929.
- e) Hess. Technische Hochschule: Programme 1929/30 und Dissertationen. Schriften: Jahrg. 1929, Heft 1, 2.
- f) Hess. chem. Prüfungsstation für die Gewerbe: Jahresbericht. 1913.
- g) Hess. Obere Bergbehörde: Jahresbericht 1928. Die Fundgrube 16—22.
- h) Hess. Gewerbeinspektion: Jahresbericht. 1912.
- i) Archiv für Hessische Geschichte und Altertumskunde. N. F. Bd. XVI. Heft 1.
- k) Historischer Verein: Quartalblätter. Bd. VI, Nr. 14—24.  
Volk und Scholle. 7. Jahrg. Heft 4—12. 8. Jahrg. Heft 1—3.
- l) Landwirtschaftskammer für Hessen:
  1. Arbeiten der Landwirtschaftskammer für Hessen. Heft 37, 39, 41, 42, 44.
  2. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. Heft 1—9. 1914.
  3. Hessische Landw. Zeitschr. 1929, 14—16, 18—52. 1930, 1—10, 12, 13.
- m) Landwirtschaftliche Versuchsstation:
  - Tätigkeitsbericht. 1914—1918.
  - Veröffentlichungen, „Düngungsfragen“ unter Berücksichtigung neuer Forschungsergebnisse, von Prof. Dr. P. Wagner. Heft 1, 2, 3, 5 und 6. 1904.
- n) Landwirtschaftliche Winterschule: Jahresbericht. 1913.
- o) Ludwigs-Georgs-Gymnasium: Jahresbericht. 1913.
- p) Neues Gymnasium: Jahresbericht. 1913.

**Des Moines**, Iowa geolog. Survey: Annual Reports. Vol. 25.

**Douai**, Union géogr. du Nord de la France: Bull. XXXV. 1907.

**Dorpat**, Estnische Gesellschaft. Meteorologische Beobachtungen. 1919, 1920.

**Dresden**, Sächs. Statistisches Bureau:

Kalender und Jahrbuch. 1916/17, 1918/20.

Statistische Zeitschrift. Jahrg. 1918, 1919, 1920/21.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis“: Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1922. und 1923, 1927 und 1928, 1929.

Verein für Erdkunde:

Jahresbericht. XXIV, XXVII.

Mitteilungen. Jahresheft 1927.

Mitteilungen aus dem Museum für Mineralogie und Vorgeschichte. N. F. Nr. 12—15.

**Dünkirchen**, Soc. de Géographie: Bull. XXXX. 1912.

**Dürkheim**, Naturwissenschaftl. Verein „Pollichia“: Mitteilungen. Neue Folge. Nr. 3, 4. Bd. II.

**Düsseldorf**, Naturwissensch. Verein: Mitteilungen. 1909.

**Ekaterinoslaw**, Berg-Institut. Wissenschaftliche Nachrichten 1926, 1927.

**Emden**, Naturforsch. Gesellschaft: Jahresbericht 1916/17.

**Essen**, Geologische Gesellschaft für den Rhein.-Westfäl. Industriebezirk. Jahresbericht 1919 bis 1924.

**Frankfurt a. M.**, Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft:

Bericht 59, 3—12. 60. 1. 2.

Senckenbergiana. Bd. XI, 3—6. Abhandlungen.

- Physikalischer Verein: Jahresbericht 1928/29.  
 Verein für Geographie und Statistik:  
 Geographische Hefte. III. Jahrg. Heft 1.  
 Rhein-Mainische Forschung des Geographischen Instituts der Universität.  
 Rhein-Mainische Forschungen: Heft 2. 3. Behrmann-Maull: Rhein-Mainischer Atlas für  
 Wirtschaft, Verwaltung und Unterricht.  
 Zentrale für Bergwesen:  
 Bericht. 1913.  
 Metallurg. Gesellschaft, A.-G., Statistische Zusammenstellung über Blei, Zink, Zinn,  
 Kupfer, Aluminium, Nickel, Quecksilber und Silber. 30. Jahrg.  
 Frankfurt a. d. Oder, Naturwissenschaftlicher Verein „Helios“: Abhandlungen und Mit-  
 teilungen aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften. 28., 29. Jahrg.  
 Frauenfeld, Thurgauische Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen, Heft 27.  
 Freiberg i. S., Sächsische Bergakademie.  
 Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen in Sachsen. Jahrg. 1927, II., 1928.  
 Freiburg i. B. d., Bad. Geologische Landesanstalt:  
 Geologische Karten und Erläuterungen Nr. 23, III. Aufl. Nr. 58. u. 157, I. Aufl.  
 Übersichtskarte der Bodenarten von Baden und den angrenzenden Gebieten.  
 Mitteilungen. Bd. X, Heft 2. XI. Heft 1. 2.  
 Naturforschende Gesellschaft:  
 Bericht. Bd. XXIX, Heft 1. 2.  
 Sitzungsberichte. 1915, April und Juli.  
 Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz: Mitteilungen. Neue Folge.  
 Bd. II. 16. 17.  
 Beiträge zur naturwissenschaftlichen Erforschung Badens. Heft: 2/3, 4.  
 Friedberg, Landwirtschaftliche Winterschule:  
 Bericht 1912.  
 Fulda, Bericht des Vereins für Naturkunde 1909/1927.  
 St. Gallen, Ostschweizerische geographisch-kommerzielle Gesellschaft:  
 Mitteilungen 1928. Festschrift zum 50jährigen Bestehen.  
 Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Jahrbuch Bd. LXII, LXIII.  
 Genf, Soc. de Géograph. de Genève „Le Globe“:  
 Mémoires. Tome LVII.  
 Bull. Tome 62.  
 Table de Matières des Volumes 1—50 (1860—1911). I. Mémoires. II. Bulletins.  
 Gera, Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften: Jahresbericht 1925 u. 1926.  
 Gießen, Universität:  
 Dissertationen. 29.  
 Akademisches Forstinstitut:  
 Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.  
 Bericht der naturwissenschaftlichen Abteilung, Bd. XII.  
 Bericht der medizinischen Abteilung, Bd. XI, 1918, Bd. XII, 1919; Bd. XIII, 1921.  
 Görlitz, Naturforschende Gesellschaft: Abhandlungen. Bd. XXX, Heft 3.  
 Göttingen, Gesellschaft der Wissenschaften. Mathematisch-physikalische Klasse. Nachrichten  
 1928, Heft 2; 1929, Heft 1—3.  
 Graz, Verein der Ärzte in Steiermark: Mitteilungen. Jahrg. XXVIII, XXX, XL, XLI,  
 LVII, LXI, LXII, LXIII.  
 Greifswald, Geographische Gesellschaft: Jahresbericht. 45/46 mit Beiheft.  
 Groß-Umstadt, Real- und landwirtschaftliche Schule: Jahresbericht 1928/29 und  
 I. Hälfte 1929/30.  
 Güstrow, Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte: LXXI. Jahrg. II. Abt.  
 Halifax, Nova Scot. Inst.: Proceedings and Transactions. Vol. XI. 1913.  
 Halle, Kaiserl. Leop.-Karol. Akademie der Naturforscher:  
 Zeitschrift „Leopoldina“. LVII, 1—12. LVIII 1—12.  
 Abhandlungen, Nova Acta. Bd. 96<sup>3</sup>, 98<sup>1</sup>, 100<sup>3</sup>. 1915.  
 Berichte. Bd. V.  
 Verein für Erdkunde: Mitteilungen. 49—51. Jahrg.  
 Hamburg, Deutsche Seewarte: Meteorolog. Jahrbuch. Jahrg. 48.  
 Geograph. Gesellschaft: Mitteilungen. Bd. XL.  
 Verein für naturwissenschaftl. Unterhaltung: Verhandlungen. XIV. Bd., 1909.  
 Hanau, Wetterauische Gesellschaft für die gesamte Naturkunde: Bericht X. 1909—21.

- Hannover**, Naturhistorische Gesellschaft:  
 Jahresbericht 62—68. 1911/12—1917/18.  
 10. Nachtrag zum Katalog der Stadtbibliothek 1914.  
 Niedersächsischer Geologischer Verein: 19. und 20. Jahresbericht.  
 Geographische Gesellschaft: Jahrbuch 1929.
- Heerlen**, Geologisch Bureau voor het Nederlandsche Mijngedie: Mededeelingen 6. Jaarverslag: 1927. Flora an Fauna van het Nederlandsche Karbon. I.
- Heidelberg**, Naturhistorisch-medizinischer Verein: Verhandlungen, Neue Folge. Bd. XVI, XVII, Heft 1.  
 Mitteilungen u. Arbeiten a. d. Geolog. pal. Institut d. Universität. Neue Folge (seit 1915) 169—177.
- Helsingfors**, Société de Géograph. de Finlande: Fennia. Nr. 51. Meddelanden 1913—14. 1916—20. Acta Geographica. 2.  
 Commission géologique de Finlande:  
 Kartbladet & Beskrifning Nr. 37. 1911.  
 Bulletin Nr. 85, 86, 87.  
 Geologisk Öfersiktskarta öfer Finland, Sekt. D 6 Bergartskarta.  
 Agrogeologiska Meddelanden Nr. 21—27.  
 Geotesnika Meddelanden Nr. 1—7, 9, 13—20, 22—30, 32—36, 38, 39.
- Heppenheim**, Landwirtschaftliche Winterschule: 18. Jahresbericht. 1912.
- Hermannstadt**, Siebenbürger Karpathen-Verein: Jahrbuch 31.  
 Siebenbürger Verein für Naturkunde: Verhandlungen und Mitteilungen. Bd. 78. Teil I und II.  
 Mitteilungen aus der geologisch-mineralogischen Sammlung des Siebenbürgischen National-Museums: Bd. IV, Nr. 1, 1917.
- Jena**, Thüringischer geologischer Verein: Beiträge, Bd. II, 3, 4.
- Innsbruck**, Naturwiss.-med. Verein: Bericht. 40. Jahrg.  
 Geologisch-paläontologisches Institut der Universität. Sonderdrucke. 2 Stück.
- Karlsruhe**, Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie:  
 Jahresbericht 1916.  
 Niederschlagsbeobachtungen 1908/09.  
 Ergebnisse der Untersuchungen der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet. VIII. Heft. 1908.  
 Naturwissenschaftlicher Verein: Verhandlungen. Bd. 30.
- Kassel**, Verein für Hessische Geschichte und Landeskunde:  
 1. Zeitschrift. Neue Folge. Bd. XLVII.  
 2. Mitteilungen. Jahrg. 1926/27.  
 Verein für Naturkunde: Abhandlung und Bericht. 1919/25.  
 Verein für Erdkunde: 39.—42. Jahresbericht.
- Klagenfurt**, Naturhist. Landesmuseum für Kärnten: Jahrbuch. 29. Heft.  
 „Carinthia“, Mitteilungen. 114 u. 115 (34. u. 35. Jahrg. d. Car.).
- Kiel**, Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein: Bd. XVII, Heft 2, XVIII, Heft 2, XX, Heft 1.
- Kopenhagen**, Meddelelser fra Dansk geologisk Forening, Nr. 15. 1909.  
 Danemarks geologiske Undersogelse.  
 I. Raekke Nr. 1.  
 II. Raekke Nr. 39. 47. 48.  
 IV. Raekke Bd. I, Nr. 13; Bd. II, Nr. 2.  
 V. Raekke Nr. 4. 5.
- Königsberg**, Preuß. physikalisch-ökonomische Gesellschaft: Schriften. Bd. LXV, Heft 3/4.
- Krakau**, Polnische geologische Gesellschaft. Jahrbuch. Tom. V.
- Lausanne**, Société Vaudoise des sciences nat.: Bull. Nr. 223, Mém. Nr. 18, 19, 20.
- Lawrence**, Kansas University: Science-Bull. Vol. XVIII.
- Leiden**, Geologisch-Mineralog. Museum. Mededeelingen. Deel III, 3. 4.
- Leiden**, Nederlandsch aardrijkskundig Genootschap: Tijdschrift. Deel XXVI. 1909.  
 Mineral Resources of Kansas 1903/04.
- Leipzig**, Sächs. geologische Landesuntersuchung:  
 Geolog. Karten, Blatt Nr. 14, 15, 16, 32, 99, II. Aufl., 48, III. Aufl. und Erläuterungen. Abhandlungen. Heft 7, 8.  
 Übersicht der Geologie von Sachsen. Erläuterung zu den vom Sächs. Geolog. Landesamt veröffentlichten Übersichtskarten. II. erw. Aufl.

- EZOLD, Die sächsischen Erdbeben 1907—1915.  
 BECK, Über Protohamnopteris Baldaufi.  
 PIETZSCH, Die geologische Literatur über den Freistaat Sachsen 1870—1920.  
 Zeitschrift für Naturwissenschaften. Organ des naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen. Halle a. d. S. Bd. 88. Heft 6.  
 Verein für Erdkunde: Mitteilungen. 1926—1929.  
 Wissenschaftliche Veröffentlichungen. Bd. IX.
- Lemberg, Extrait du „Kosmos“. Bulletin de la Société Polonaise des Naturalistes „Kopernik“. Vol. VI. 1. 2.
- Lich, Landw. Winterschule: Bericht 1913.
- Lima, Real Sociedad Geográfica:  
 Boletín, Sumario, Tomo XXIX, 3 u. 4, 1913.  
 Boletín, Revista, Tomo VII, 3 u. 4, 1912.  
 Cuerpo de Ingen. d. Minas del Perú: Bol. Nr. 55, 1907; 82, 1916.
- Linz, Verein für Naturkunde: Jahrbuch Bd. 82.
- Lissabon, Commissao de serviço geologico: Communicações, Tomo VI, 1917.  
 Sociedade de Geográfico: Bol. XI, 1885.
- London, Geological Society:  
 1. List of the geological Society, March 1926.  
 2. Quarterly Journal, LXXXV. Part. 1—4.  
 3. Geological Literature, 1928.  
 Geological Survey of Great Britain:  
 Memoirs (Palaeontology). Vol. III., Part. 1. Vol. I, Part. 5.  
 Memoirs (special reports on the mineral resources of Great Britain). Vol. XXXI.  
 Explanation of one inch sheet. 137, 217.  
 Geolog. Karten 1: 63 360. Sheet 153, 217, 269.  
 Summary 1928, I. II.  
 Geological Survey of Scotland:  
 Memoirs. The Geology of Arran.  
 Explanation of one inch sheet. The Geology of north Ayrshire (Sheet 22).  
 Geolog. Karten 1: 63 360. Sheet 8, III. Aufl., 22, 23, 32, 67.  
 Central Coalfield. Vertical Sections 9—15.  
 Geological maps of the British Island. II. edition 1912. 1: 584 000.  
 Royal geographical Society:  
 Geograph, Journal, Vol. XLIII, 5—6; XLIV, 1, 1914.
- St. Louis, Academy of Science: Transaction, Vol. XXII, 3, 1913.
- Lüneburg, Naturwissenschaftl. Verein: Jahresheft 23. 1926—1928.
- Lüttich, Société géologique de Belgique:  
 Annales, Bd. XL, 1—3, 1914.  
 Mémoires, Tome III, 1914.  
 Publications relatives, Bd. XL, 5; XLI, 1, 1913.
- Luzern, Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen. Heft X.
- Madison, Wisconsin geological and natural history Survey:  
 Bulletin: Scientific Series Nr. 12, 1920; 13, 1922.  
 Economic Series Nr. 23.  
 Educational Series Nr. 8, 9.  
 Soil Series Nr. 49.  
 General Series 1048.
- Madrid, Sociedad geográfica:  
 Anuario 1924.  
 Boletín: Sumario, Tomo LXIII, 3, 4; LXXIV, 1—4.  
 Revista, Tomo XVI, 1—12; XVII, 1—12; XVIII, 1—2; XIX, 1—12.
- Magdeburg, Naturwissenschaftl. Verein: Abhandlungen u. Jahresbericht Bd. III, II. 3, 4, 5.  
 Museum für Natur- und Heimatkunde: Abhandlungen und Berichte, Bd. II. 4. III. 1, 2.  
 IV. 1, 2, 3. V. VI. 1.
- Mailand, Atti de la Società Italiana di Science naturali e del Museo Civico di Storia naturale:  
 Vol. LIII, 1914.
- Manchester, Geogr. Society: Journal LIV.
- Mannheim, Verein für Naturkunde: 56.—60. Jahresbericht. 1908.
- Marburg, Gesellschaft für die gesamten Naturwissensch. Sitzungsbericht 1926, 1927.  
 Schriften: Bd. XV.

- Meißen, Naturwissensch. Gesellschaft „Isis“: Mitteilungen, Heft 12, 1914.
- Melbourne, Royal Society of Victoria:  
 Proceedings, Vol. XXII, 1909.  
 Transactions, Vol. IV, 1895.
- Geological Survey of Victoria (Depart of Mines):  
 Bulletin, Nr. 30, 1914.  
 Annual Report, 1911.  
 Records, Vol. III, Part. I, 1912.  
 Memoirs, Nr. 11, 1913.
- Meriden, Connecticut Transact., Scientific Associat.:  
 Annual Adress. Vol. VIII, 1898.
- Metz, Verein für Erdkunde: Jahresbericht 1908/11.
- Mexico, Soc. de Geographica y Estadistica de la Republica Mexicana: Boletin. Tomo XIV.
- Michelstadt, Landw. Winterschule: Jahresbericht 1912.
- Milwaukee, Wisconsin nat. History:  
 Annual Report, 1, 7—12, 15, 17, 18, 37.  
 Bull. New. Ser., Vol. XIII, 4; Vol. III, 1—3, Vol. IV, 1, 2.  
 Geol. Karten, Nr. 139, 1910.  
 Year Book, 1927, 1928.  
 Museum of the City: Bull. Vol. V, VI, 1—3, VIII, pp. 1—138, IX, 1, 2, X, 1, XI, 1.  
 Estadistico de la Republica Oriental del Uruguay: Anuario Tomo II, 1912.
- Minneapolis, Geolog. a. nat. history Survey of Minnesota Geology:  
 Annual Report. Vol. V, 1895.
- Montevideo, Museo Nacional: Anales, Tomo III, 1912.  
 Estadistico de la Republica Oriental del Uruguay: Anuario Tomo II, 1912.
- Moskau, Soc. impérial des naturalistes: Bull. N. S., Tome XXVI, 1913.  
 Lithogea Tome I, Nr. 2—4; II, Nr. 1—4; III, 1—4.  
 Transactions of the Institute of Economic, Mineralogy and Petrography 33, 34, 36—38.  
 Publications of the Petrographical Institute Nr. 5.  
 Volkskommissariat für Landwirtschaft R. S. F. S. R.  
 Zentrale Torfstation. 6 verschiedene Arbeiten.  
 Travaux de la Direction Centrale des Recherches Minières et de Prospection. Bd. I, II, III.
- München, Bayer. Oberbergamt; geognostische Abteilung:  
 Geologische Karten (Maßstab 1:25000):  
 Blatt Naila Nr. 32, Immenstadt Nr. 856.  
 Maßstab 1:100 000, München West Nr. 27. Teilblatt Landsberg.  
 Bodenkarte Bayerns 1:400 000 mit Erläuterungen von Dr. Frz. Münichsdorfer.  
 Geognostische Jahreshefte, Jahrg. 1927.  
 Hefte in zwangloser Folge: 1.  
 Berichte über den Stand der geolog. und agronom. Aufnahmen in Oberbayern und Unterfranken, 1913.  
 Geographische Gesellschaft: Mitteilungen, Bd. XVIII, Heft 1, 2.
- Münster, Westf. Provinzialverein f. Wissensch. u. Kunst: Jahresber. 1917/18, 1918/19, 1919/20, 1920/21 und 1921/22.
- Neisse, Wissenschaftl. Gesellschaft „Philomathie“: Bericht 34, 35, 39.
- New York, Academy of Science:  
 Anals, XXIV pp. 1—170, XXXI pp. 1—120.  
 Memoirs, Vol. II, 1900.
- American geograph. Soc.:  
 The geograph. Review. April-Oktober 1929. January 1930.  
 Bull. Vol. XLVIII, 4—15, 1915 und Index z. Vol. XLVII.
- American Museum of Natural History:  
 Memoires. Vol. I. Part. 1—5, 7, 8. IX. Part. 1—6. New. Ser. Vol. I. Part. 1—4.  
 Vol. II. Part. 1—3, Vol. III. Part. 2, 3.
- Neuchâtel, Soc. neuchâteloise de Géographie: Bull. Tom. XXXVIII.
- Norman, Oklahoma Geological Survey. Bulletin. 14, 35, 40, 42, 46, 47. Preliminary Report.  
 Circular Nr. 17, 18.
- Nürnberg, Germanisches Museum:  
 Anzeiger. 1918, 1—4; 1919, 1—4; 1920; 1921.  
 Mitteilungen. 1916.  
 Kataloge. 1897.

- Naturhistorische Gesellschaft:  
 Jahresbericht 1928.  
 Abhandlungen XXII, Heft 7.  
 Mitteilungen 1912/13, 1 u. 2.
- Odessa, Observatoire météorologique et magnétique de l'université impériale à Odessa:  
 Annuaire 1912/13.  
 Travaux du réseau météorologique du Sud-Ouest de la Russie. 1886/95.  
 Revue météorologique. 1904/05.
- Offenbach, Verein für Naturkunde: Bericht. 2. V. 1924—2. V. 1927.
- Oppenheim, Realschule: Jahresbericht 1912.
- Oldenburg, Statistische Nachrichten und statistisches Handbuch. 29. Heft.
- Olmütz, Naturwissenschaftliche Sektion des Vereins „Botanischer Garten“: Bericht III. 1912.
- Osnabrück, Naturwissenschaftlicher Verein: 20. 21. Jahresbericht.
- Ostrau (Mährisch), Naturwissensch. Gesellschaft. Jahrg. I.
- Padova, Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Aque. Sezione Geologica:  
 Geologisches Institut bei der Universität. Geologische Karten 1:100 000.  
 Bl. Resia, Merano, Bresanone, Schio, Verona, Udine, Pontebba.  
 Erläuterungen: Resia, Merano, Bresanone, Pontebba, Maniago.
- Paris, Société de Géographie:  
 Revue géogr. internationale. 1901.  
 Nouv. Dictionnaire de géogr. Bull. XVIII. 1904.  
 Bulletin 1908.  
 Compte rendu des séances. 1899.
- Passau, Naturwiss. Verein: Schriften-Heft 1.
- Peking, Geological Survey of China.  
 General geological map of China 1:1 000 000.  
 Blatt Taiyuan-Yulin Sheet N. J. 19.  
 Explanation of the geological map of China 1:1 000 000 Taiyuan-Yulin.  
 Bulletin Nr. 12, 13.
- Palaeontologica sinica:  
 Ser. A. Vol. II fasc. 1.  
 Ser. B. Vol. XI 1, XIII 1.  
 Ser. C. Vol. I fasc. 1—4, II fasc. 2—4, IV 2—4, V 3, 4.  
 Ser. D. Vol. VII 1.  
 Mémoires. Ser. A. 1, 3, 5.  
 Ser. B. 1, 3.
- Spezial-Report Nr. 2, Dezember 1926.  
 Preliminary-Report and the Mineral Resources of Kiangsu.
- St. Petersburg:  
 a) Comité géologique:  
 1. Mémoires: Nouv. Série Nr. 77, 80, 82, 83, 92—109, 113—117, 123—127, 129, 131—133, 137—142, 145, 146, 151—153, 156, 158, 169—172, 181, 187.  
 2. Bulletin: 1928, 7—10; 1929, 1, 2, 5—10.  
 3. Beilagen III, 1—8.  
 Littérature: Européisches Rußland, Permformation. Nutzbare Lagerstätten. Tom. IV.  
 Part. 1—3.  
 3. Geologische Karten und Beschreibungen von:  
 Région aurifère de Léna Lieferung VIII. 1913.  
 Région aurifère de l'Amour. „ XII. 1912.  
 Région aurifère de Jenissai. „ XII. 1913.  
 Région aurifère de la Zéla. „ III. 1913.  
 Région aurifère de la Sibirie. „ V. 1912.  
 Région aurifère de la Seledja. „ II. 1912.  
 Geologische Detailkarte der Halbinsel Apscheron.  
 5. Matériaux pour la Géologie général et appliquée:  
 Livraison. 88, 90, 109, 125—128, 131—135, 137—140, 145, 149.  
 Géologie de la Russie. Tom. II, 3; III, 3; IV, 2.  
 Nutzbare Lagerstätten. Tom. IV, Part. 4.  
 Mineral resources Part. 4, 12, 20, 23, 24, 25, 27, 37.  
 Annual Report on the Mineral Resources of the U. S. S. R. During the Fiscal Year 1925/26. 5 Schriften verschiedenen Inhalts.

Statistica Summary on the Mineral Industry of the U.S.S.R. 1911—1924/25, 1925/26, 1926/27.

b) Russische Akademie der Wissenschaften:

1. Mémoires. VIII. Ser. Vol. XIII, 12.
2. Bulletin 1928, 6—10; 1929, 1—8.
3. Travaux sur le Radium et les Minerais Radio actifs I, II, III.
4. Travaux du Musée géologique et mineralogique Empereur Pierre le Grand. 1913, Nr. 1, 1914, 3—12, 14, 1916, 1, 2, 4, 5.
8. Mineralogische Abteilung. Tom. 3. Geologische Abteilung. Tom. 5.
9. Geolog. Museum. Amalizky. Ausgrabung in Nord-Dwinsk. I—V, Nördliche Mongolei. I—III.

c) Russ. mineralog. Gesellschaft:

Verhandlungen, Bd. 56, 57.  
Materialien. Bd. XXVI, Lief. 2.

d) Observatoire physique central Nicolas:

Annales. 1908. II.

e) Russ. geographische Gesellschaft:

Nachrichten. Tom 60 1, 2.

Philadelphia, Academy of natural Science: Proceedings. Vol. 1928.

Year Book 1927.

Geographical Society: Bull. Vol. XIV, 2. 1916. Vol. XV, 1. 1917.

Pisa, Soc. Toscana di science naturali:

Memoirs. Bd. XXX—XXXVIII.

Process Verballi. Vol. XXXVII S. 1—5, XXXIX.

Pittsburgh, Memoirs of the Carnegie Museum. Vol. II. 1905.

Port-Arthur: Ryojun College of Engineering. Memoirs. Vol. I, 4 A und 4 B, II, 1—3. 4 A, 4 B, III 1.

Prag, Naturw.-medizin. Verein: Zeitschrift „Lotos“. Bd. 76, 1—12, 55, 59.

Preßburg, Verein für Natur- und Heilkunde: Bericht. N.F. XXIII. 1912.

Regensburg, Verein für Naturwissenschaft: XVII. Bericht für das Jahr 1924.

Reichenberg, Verein für Naturfreunde: Mitteilungen. 51. u. 52. Jahrgang.

Vierteljahrschrift für Geologie und Erdkunde der Sudetenländer. Firgenwald. II. Jahrg. Heft 1—4.

Riga, Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins. LIX.

Arbeiten des Naturforscher-Vereins N.F. Heft 18.

Rio de Janeiro, Observatorium imperial:

Annuarie 1914.

Revista. Vol. XI. 1912.

Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio. Serviço geologico e mineralogico.

Monographias. Vol. I, II, Bol. Nr. 1.

Museo Nacional Bol. I, 1, 2.

Rochester, Academy of Sciences: Proceedings. Vol. III. 1895.

Rom, R., Comitato geologico d'Italia:

Carta geologica 1: 100 000 Nr. 30, 58, 59, 71, 95, 102, 103, 123, 131, 148, 152, 156, 157, 159.

Carta geologica 1: 25 000 Nr. 97. III. S. O, 97. III. N. O, 104. I. S. E, 104. I. S. O, 105. IV. N. O, 105. IV. S. O, 232. I. S. E.

Memorie descrittive della Carta geologica d'Italia. Volume XII, XVIII, XXII.

Memoire per service alla descrizione de la Carta geologica d'Italia. Vol. I—IV, VI—IX.

Bolletino. Vol. XXXIV, 3, XL, 2, 4, LIII, 1—15, LIV, 1—4.

R. Accademia dei Lincei:

Rendiconto. Vol. IV, fasc. 1.

Rendiconti. VI. Ser. Vol. IX 3—12, X 1—12.

Memoire Serie Quinta. Vol. XIII, fasc. 10, 11.

Rostock, Geologische Landesanstalt: Mitteilungen, N.F.3.

Geinitz, E. Geologie Mecklenburgs mit geolog. Übersichtskarte von Mecklenburg.

Geographische Gesellschaft: Mitteilungen. 18. u. 19. Jahrg.

Rostock, Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. Bd. III.

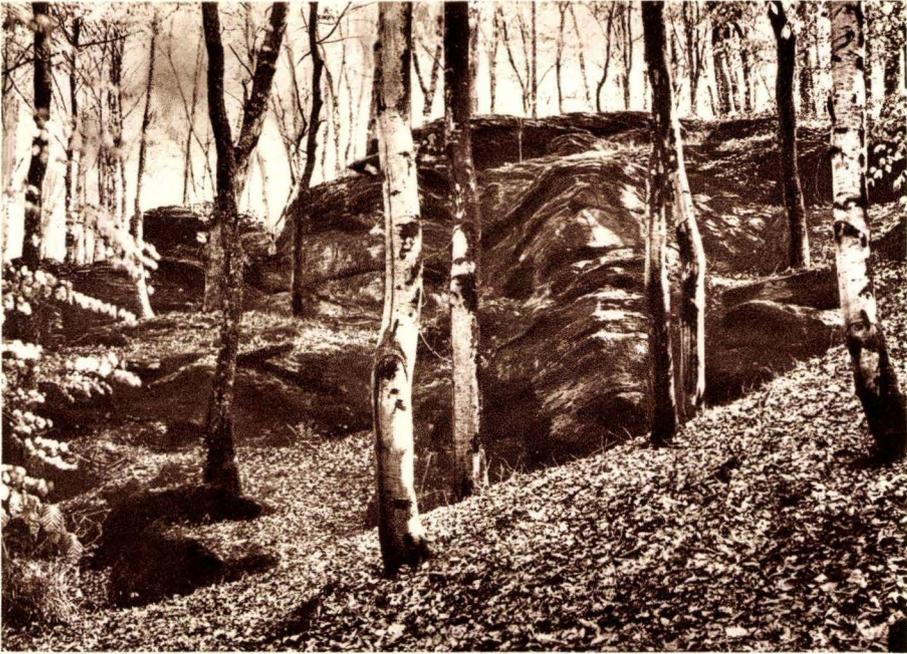
Rouen, Soc. normande de Géogr.: Bulletin. 1913. April—Juni.

Salem, Essex County: Veröffentlichungen. 1905.

- San Francisco, Geograph. Society Pacific:  
Transactions and Proceedings. Vol. VI. 1907.  
California Academy of Sciences:  
Proceeding. Vol. XVIII 1—8, 16.  
Occasional Papers. XI, XIII, XIV.
- San José, Instituto meteorológico nacional: Boletín, Tomo VI. 1893.
- Schaffhausen, Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen. Heft 8.
- Sendai, Tôhoku Imp. University. Science Report. Second Series: IX. 2, 3, XII. 1.  
Third. Series: Vol. II. 1, 2, 3, III. 1, 2, 3.
- Shanghai, National Research Institute of China. Memoir of the Institute of Geology.  
Nr. I—VIII.
- Sofia, Bulgarische geologische Gesellschaft. Zeitschrift Jahrg. I, Heft 3; II, Heft 1.  
Annuaire de l'Université de Sofia. XXIII, XXIV. La Géologie de la Bulgarie par  
† George N. Zlartarski.
- Stockholm, Sveriges geologiska Undersökning:  
Årsbok. 1927, 1928.  
Ahandlingar. Serie Ca, Nr. 19, 20.  
Geologische Karten nebst Beschreibungen, Serie Aa, Nr. 144, 158, 159, 165, 167, 170.  
Serie Ba, 10.  
Serie C, 140.  
Serie D, 34.
- Straßburg, Geologische Landesanstalt:  
Abhandlungen, Nr. 3.  
Mitteilungen, Bd. I, 3.  
Geologische Karten nebst Erläuterungen. 1906.
- Meteorologischer Landesdienst:  
Deutsches Meteorologisches Jahrbuch. 1911.  
Monatliche Übersicht der Hauptstation für Erdbebenforschung. 1912.
- Zentralbureau der internationalen seismologischen Assoziation:  
Catalogue général. 1911.  
Catalogue régional. 1911.  
Katalog der registrierten seismischen Störungen. 1911.
- Gesellschaft für Erdkunde und Kolonialwesen:  
Mitteilungen. 1914. 5. Heft.
- Stuttgart, Württemb. Statistisches Landesamt:  
Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. 1916, 2.  
Statistisches Handbuch. Jahrg. 1912/13.  
Deutsches meteorologisches Jahrbuch. 1912.  
Württembergische Vierteljahrsb. für die Landesgeschichte. Heft 5. 1890.
- Württemberg. Statistisches Landesamt: geologische Abteilung:  
Geolog. Karten und Erläuterungen im Maßstab 1:25 000, Blatt Nr. 68.  
Geolog. Karten und Erläuterungen im Maßstab 1:50 000. III. Aufl. Nr. 9. Besigheim.  
Geolog. Übersichtskarte von Württemberg 1:200 000, Blatt 2.  
Mitteilungen Nr. 10, 11.  
Oberrhein. geolog. Verein. N.F. Bd. XIX.  
Verein für vaterl. Naturkunde. Jahreshefte. Jahrg. 84.  
Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und  
Hohenzollern.
- Sydney, Geological Survey of New South Wales (Depart. of Mines).  
Geological Map of South Wales, Nr. 6. 1910.  
Annual Report. 1912.  
Mineral Resources, Nr. 17. 1913.  
Records, Vol. X, Part. 2. 1912.  
Memoirs geological, Nr. 5. 1912.  
Memoirs Palaeontologie, Nr. 6. 1912.
- Thorn, Kopernikus-Verein für Wissenschaft und Kunst:  
Mitteilungen. Heft 36.
- Tokio, Imperial geolog. Survey:  
Bull. Vol. XXV, No. 4; XXVI, No. 1.  
Report 98—102.  
Report Industrial Mineral Survey No. 20, 21, 22.

- Geological Map of Japan u. Erl. 1:75 000. Asuke, Irakozaki, Sagara, Toyohashi.  
 Journal of the College of Sciences: Vol. XLV, Art. 6, 7.  
 Journal of the Faculty of science imperial University of Tokyo. Section Geology, Mineralogy, Geography, Seismology. Vol. II, 8, 9, III, 1.  
 National Research Council of Japan: Vol. VI, 3, 4, VII, 1, 2.
- Triest, Società adriatica di scienze naturali: Bol. XVIII—XXVII, XXVIII, Part. 1, 2.
- Tübingen, Schriften des Vereins für Geschichte und Naturgeschichte: XIII. Heft 1914.  
 Württembergische Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaft. Jahresbericht 1921. Abhandlungen. Heft 10.
- Ulm, Verein für Kunst und Altertum: Mitteilungen Nr. 26, 27.
- Upsala, Geologisches Institut der Universität:  
 Akademische Abhandlungen. 1910.  
 Bulletin. Vol. XX. Index. Vol. XI—XX. Giraffidae. Mit besonderer Berücksichtigung der fossilen Formen aus China.
- Victoria, Geological Survey (Depart. of Mines):  
 Annual Report. 1910.  
 Memoirs. Vol. IX. 1910.  
 Records. Vol. III. 1910.  
 Geological Maps. Blatt Murmuncu und Wacra. 1911.
- Warschau, Annuaire géologique et minéralogique. 1910.  
 Service géologique de Pologne. Bull. Vol. V. 1, 2.  
 Bibliographie No. 6, 1927.  
 Carte géologique des Carpathes Polonaises Orientales 1:200 000.
- Washington, Geological Survey:  
 Annual Report 49.  
 World Atlas of Commercial Geologie. Part I, Distribution of mineral Production.  
 Part II, Water Power of the World.  
 Monographs, Nr. 23, 54.  
 Monograph Series Nr. 2.  
 Bulletins Nr. 794, 797 B—F, 799—801, 803, 804, 805 A, B, 806 B—E, 807, 810 C, 811 B, 812 A, B.  
 Professional Papers. Nr. 144, 154 A—J, 157, 158 A, B.  
 Water Supply Paper. 586, 588, 589, 593—595, 599, 600, 607—614, 636 A, B.  
 Geologische Karten: Atlas Nr. 221. State of New Mexico. 225.  
 Topographische Karten: Sending 62—64.  
 Publications. New. Ser. Nr. 2. 1914.  
 Mineral Resources. 1916 u. 1917. Part. 1. u. 2. gebunden. 1918. 1. u. 2. ungebunden, 1922. II. 34. 1923. I, 14, 17, 18—27. II, 20, 21, 23—31. 1924. I, 1—5. II, 1—3.
- Smithsonian Institution:  
 Annual Report 1912.  
 Publikationen Nr. 2988—2994, 2996, 3002, 3005.  
 Bulletin 100, 123.  
 Yearbook of the Depart. of Agriculture. 1928.  
 Report of the Depart. of Agriculture. 1913 und 1914.  
 National Museum. Report. 1911.
- Wellington, Report of the Mining Industry of New Sealand. 1892.
- Wernigerode, Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins des Harzes: Bd. XI. 1896.
- Wien, Geologische Reichsanstalt:  
 Jahrbuch. Bd. LXXVIII, LXXIX.  
 Abhandlungen. Bd. XXIII, Heft 2.  
 Verhandlungen 1928, 1—12, 1929, 1—11.  
 Geologische Karten nebst Erläuterungen. Lofer u. St. Johann, Matighofen, Tittmoning, Ötztal.
- Naturhistorisches Hofmuseum:  
 Annalen. Bd. XLII.
- Geographische Gesellschaft:  
 Abhandlungen. Bd. VI. 1915.  
 Mitteilungen. Bd. LXXI. 1—12. LXXII. 1—6.
- Zoologisch-botanische Gesellschaft:  
 Verhandlungen. Bd. LXXVI, LXXVII, Heft 4, LXXVIII, LXXIX, Heft 1.

- Verein der Geographen an der Universität:  
 Jahresbericht XIV, XV.
- Geologische Gesellschaft:  
 Mitteilungen. Bd. XIX, XX.
- Wiesbaden, Nassauischer Verein für Naturkunde: Jahrbuch 79, 80.
- Wintherthur, Naturwissenschaftl. Gesellschaft. Mitteilungen 1925 u. 1926.
- Worms, Handelskammer: Bericht 1912.  
 Landwirtschaftliche Winterschule: Jahresbericht 1913/14.
- Würzburg, Physikalisch-medizinische Gesellschaft:  
 Sitzungsbericht 1921—1923.  
 Verhandlungen N. F. Bd. LI, LII, LIII und Sonderheft.
- Zürich, Geologische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.  
 Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Neue Folge. Lieferung L, 4, LVIII,  
 LIX, LX, LXI.  
 Geotechnische Serie. Lief. XI, Teil I u. II, XII, XIII, Bd. 1.  
 Geologische Karte. 1: 100 000. Blatt Nr. 101 A. B., 102 A. B., 105 A.  
 Geologische Karte. 1: 50 000. Nr. 97.  
 Geologische Karte 1: 25 000. Nr. 94 F. 113.  
 Erläuterungen zu den geologischen Karten Nr. 19, 80, 83.  
 Geographisch-ethnographische Gesellschaft: Jahresbericht 1907/08.  
 Naturforschende Gesellschaft: Sitzungsberichte. Vierteljahreshfte: 73, Heft 1—4, Festschrift Hans Braun. 74. Jahrg. Heft 1, 2.  
 Neujahrblatt 129. 130.
- Zwickau, Verein für Naturkunde: Jahresbericht vom 1. VI. 26—30. V. 28.



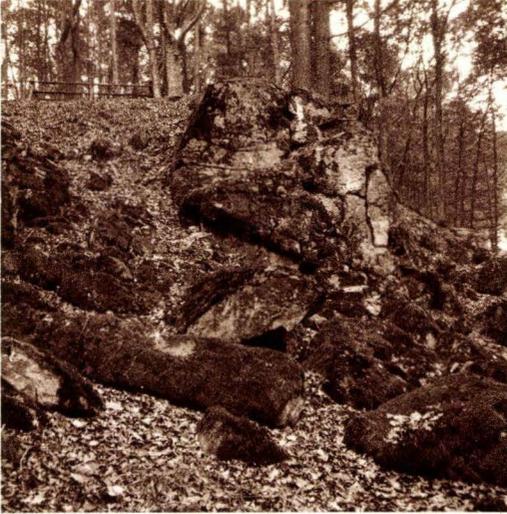
Klippe von älterem Granit (Flasergranit).  
Schmacherbusch S.O. von Kirch-Beerfurth auf der Böllsteiner Höhe.

Aufgen. von G. Klemm.



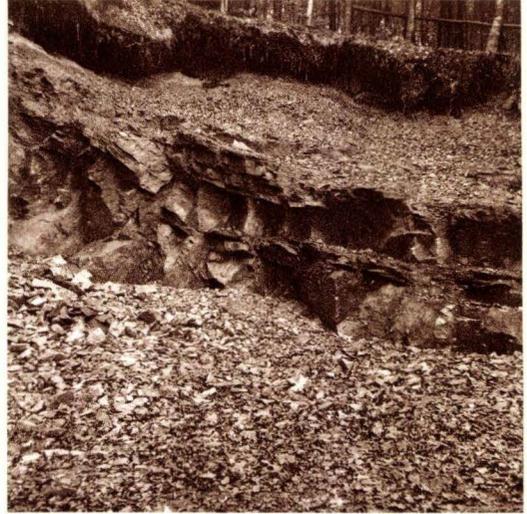
Haufensteinberg bei Wallbach, Böllsteiner Höhe, von S. aus. Älterer Flasergranit.

Aufgen. von G. Klemm. Oktober 1929.



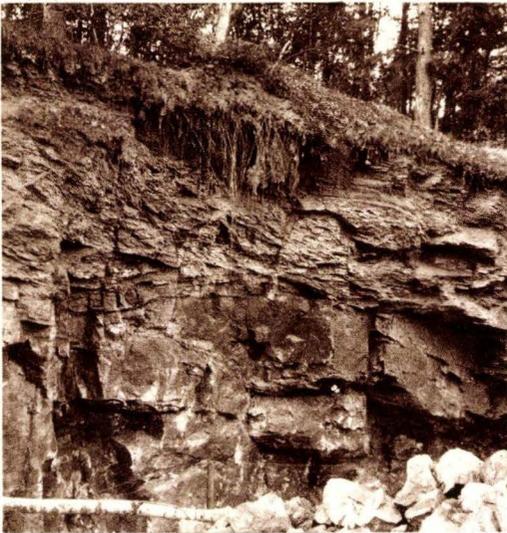
Klippe von jüngerem Böllsteiner Granit.  
Unmittelbar nördl. v. d. Bez. Holzwiesenkopf  
westlich von Hassenroth

Aufgen. von G. Klemm 2. XI. 29.



Jüngerer Böllsteiner Granit mit Schollen des  
älteren. Steinbruch südlich von der Kreis-  
straße Hassenroth-Oberklingen zwischen  
den Bezeichnungen Holzwiesenkopf und  
Koppelwald

Aufgen. von G. Klemm 2. XI. 29.



Schollen von älterem Flasergranit im jüngeren.  
Steinbruch etwas nördlich von Höllerbach  
südlich v. d. Kreisstraße nach Hummetroth.

Aufgen. von G. Klemm Oktober 1929

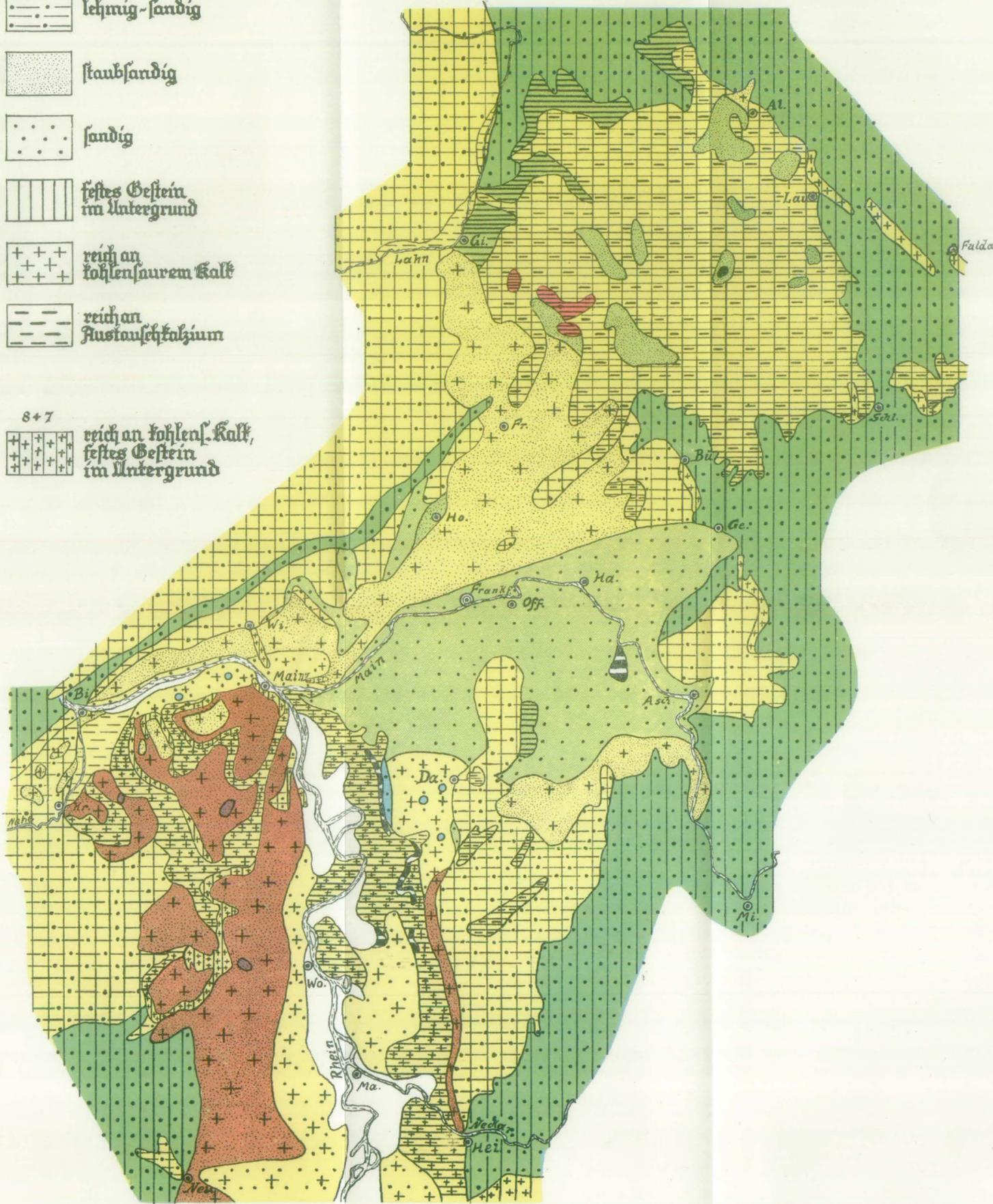


Klüftung des jüngeren Böllsteiner Granites,  
der zahlreiche Schöllchen des älteren um-  
schließt. Steinbruch süd. v. d. Kreisstraße  
Höllerbach - Hummetroth.

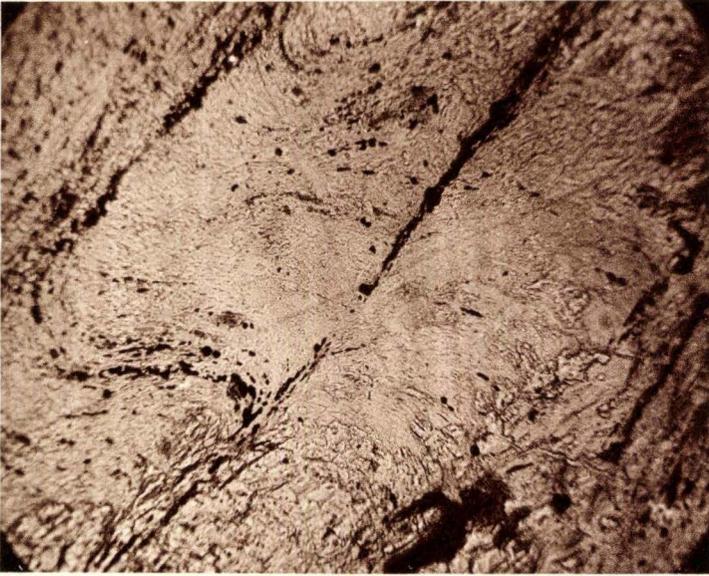
Aufgen. von G. Klemm Oktober 1929.

# Bodenkarte von Hessen im Maßstabe 1:600000 von W. Schottler mit Beiträgen von O. Diehl und W. Wagner.

Bodenarten		
<p>1  tonig</p> <p>2  tonig-lehmig</p> <p>3  lehmig</p> <p>4  lehmig-sandig</p> <p>5  staubsandig</p> <p>6  sandig</p> <p>7  festes Gestein im Untergrund</p> <p>8  reich an kohlensaurem Kalk</p> <p>9  reich an Austauschkalzium</p>	<p>1+8  tonig, reich an kohlensaurem Kalk</p> <p>2+9+7  tonig-lehmig, reich an Austauschkalzium, festes Gestein im Untergrund</p> <p>4+7  lehmig-sandig, festes Gestein im Untergrund</p>	<p>5+8  staubsandig, reich an kohlensaurem Kalk</p> <p>6+8  sandig, reich an kohlensaurem Kalk</p> <p>6+7  sandig, festes Gestein im Untergrund</p>
<p>8+7  reich an kohlens. Kalk, festes Gestein im Untergrund</p>		



Bodenformen								
fossiler Laterit	Schwarzerde (Achernosem)	Humuskarbonatböden	kalkhaltige braune Waldböden	braune Waldböden	Schwach podsolige Böden	stark podsolige Böden	Grundwasserböden	Nieder- Hochmoore



Glimmerschiefer, andalusitführend.  
Vor der Contactmetamorphose zertrümmert und gestaucht.  
Chaussyhöhe bei Kupferberg.

Vergrößerung 75 Fach      Aufgen. von G. Klemm 1930

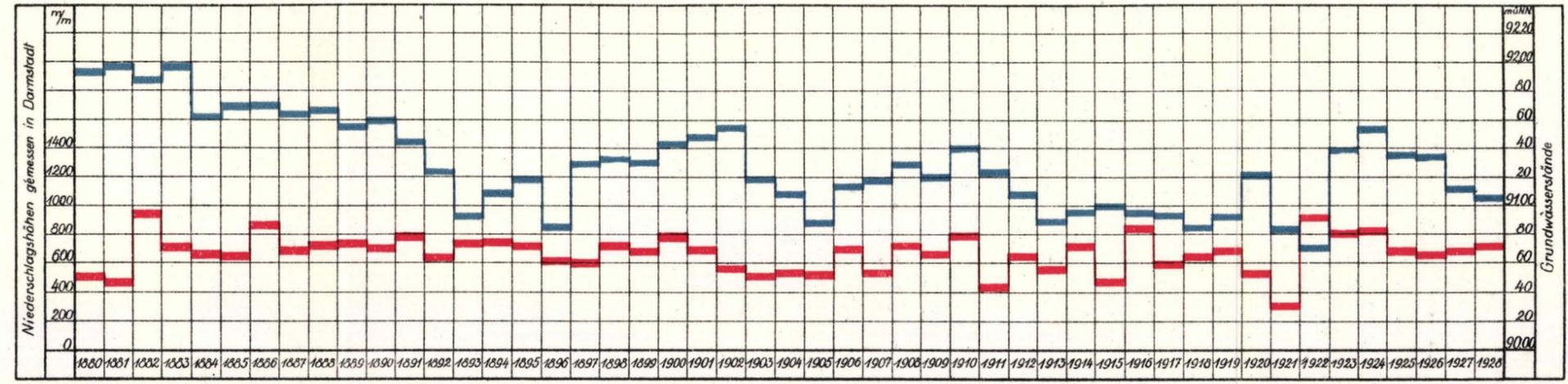


Wirbel von Rutilnadelchen in Quarz. Glimmerschiefer  
Neuer Adlerschacht bei Rudelstadt

Aufgen. von G. Klemm 1930. Vergrößerung 75 Fach

# Schaulinien

## der jährlichen Grundwasserstände und Niederschlagshöhen.



— Grundwasserstände Jahres- bzw. Monatsmittel  
 — Niederschlagshöhen Jahres- bzw. Monatssumme

Grundwasserstände gemessen im Beobachtungsbrunnen 1 des Wasserwertes Darmstadt.  
 Niederschlagshöhen gemessen in Darmstadt.

# Schaulinien

## der monatlichen Grundwasserstände und Niederschlagshöhen.

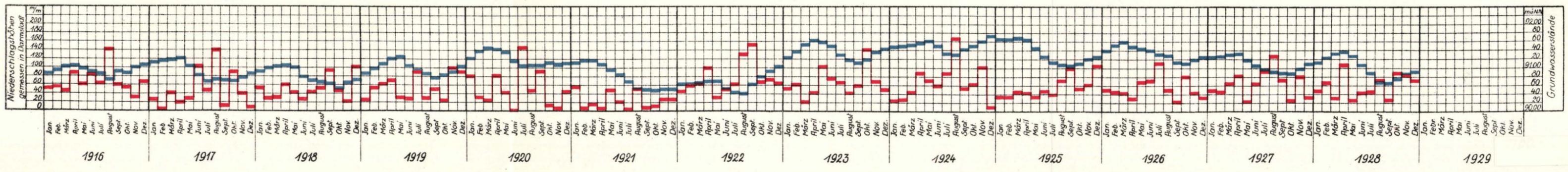
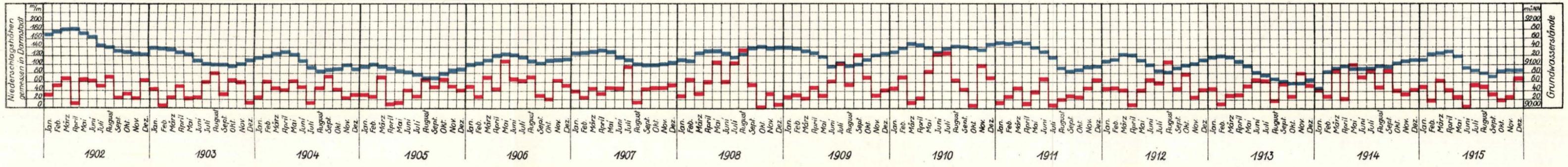




Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

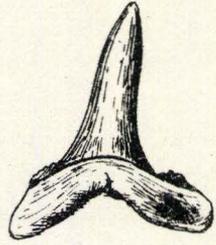


Fig. 5



Fig. 6



Fig. 9



Fig. 7



Fig. 11



Fig. 10

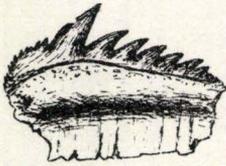


Fig. 8

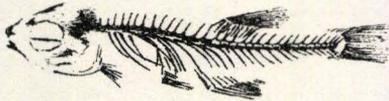


Fig. 14



Fig. 12

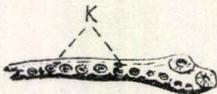


Fig. 13

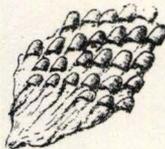


Fig. 15

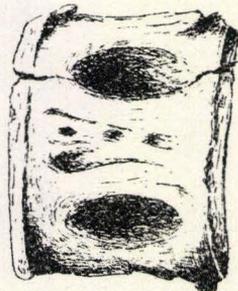


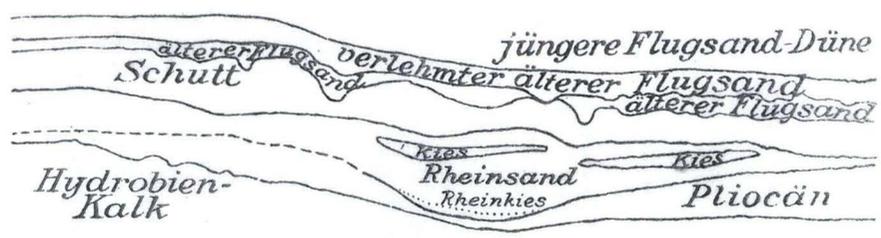
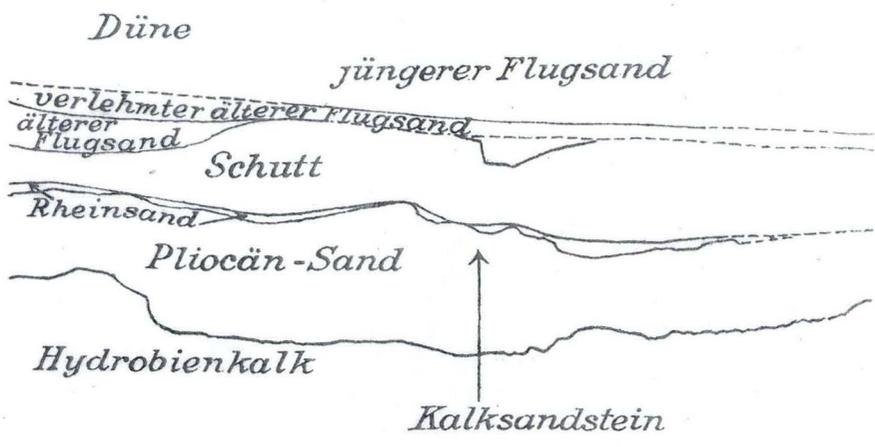
Fig. 16

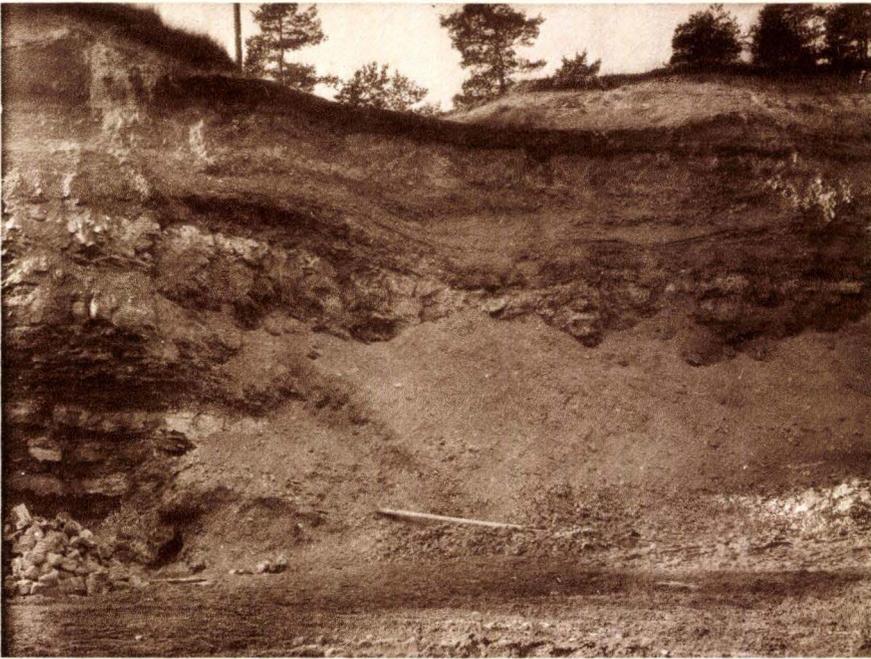


etwa nat. Gr.

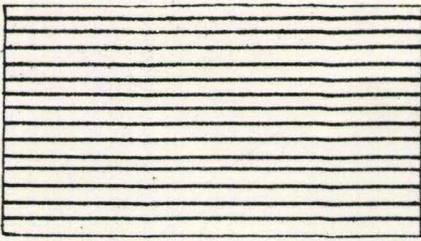
*Cervus dama* L aus den Mosbacher Sanden.

Ansicht von aussen      rechte Unterkieferhälfte      Aufsicht von oben  
Orig. Naturhistorisches Museum Mainz.

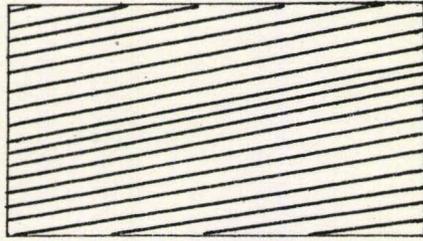




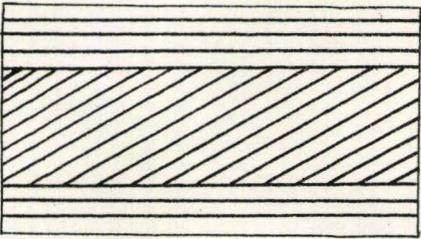
Steinbruch südlich Lenneberg bei Mainz-Gonsenheim



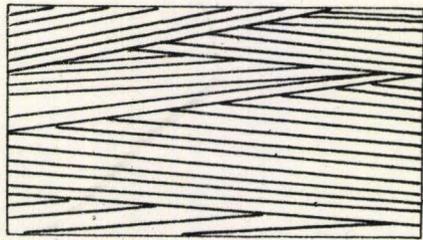
*Fig. 1*



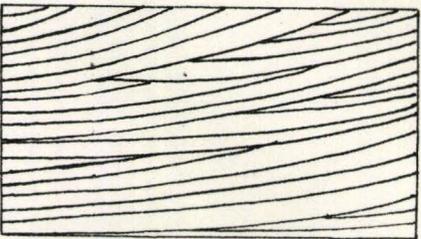
*Fig. 2*



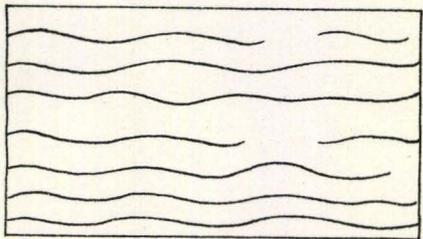
*Fig. 3*



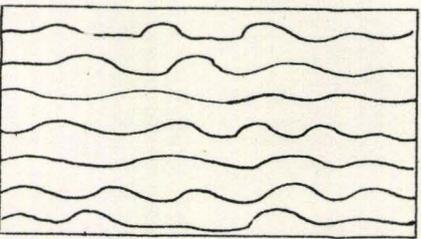
*Fig. 4*



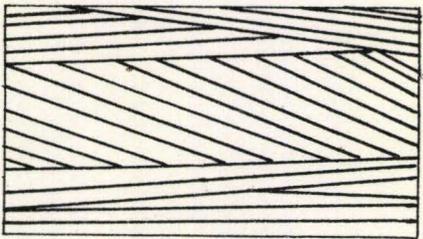
*Fig. 5*



*Fig. 6*



*Fig. 7*



*Fig. 8*

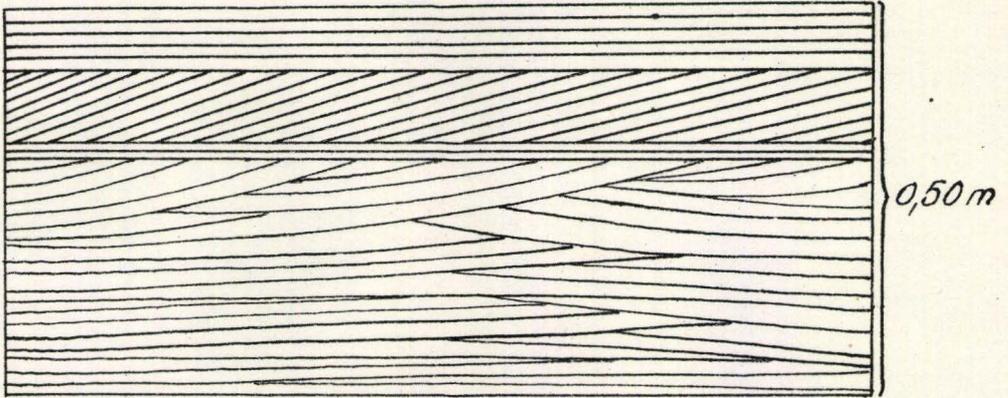


Fig. 1

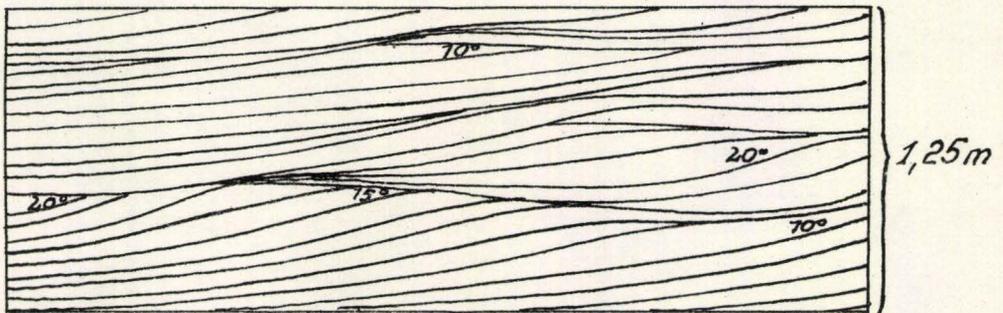


Fig. 2

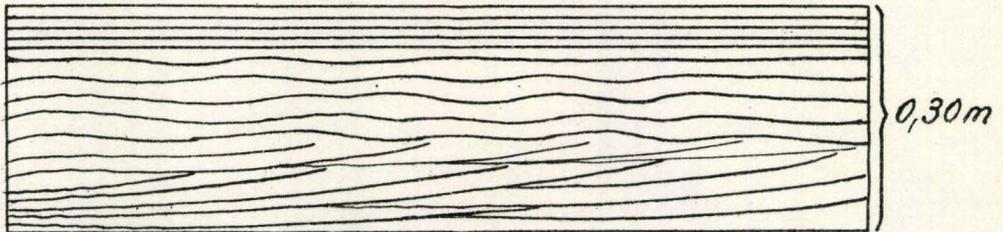


Fig. 3

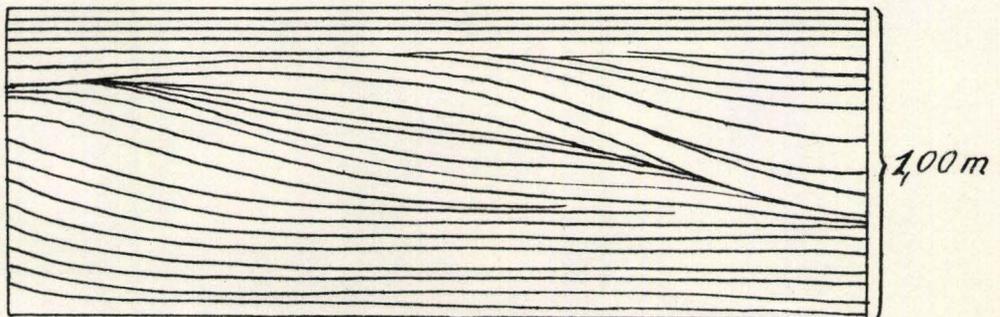
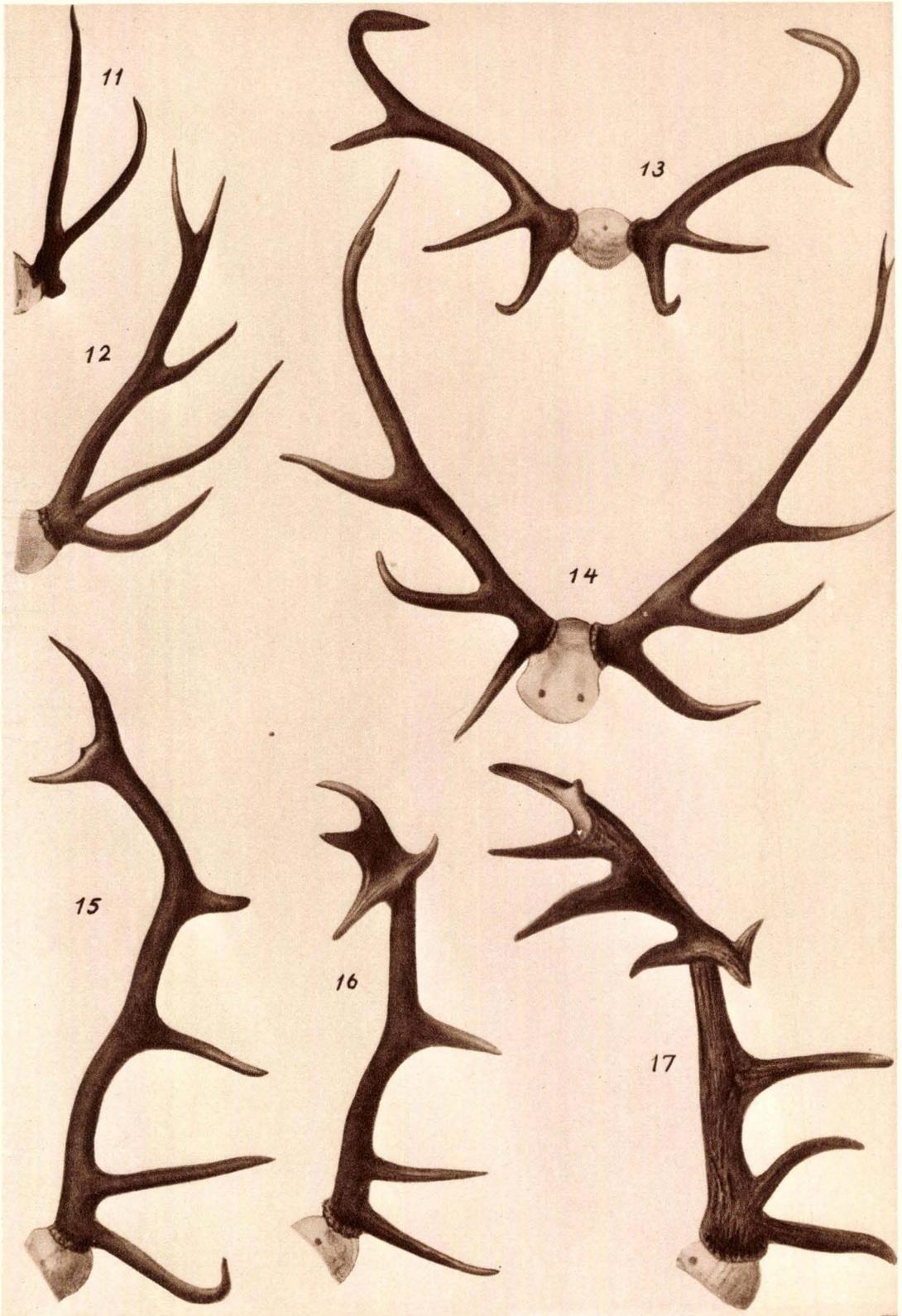
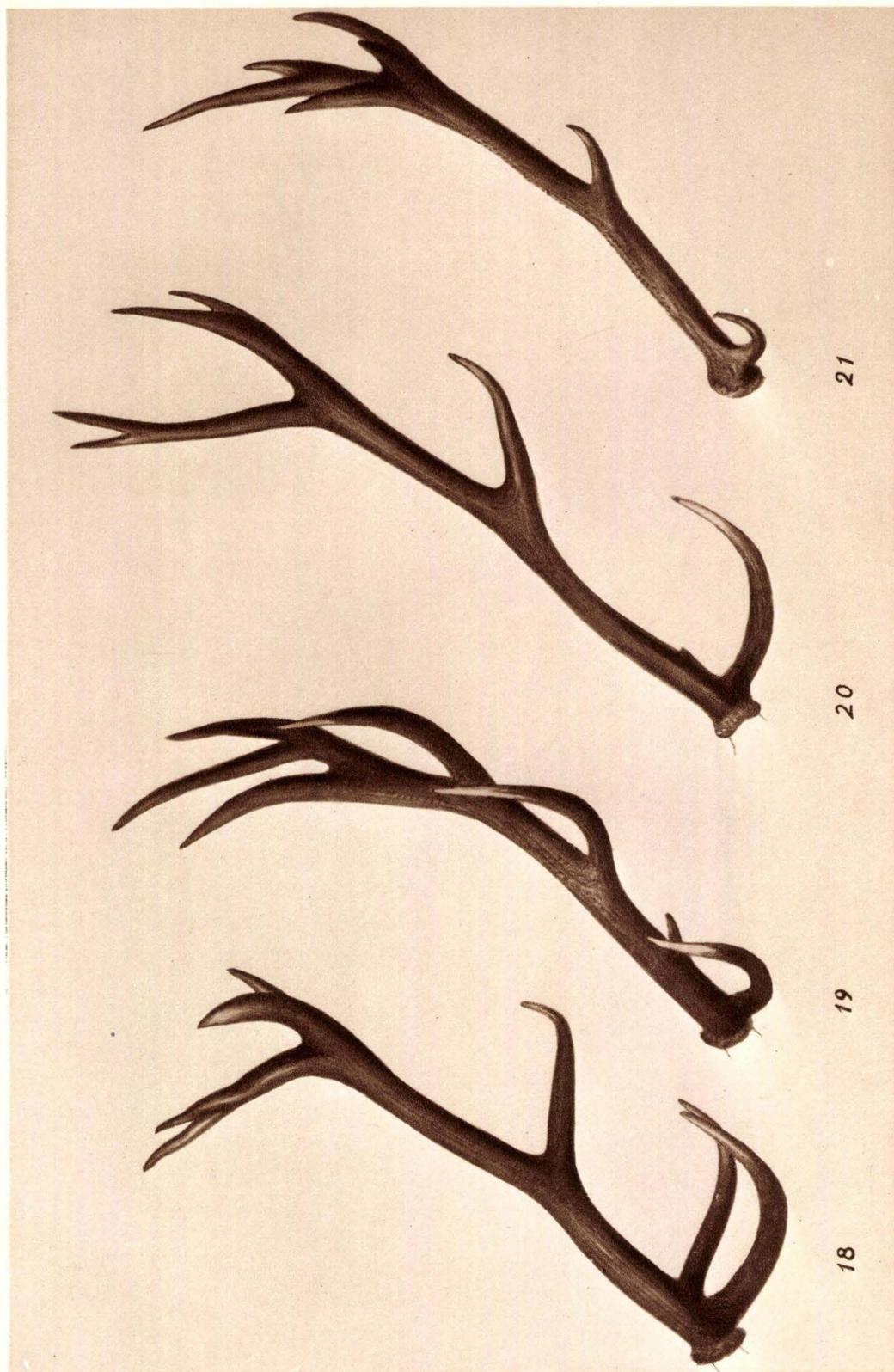
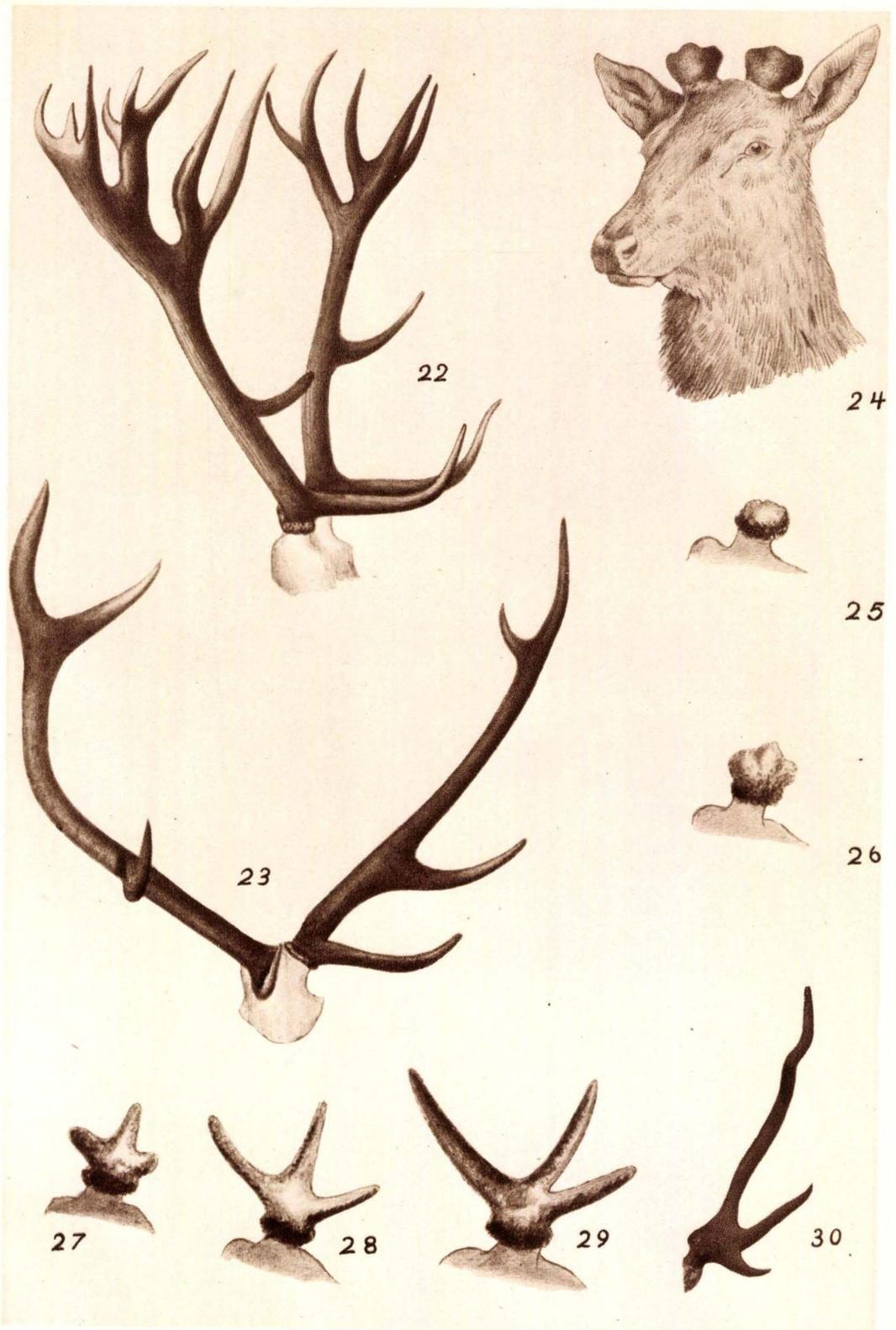


Fig. 4









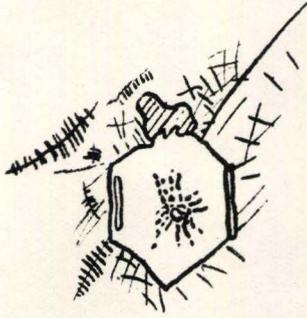


Fig. 1

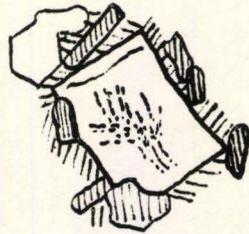


Fig. 2

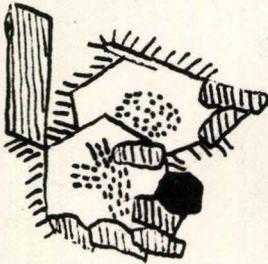


Fig. 3



Fig. 4



Fig. 6

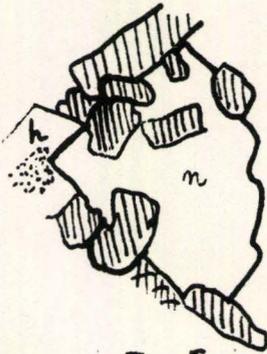


Fig. 5

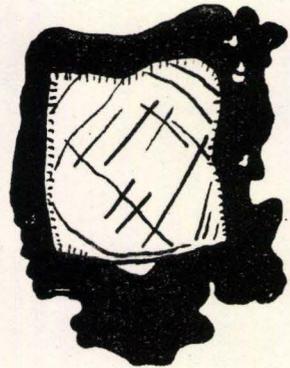
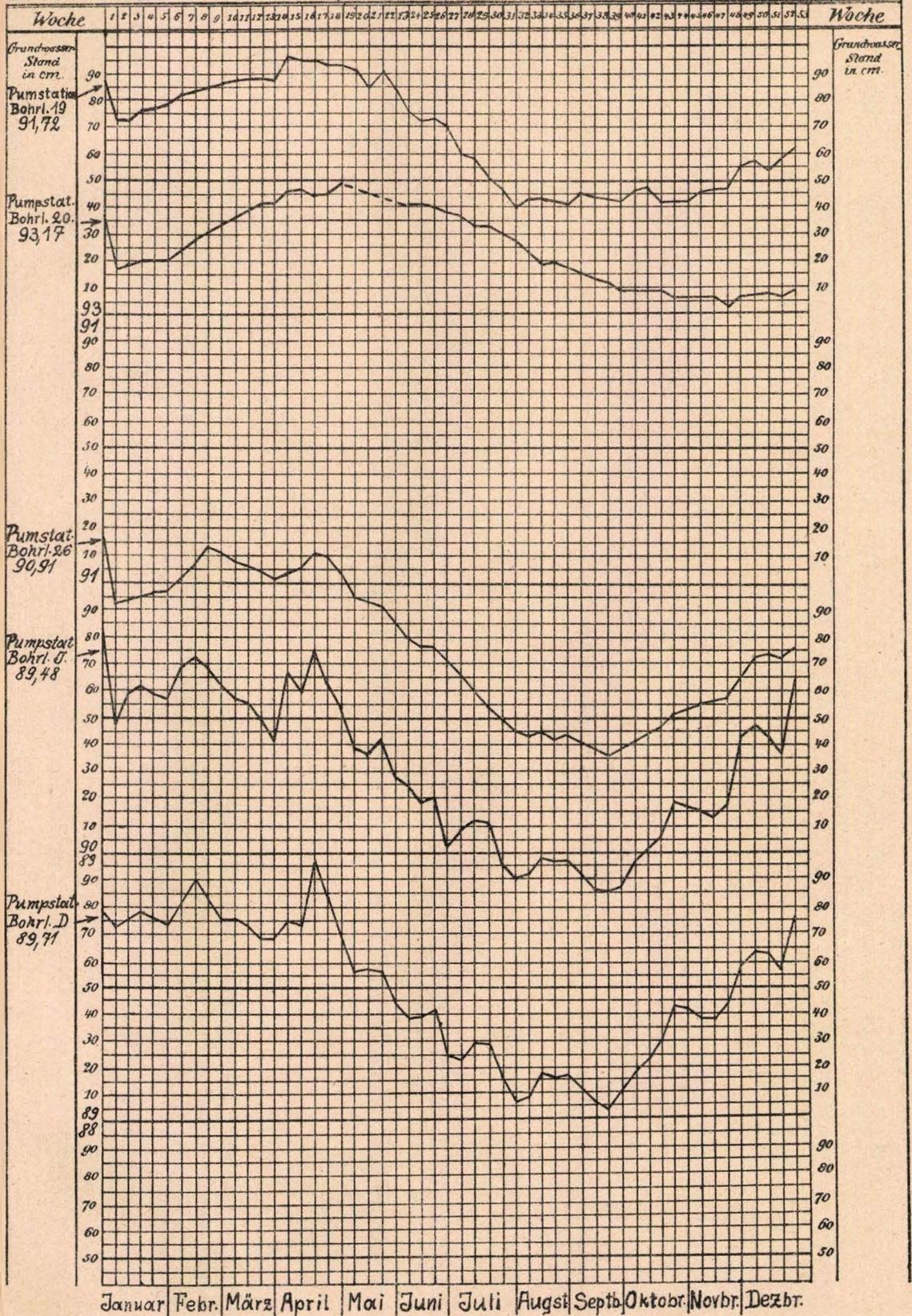


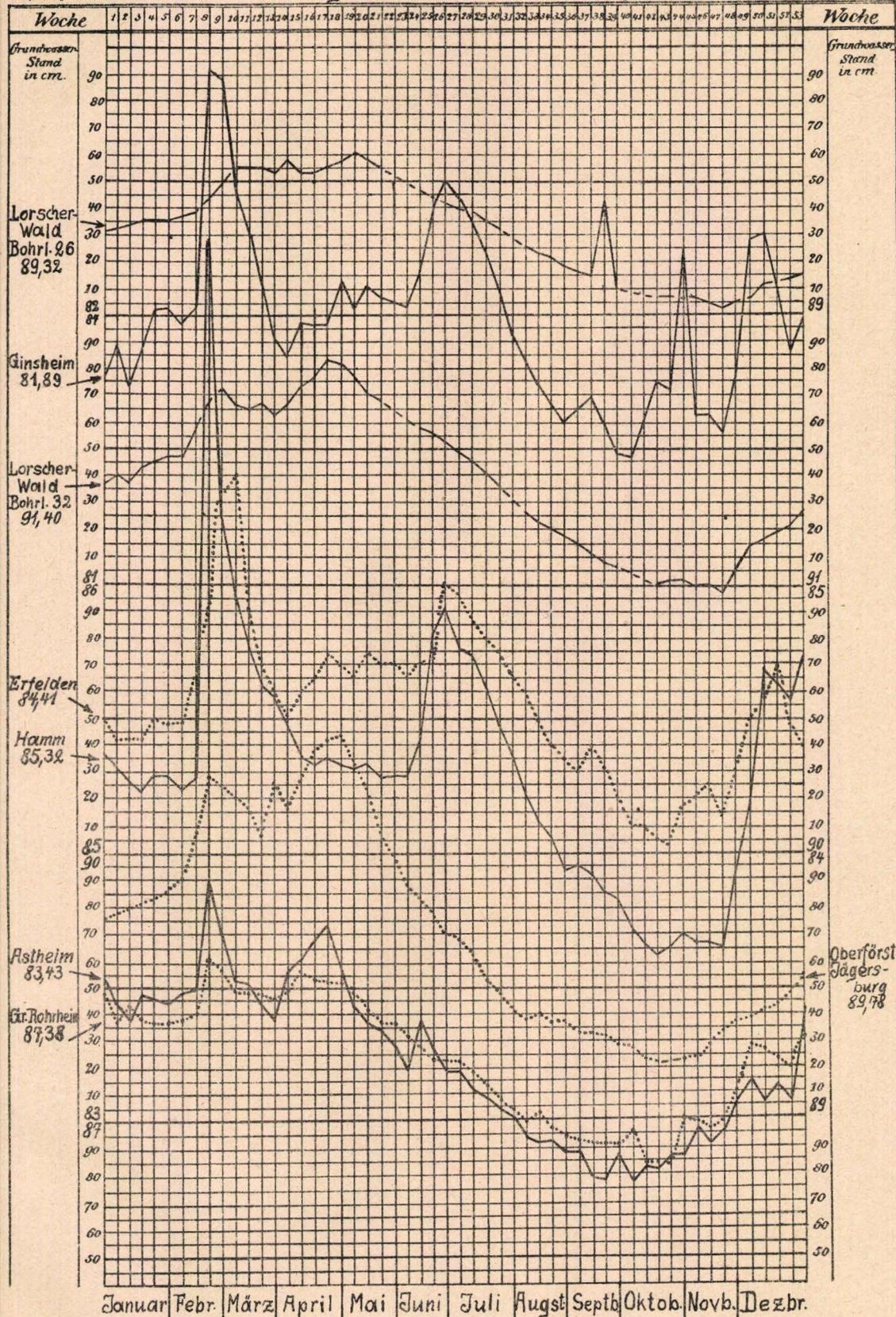
Fig. 7



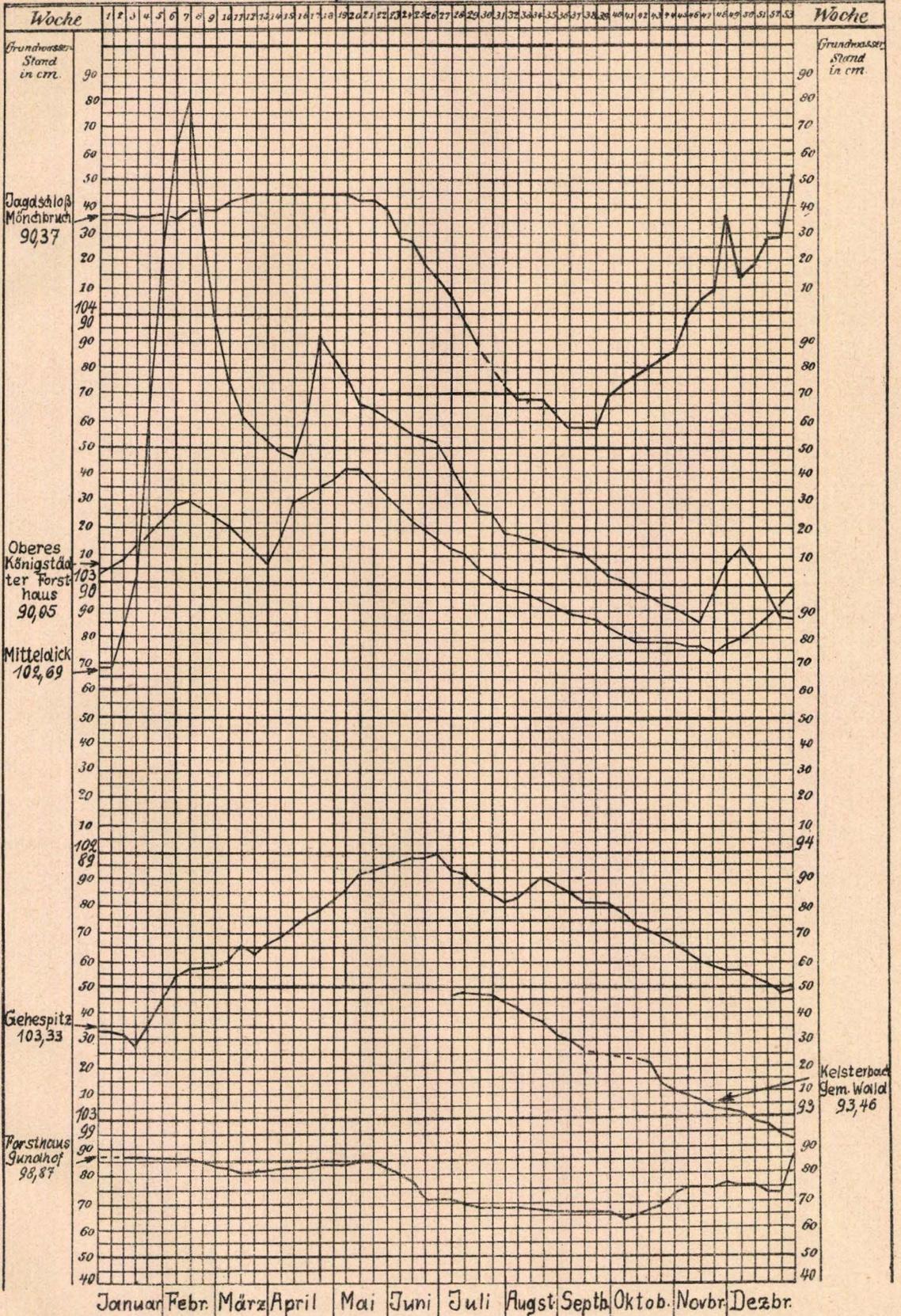
# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1928 (Darmstadt) Tafel 1.



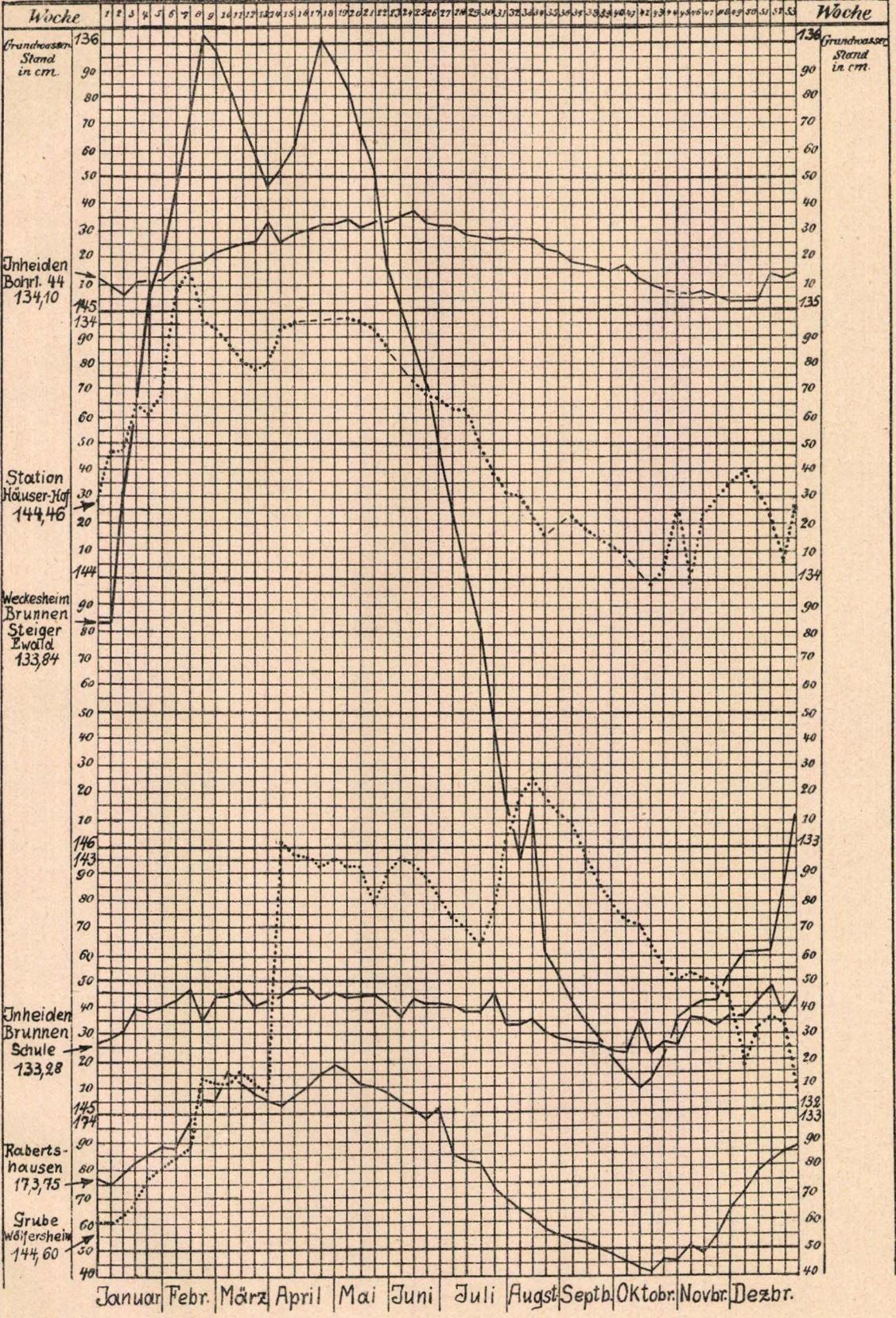
# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1928 (Hess. Ried) Tafel 2.



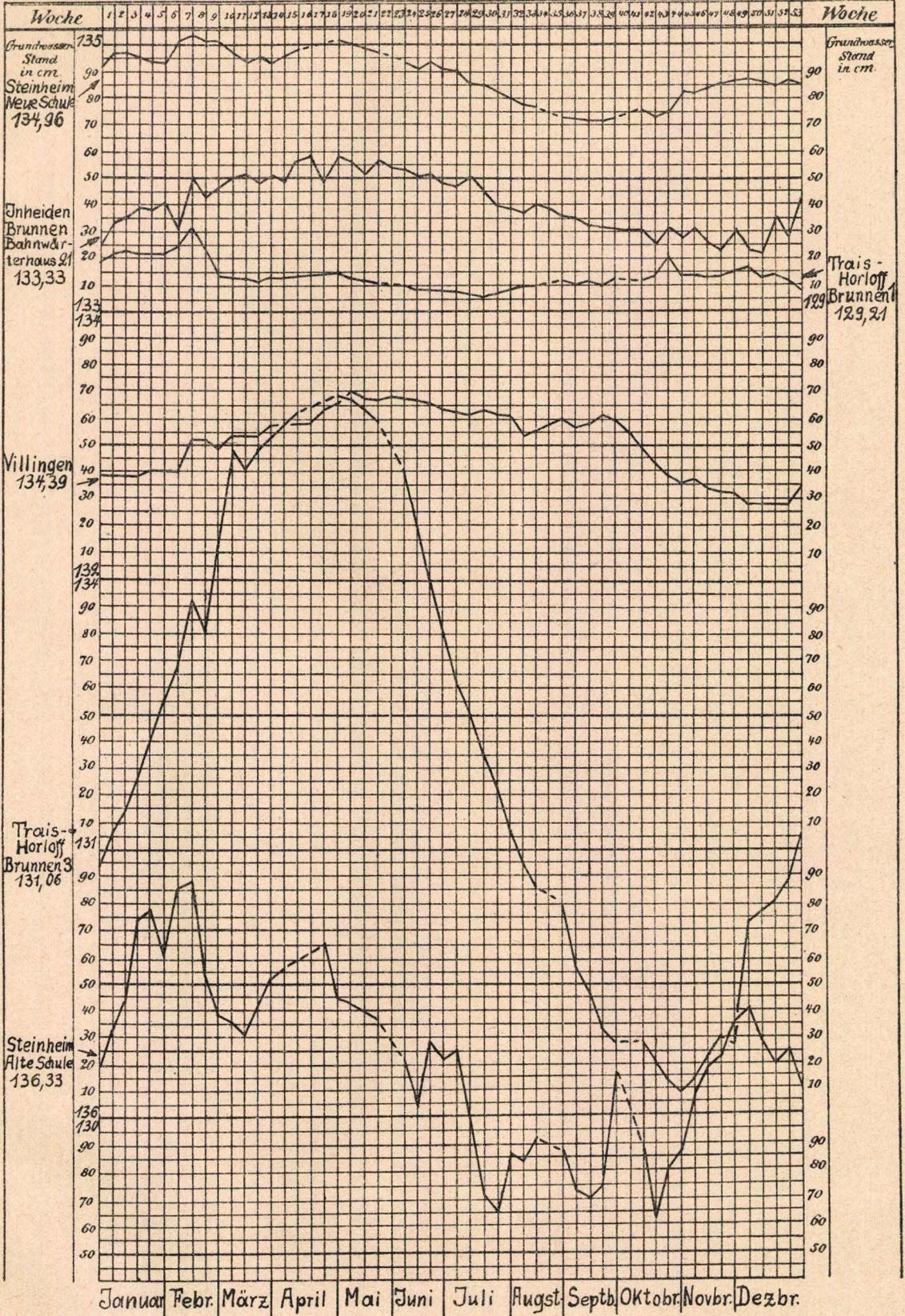
# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1928 (Starkenburg) Tafel 3



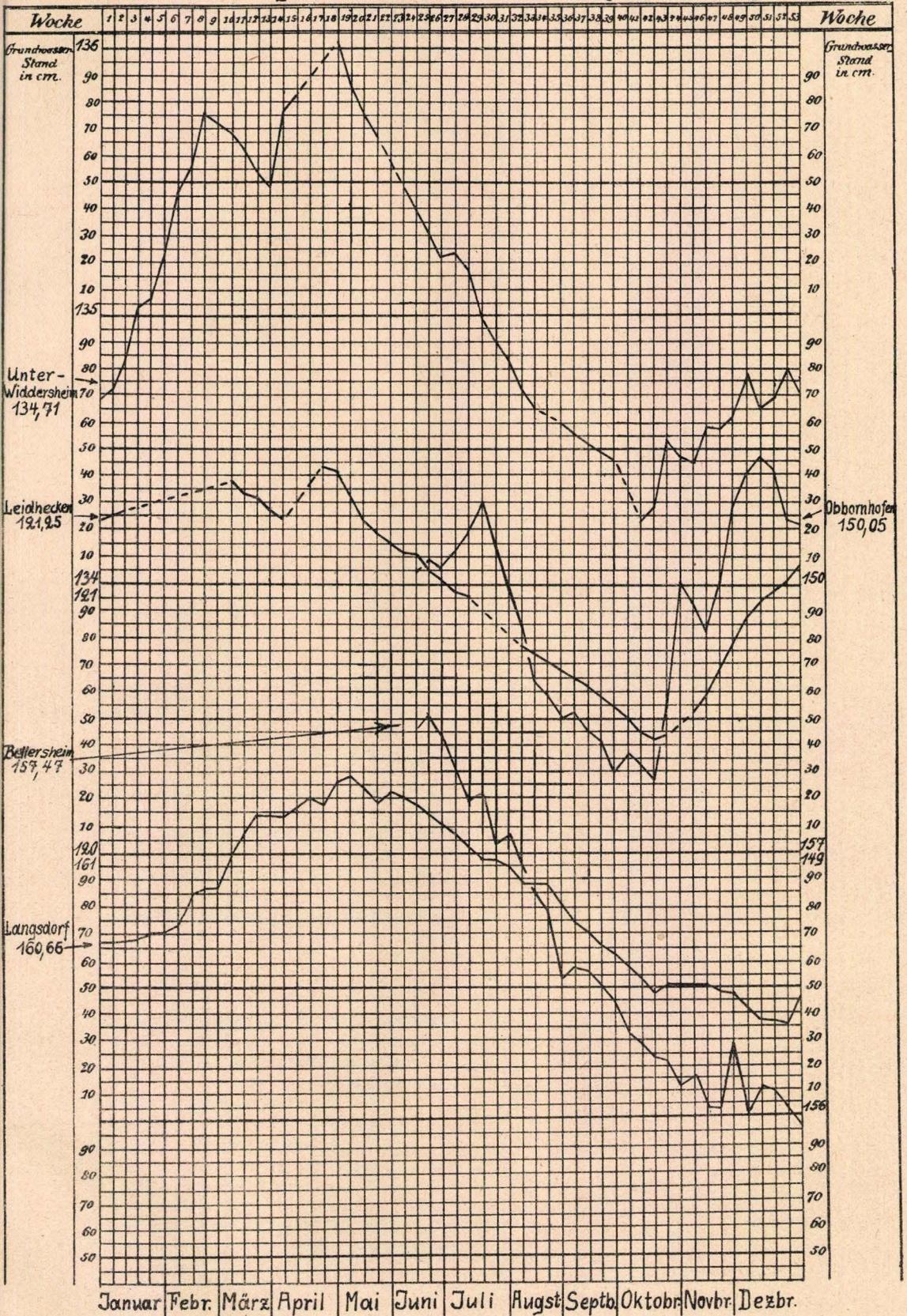
# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1928 (Oberhessen) Tafel 4



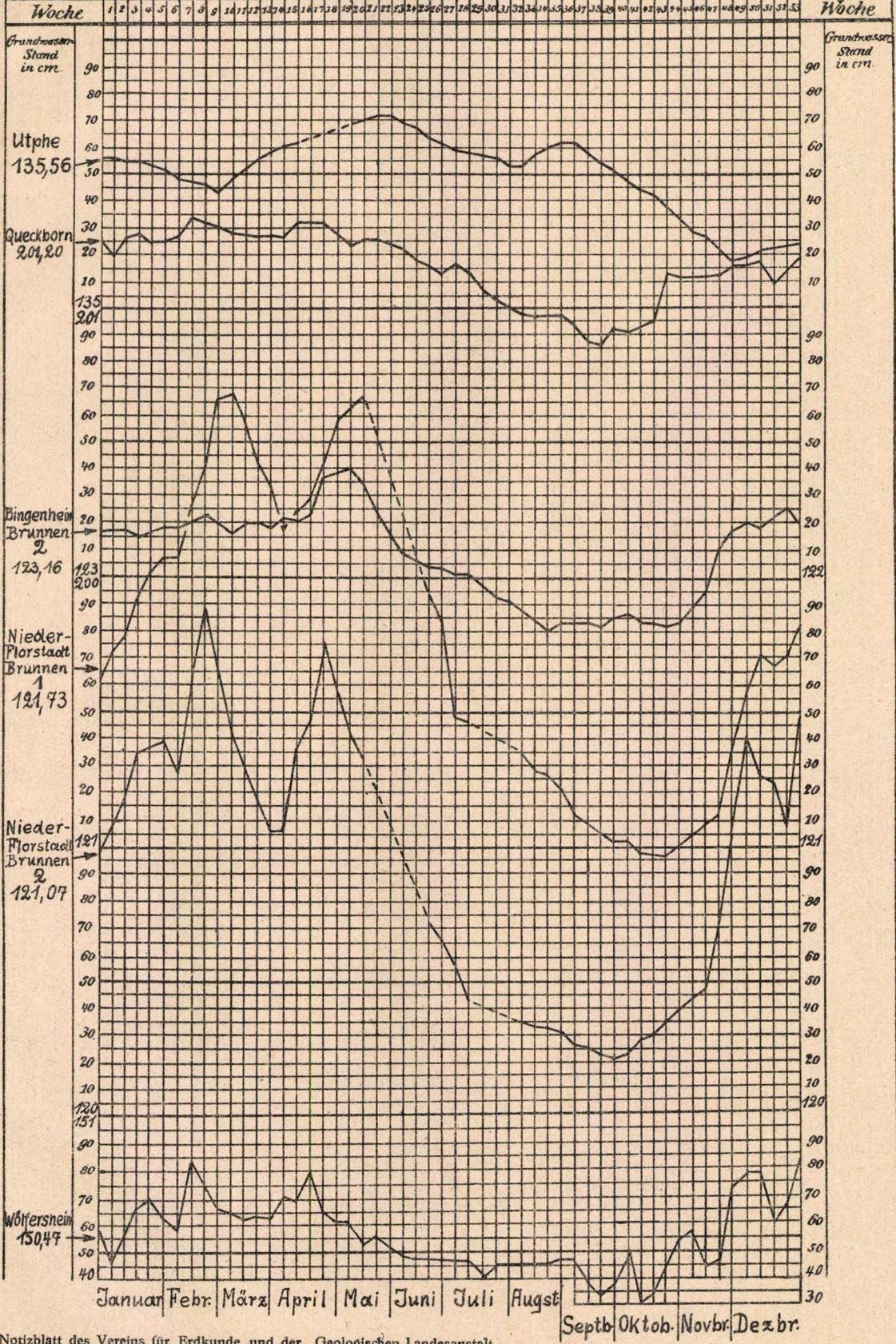
# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1928 (Oberhessen) Tafel 5.



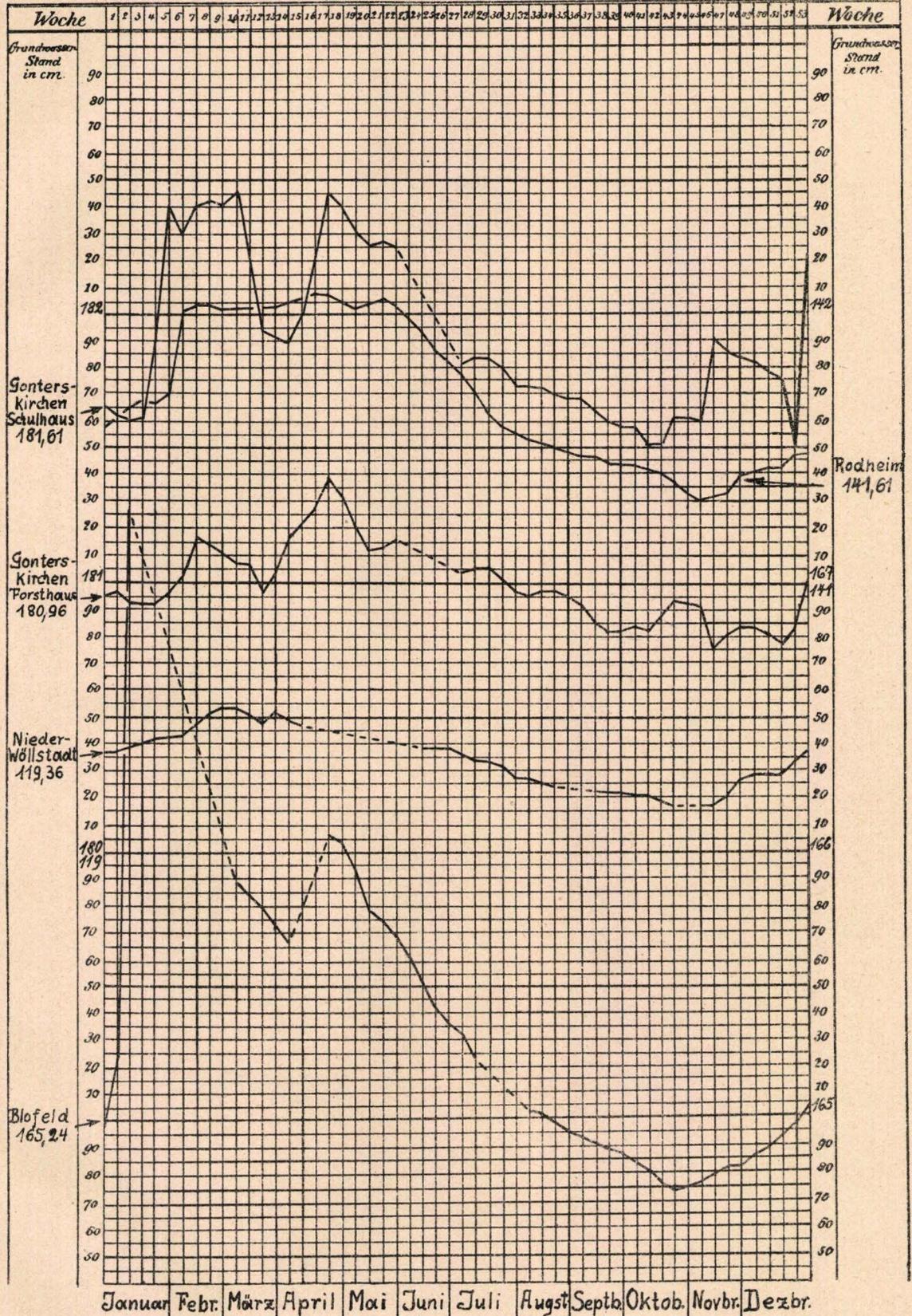
# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1928 (Oberhessen) Tafel 6.



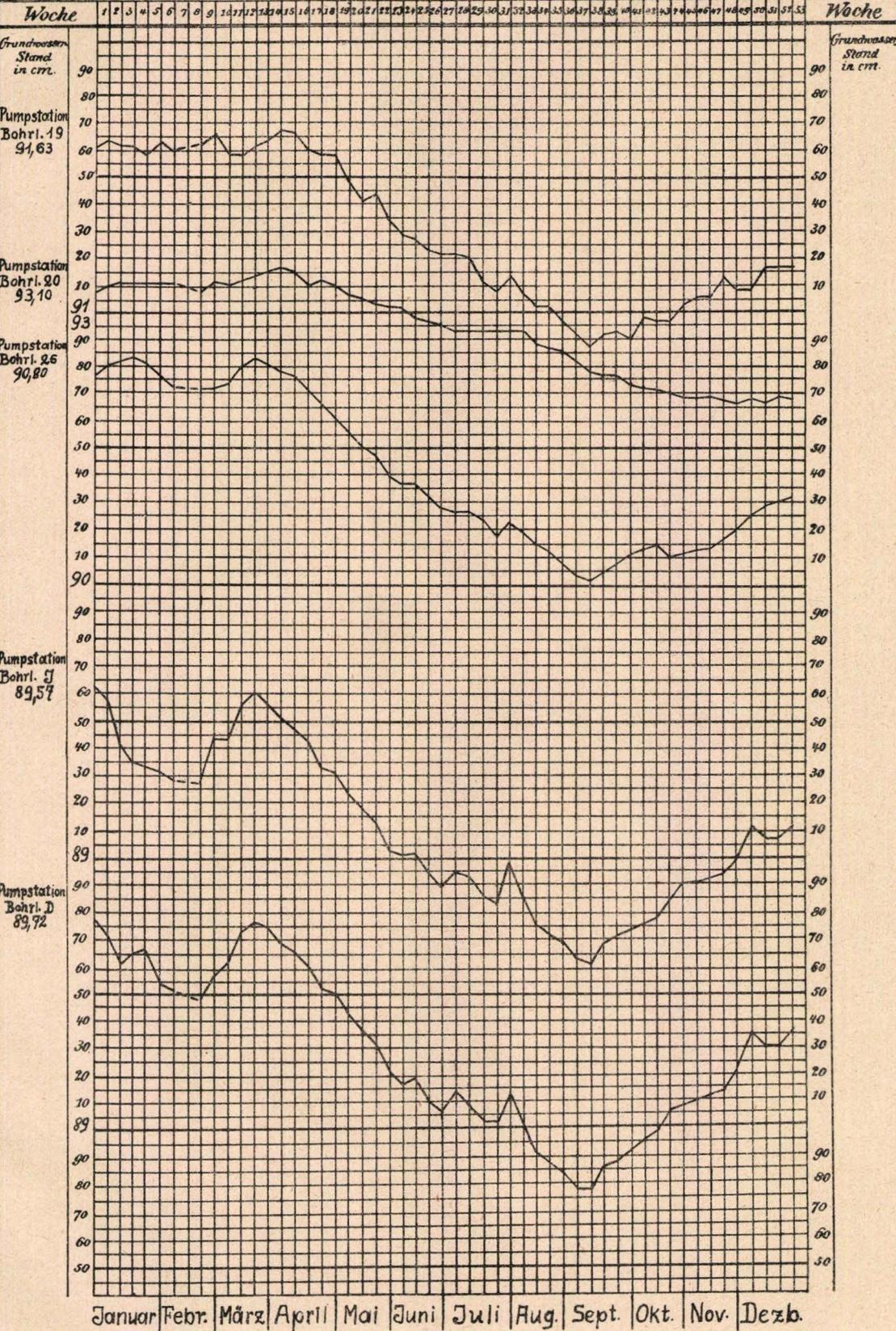
# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1928 (Oberhessen) Tafel 7



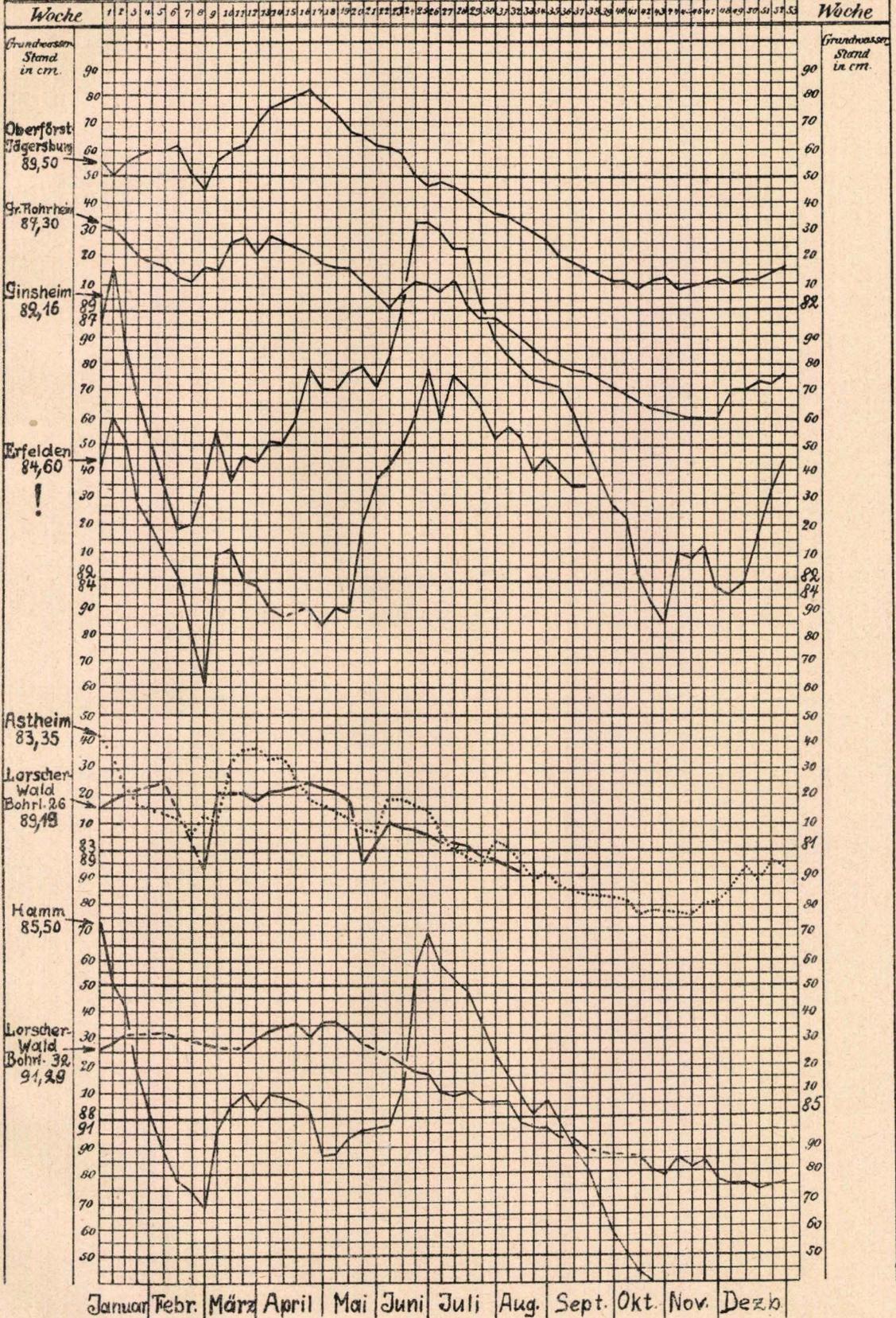
# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1928 (Oberhessen) Tafel 8



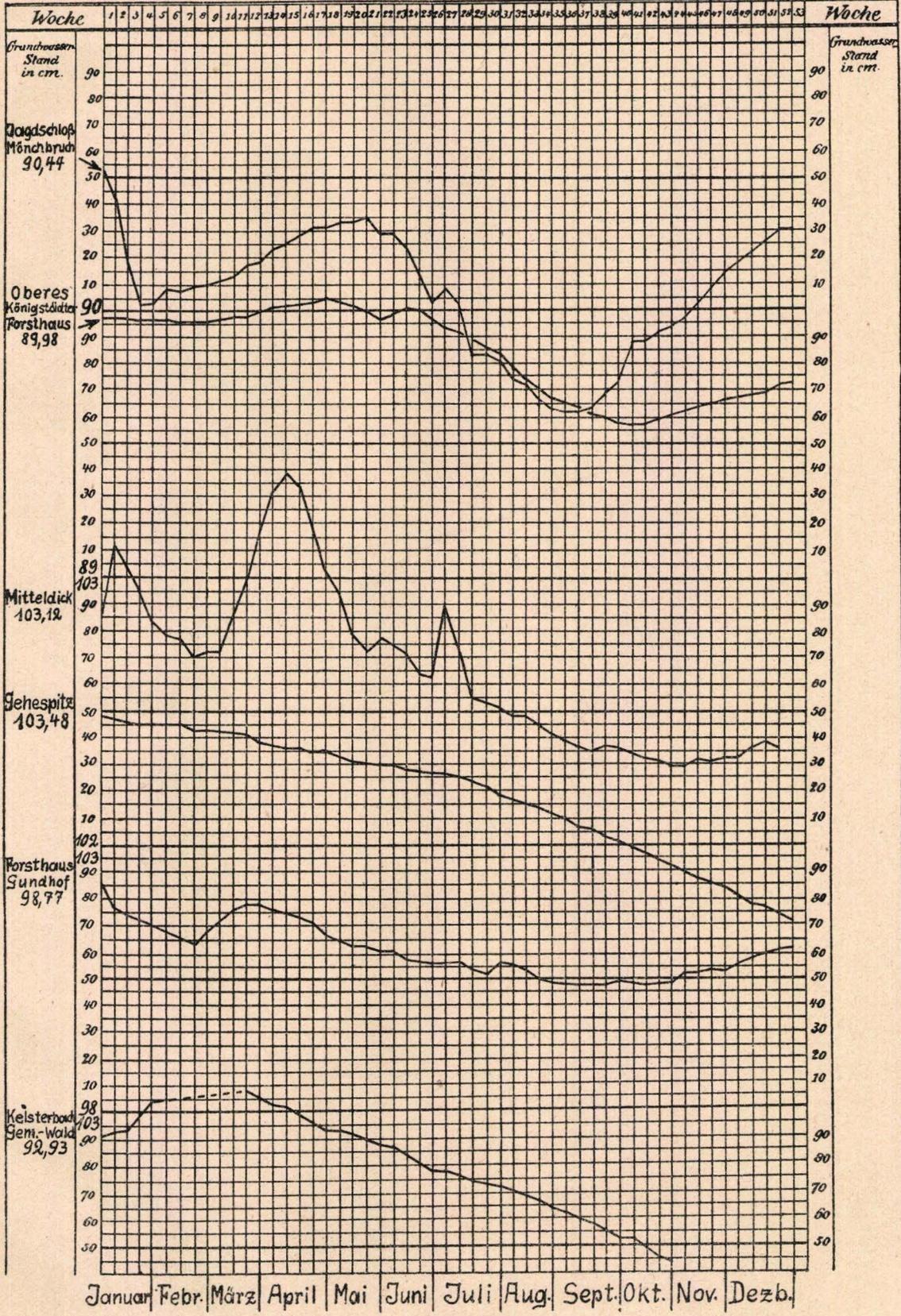
# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1929 (Darmstadt) Tafel 1



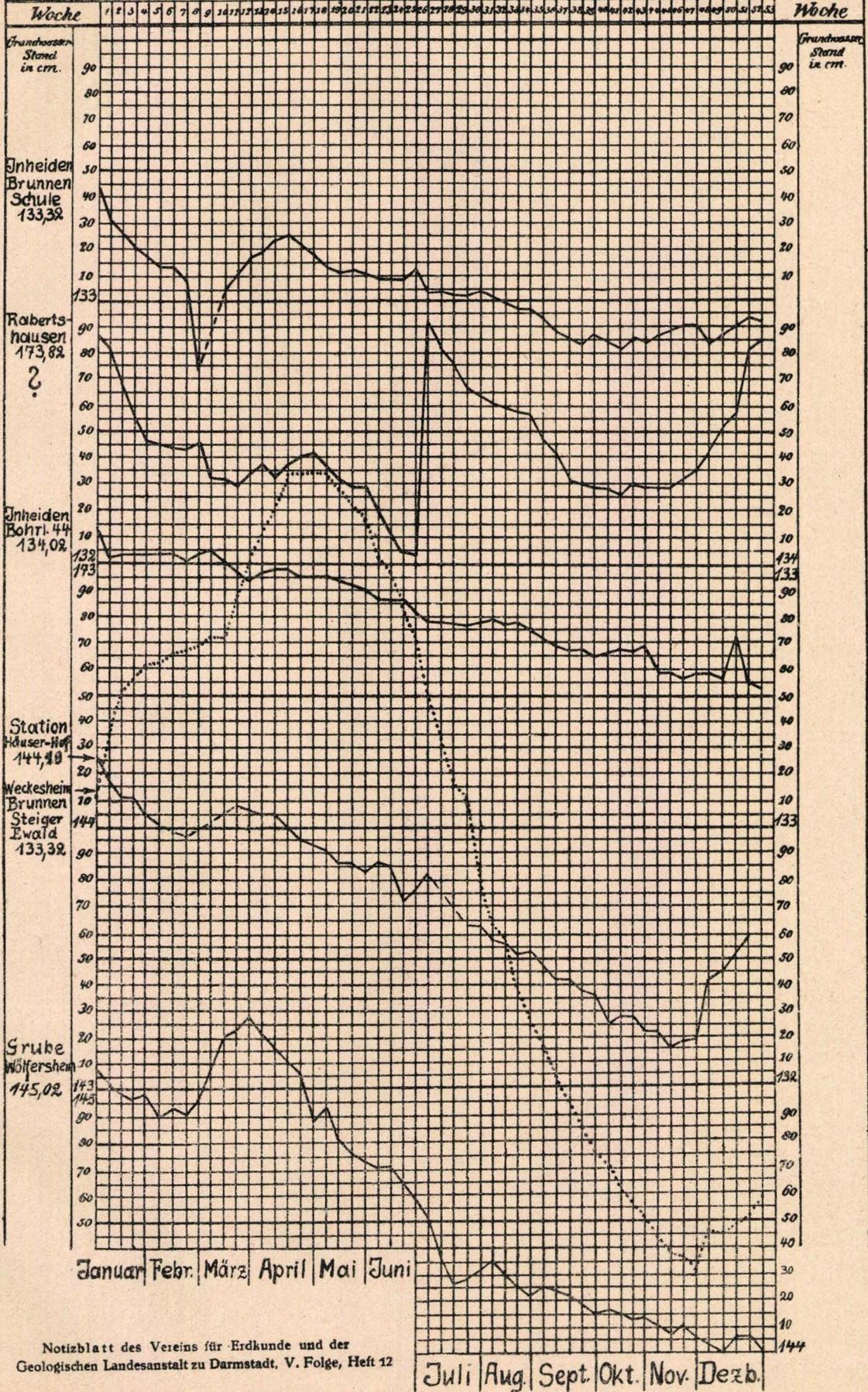
# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1929. [Hess. Ried] Tafel 2



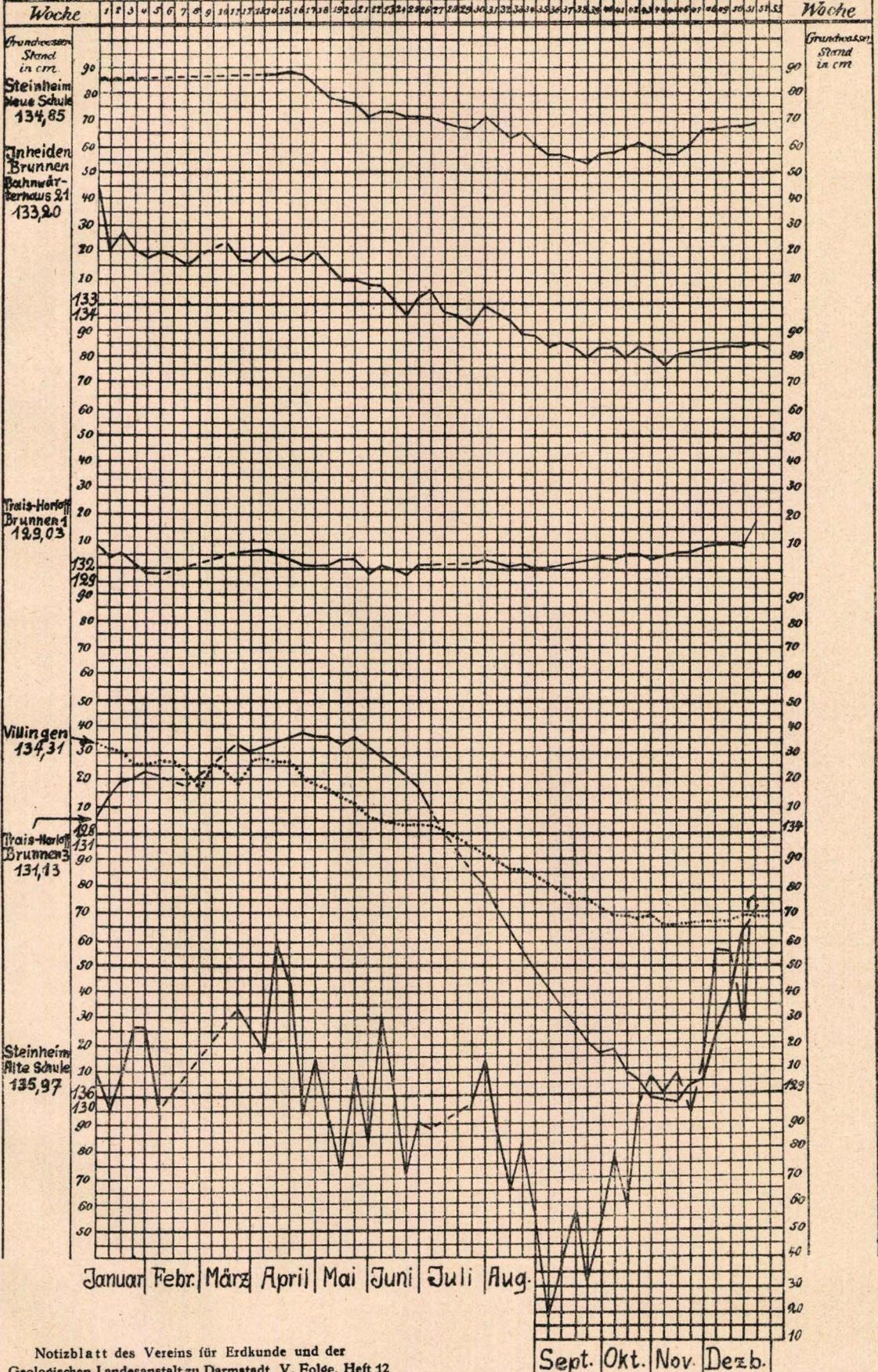
# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1929 (Starkenburg) Tafel 3



# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1929 (Oberhessen) Tafel 4

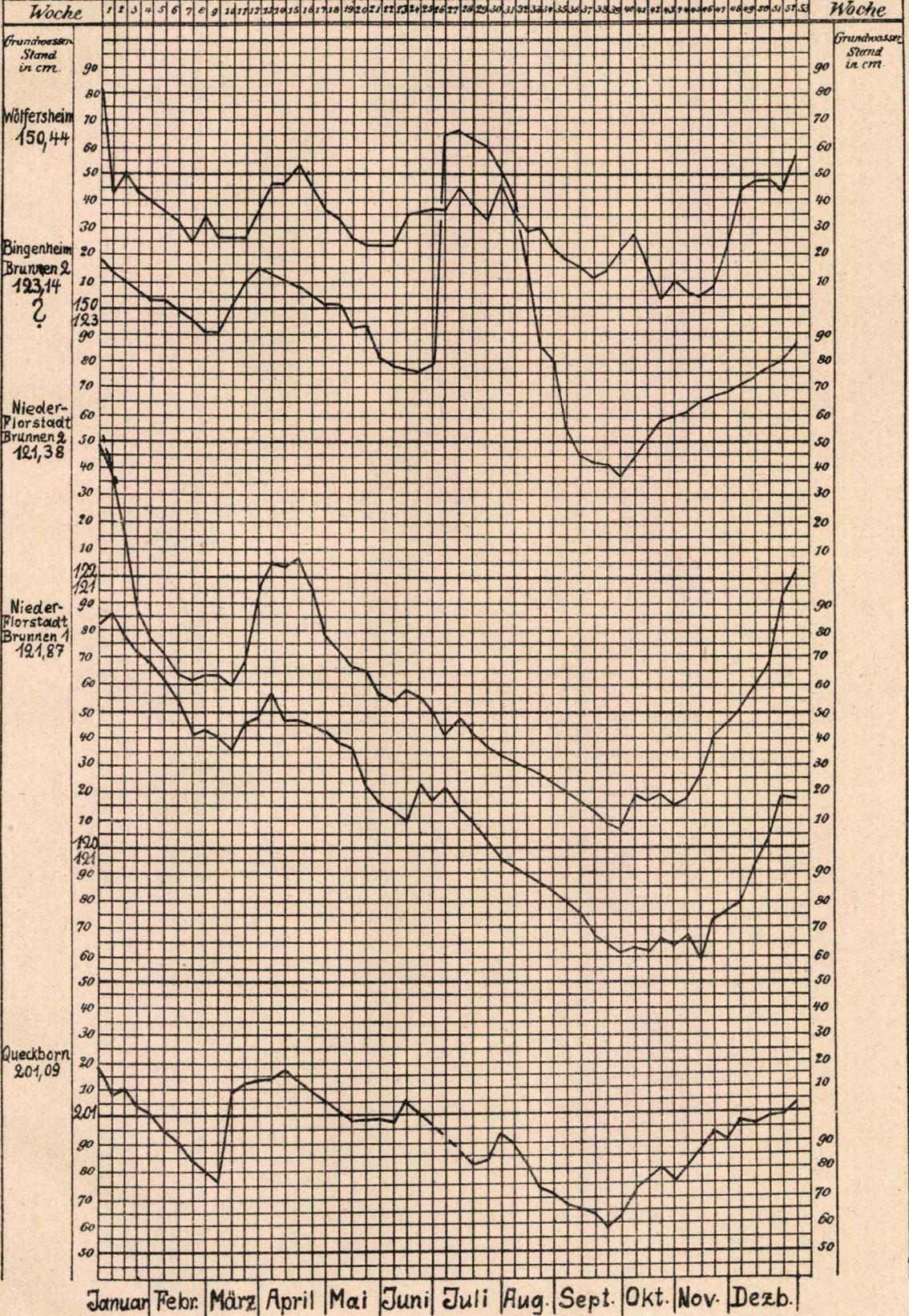


# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1929 (Oberhessen) Tafel 5

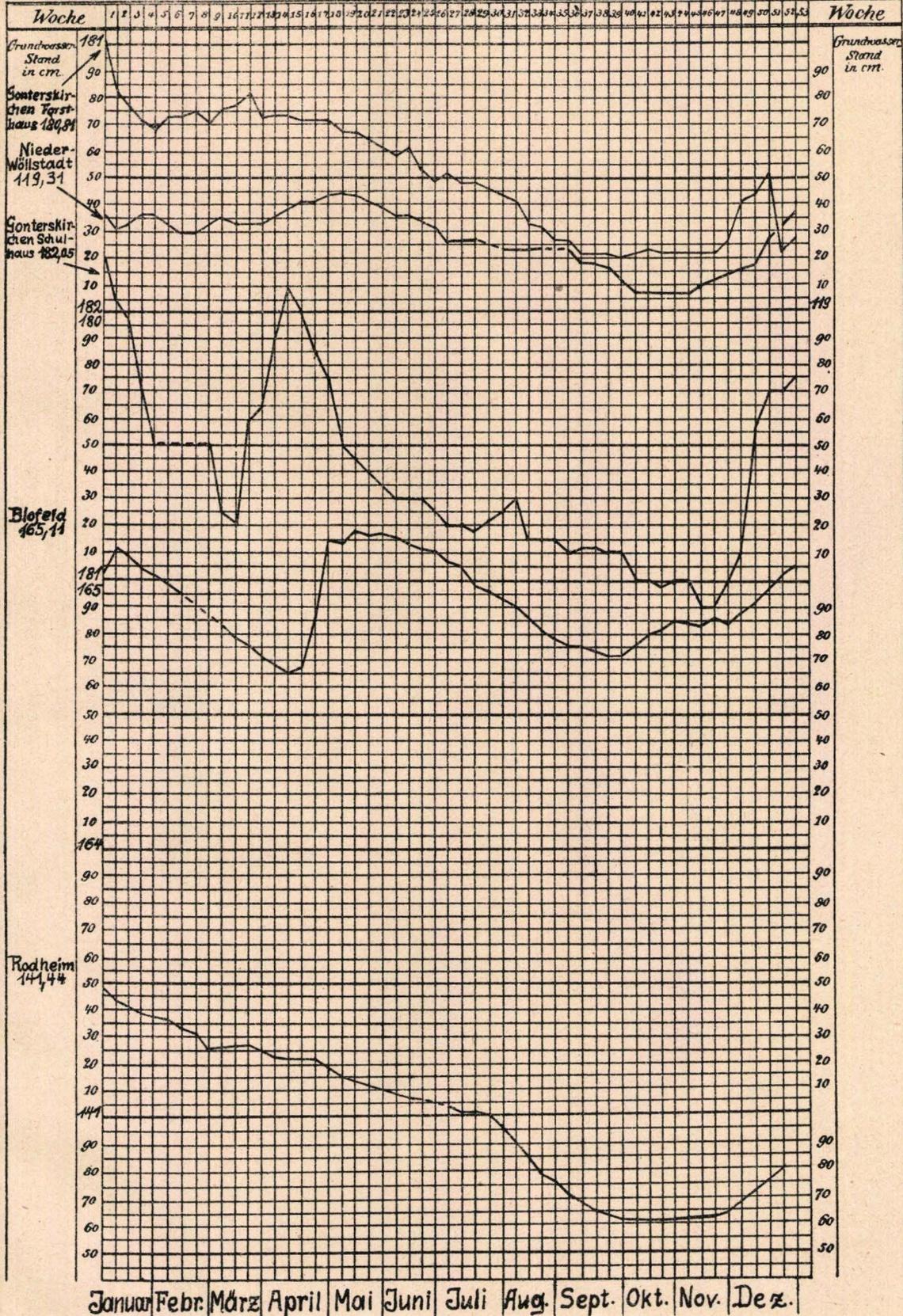




# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1929 (Oberhessen) Tafel 7



# Grundwasserbeobachtungen in Hessen 1929 (Oberhessen) Tafel 8



Von der Hessischen Geologischen Landesanstalt herausgegeben  
im Hessischen Staatsverlag:

**Topographische Uebersichtskarte  
des Odenwaldes und der Bergstraße**

Mit Höhenlinien. — Maßstab 1 : 100 000. — 1907. Preis M. 3.60

**Höhenstufenkarte  
des Odenwaldes und der Bergstraße**

Maßstab 1 : 100 000. — 1909. Preis M. 3.60

**Geologische Uebersichtskarte  
des Odenwaldes und der Bergstraße**

von G. Klemm.

Maßstab 1 : 100 000. 1. Auflage, 1911. 2. Auflage, 1929. Preis 12.— RM.

**Geologischer Führer durch das Großherzogtum Hessen**

mit 13 Tafeln.

1911. Preis M. 1.50. Vergriffen.

---

Zu beziehen durch die Geologische Landesanstalt  
**Bodenkarte von Hessen nebst Erläuterungen**  
von W. Schottler.

Maßstab 1 : 600 000. Preis 2 RM.

---

Im Verlage von Gebr. Bornträger in Berlin:

**Führer bei geologischen Exkursionen im Odenwald**

von Oberbergrat Prof. Dr. G. Klemm in Darmstadt.

Mit 40 Textabbildungen.

**Die Kriegsschauplätze 1914—1918**

geologisch dargestellt.

Heft 1.

**Elsaß**

von  
und

Dr. E. Kraus

a. o. Professor der Geologie in Königsberg i. Pr.

Dr. W. Wagner

Landesgeologe in Darmstadt

Im Kommissionsverlag von **A. Bergsträßer** (W. Kleinschmidt) in Darmstadt

**Halitherium Schinzi,  
die fossile Sirene des Mainzer Beckens**

von Dr. **Richard Lepsius**.

Eine vergleichende anatomische Studie.

Mit 10 lithogr. Tafeln.

Abhandlungen des mittelrheinischen geologischen Vereins.

1882. 4<sup>o</sup>. Geb. M. 10.—.

**Das Mainzer Becken, geologisch beschrieben**

von Dr. **Richard Lepsius**

mit einer geologischen Karte.

1883. 4<sup>o</sup>. Geb. M. 12.—.

**Karten des mittelrheinischen geologischen Vereins**

im Maßstab 1 : 50000, nebst Erläuterungen.

Preis für ein Blatt 8.40 M.

Sektionen: Allendorf—Treis; Alsfeld; Alzey; Biedenkopf—Laasphe; Büdingen—  
Gelnhausen; Darmstadt, Dieburg; Erbach; Gladenbach; Herbstein—  
Fulda; Lauterbach—Salzschlirf; Mainz; Schotten; Worms.

---

Im Verlage von **Georg Westermann, Braunschweig**:

**Der Vogelsberg, sein Untergrund und Oberbau**

Eine gemeinverständliche Heimatkunde

von Dr. **Wilhelm Schottler**,

Bergrat und hessischem Landesgeologen in Darmstadt.

---

Im Verlage von **Justus Perthes** in Gotha:

**Geologische Karte des Deutschen Reiches**

bearbeitet von Dr. **Richard Lepsius**,

in 27 Blättern im Maßstabe von 1 : 500000,

Preis für ein Blatt M. 2.—.

## Im Hessischen Staatsverlag in Darmstadt:

Notizblatt des Vereins für Erdkunde und der Hess. Geolog. Landesanstalt zu Darmstadt.

I.—III. Folge, 1854—1880, in Heften je M. 5,40.

IV. Folge, Heft 1—35, 1880—1914, nebst Mitteilungen der Hess. Zentralstelle für die Landesstatistik je M. 5,40. Herausgeb. v. R. Lepsius.

V. Folge, Heft 1, 1915, V. Folge, Heft 2, 1916, V. Folge, Heft 3, 1917, V. Folge, Heft 4, 1918, V. Folge Heft 5 1919/1922, V. Folge Heft 6 1923, V. Folge, Heft 7, 1924, V. Folge, Heft 8, 1925, Heft 9, 1926, V. Folge Heft 10, 1927, V. Folge, Heft 11, 1928, V. Folge, Heft 12 1929, nebst Mitteilungen der Hess. Zentralstelle für die Landesstatistik M. 5,40. Herausgegeben von der Direktion der Geologischen Landesanstalt. Sonderabdrucke aus Heft 10 (1927) W. Schottler, Uebersicht der Böden Hessens. M. 1.— Heft 12. (1929) W. Schottler. Erläuterungen zur Bodenkarte im Maßstab 1: 600 000 nebst der Karte M. 2,00

### Abhandlungen der Hessischen Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt. gr. 8°.

- Band I. Heft 1. 1884. M. 4,50. R. Lepsius, Einleitende Bemerkungen über die geologischen Aufnahmen im Großherzogtum Hessen. — C. Chelius, Chronologische Uebersicht der geolog. und mineralogischen Literatur über das Großherzogtum Hessen. — Heft 2. 1885. M. 18.— Fr. Maurer, Die Fauna der Kalke von Waldgirmes. Nebst Atlas. — Heft 3. 1889. M. 4,50 H. Schopp, Der Meeressand zwischen Alzey u. Kreuznach, Mit 2 lithogr. Tafeln. — Heft 4. 1898 F. v. Tchihatchef, Der körnige Kalk v. Auerbach-Hochstädten a. d. Bergstr. (Heft 4 vergriffen.)
- Band II. Heft 1. 1891. M. 9.— Chr. Vogel, Die Quarzporphyre der Umgegend von Groß-Umstadt, mit 10 lithogr. Tafeln. — Heft 2. 1892. M. 9.— A. Mangold, Die alten Neckarbetten in der Rheinebene, Mit 1 Übersichtskarte und 2 Profiltafeln. — Heft 3. 1893. M. 4,50. L. Hoffmann Die Marmorlager von Auerbach. Mit 1 Tafel. — Heft 4. 1895. M. 5,40. G. Klemm, Beiträge zur Kenntnis des kristallinen Grundgebirges im Spessart. Mit 6 Tafeln.
- Band III. Heft 1. 1897. M. 5,40. G. Klemm, Geologisch-agronomische Untersuchung des Gutes Weilerhof, nebst Anhang von G. Dehlinger. Mit 1 Karte. — Heft 2. 1897. M. 3,60 K. v. Kraatz-Koschlau, Die Barytvorkommen des Odenwaldes. Mit 2 Tafeln. Heft 3. 1898. M. 5,40 Ernst Wittich, Beiträge zur Kenntnis der Messeler Braunkohle mit ihrer Fauna. Mit 2 Tafeln. — Heft 4. 1899. M. 9.— C. Luedecke, Die Boden- und Wasserverhältnisse der Provinz Rheinhessen, des Rheingaus und Taunus.
- Band IV. Heft 1. 1901. M. 9.— C. Luedecke, Die Boden- und Wasserverhältnisse des Odenwaldes und seiner Umgebung. Mit 2 Tafeln. — Heft 2. 1906. M. 9.— W. von Reichenau, Beiträge zur näheren Kenntnis der Carnivoren von Mauer u. Mosbach. Mit 14 Tafeln. — Heft 3. 1908. M. 9.— W. Schottler, Die Basalte der Umgegend von Gießen. Mit 4 Tafeln und 3 Figuren im Text.
- Band V. Heft 1. 1910. M. 9.— Richard Lepsius, Die Einheit und die Ursachen der diluvialen Eiszeit in den Alpen, mit 12 Profilen im Text. Heft 2. 1911. M. 4,50. A. Steuer, Ueber den Wert ständiger Bodenwasserbeobachtungen für wissenschaftliche und praktische Zwecke und die Einrichtung eines ständigen Beobachtungsdienstes im Großherzogtum Hessen. Heft 3. 1913. M. 9.— B. Sandkühler, Ueber Malchite u. verwandte Gangsteine im Odenwald. Mit 4 Tafeln, 1 geolog. Karte u. 17 Abbildungen im Text. Heft 4. 1915. M. 9.— H. Engelhardt und W. Schottler, Die tertiäre Kieselgur von Altenschlirf im Vogelsberg. Mit 18 Tafeln.
- Band VI. Heft 1. 1913. M. 9.— A. Steuer, Marine Conchylien aus dem Mainzer Becken, I. Mit 8 Tafeln. — Heft 2. 1922. M. 7,20. W. Weiler, Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens. I. Mit 3 Tafeln. — Heft 3. 1922. M. 12,60. H. Harrassowitz, Die Schildkrötengattung Anosteira von Messel bei Darmstadt und ihre stammesgeschichtliche Bedeutung. Mit 6 Tafeln. — Heft 4. 1925. M. 18.— O. Haupt, Die Paläohippiden der eozänen Süßwasserablagerungen von Messel bei Darmstadt. Mit 29 Tafeln.
- Band VII. Heft 1. 1915. M. 7,50. W. von Reichenau, Beiträge zur näheren Kenntnis fossiler Pferde aus deutschem Pleistozän, insbesondere über die Entwicklung und die Abkaustadien des Gebisses vom Hochterrassenpferd (*Equus mosbachensis* v. R.). Mit 14 Tafeln. Heft 2. 1917. M. 4,50. P. Revilliod, Fledermäuse aus der Braunkohle von Messel bei Darmstadt. Mit 1 Tafel und 18 Abbildungen im Text. — Heft 3. 1921. M. 4,50. F. Meunier, Die Insektenreste aus dem Lutetien von Messel bei Darmstadt. Mit 4 Tafeln. — Heft 4. 1922. M. 15.— H. Engelhardt Die alttertiäre Flora von Messel bei Darmstadt. Mit 40 Tafeln.
- Band VIII. Heft 1. 1925. M. 7,20. F. K. Drescher, Zur Tektonik und Petrographie der Diorite von Fürstenstein (Bayerischer Wald). Mit 1 Karte, 2 Tafeln und 15 Textfiguren. — Heft 2, 1927, M. 7.— K. Hummel, Die Schildkrötengattung *Trionyx* im Eozän von Messel bei Darmstadt und im aquitanischen Blättersandstein von Münzenberg in der Wetterau. Mit 11 Tafeln. — Heft 3. M. 7.— W. Weiler (Worms), Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens II. (3. Teil: Die Fische des Septarientones.) Mit 6 Tafeln. — Heft 4. M. 7,50. K. Staesche, Sumpfschildkröten aus hessischen Tertiärablagerungen. Mit 9 Tafeln.

# Geologische Karte von Hessen

im Maßstabe 1:25000.

Herausgegeben von der Hess. Geologischen Landesanstalt zu Darmstadt.

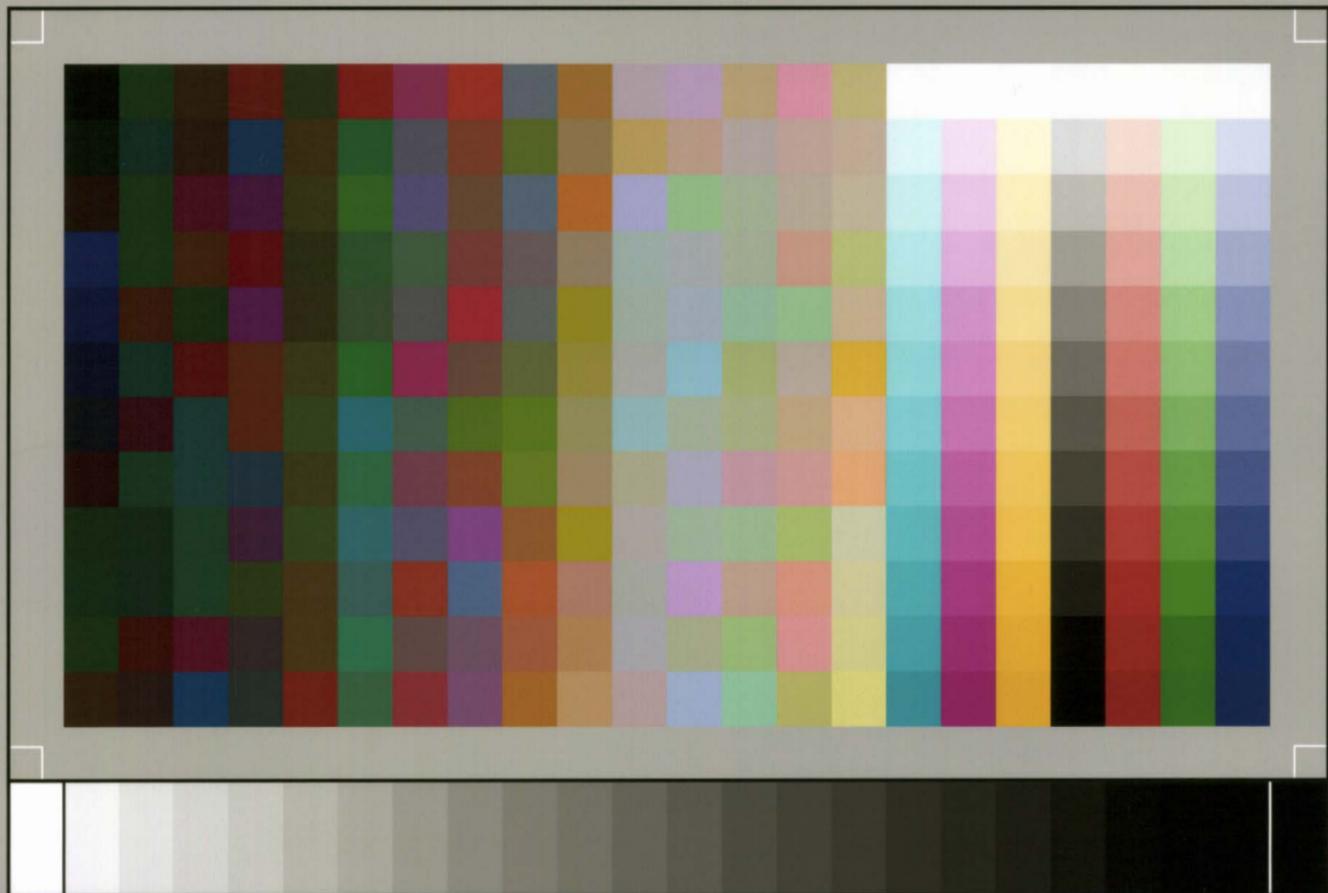
- I. Lieferung, Bl. Messel, Roßdorf nebst Erläuterungen, aufgenommen von C. Chelius. 1886 Vergriffen.
- II. Lieferung, Bl. Darmstadt, Mörfelden nebst Erläuterungen, aufgenommen von C. Chelius 1891. Vergriffen.
- III. Lieferung, Bl. Babenhausen, Neustadt, Schaafheim, Groß-Umstadt nebst Erläuterungen, aufgenommen von C. Chelius, G. Klemm und Chr. Vogel. 1894. Vergriffen.
- IV. Lieferung, Doppelbl. Bensheim und Zwingenberg nebst gemeinsamer Erläuterung, aufgenommen von C. Chelius und G. Klemm. 1896. Vergriffen.
- V. Lieferung, Bl. König, Brensbach, Doppelbl. Erbach und Michelstadt, aufgenommen von C. Chelius, G. Klemm und Chr. Vogel. 1898. Vergriffen.
- VI. Lieferung, Bl. Lindenfels, Neunkirchen, aufgenommen von C. Chelius, Bl. Beerfelden, Doppelbl. Neu-Isenburg und Kelsterbach, aufgenommen von G. Klemm nebst Erläuterungen. 1901. Lindenfels vergriffen.
- VII. Lieferung, Bl. Birkenau, aufgenommen von G. Klemm, Groß-Gerau, aufgenommen von A. Steuer, nebst Erläuterungen. 1905. Birkenau vergriffen.  
Bl. Viernheim (Käferthal), aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1906.  
Bl. Sensbach (Schlossau), aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1908.  
Bl. Oppenheim, aufgenommen von A. Steuer, nebst Erläuterungen. 1911.  
Bl. Messel (II. Aufl.), aufgenommen von G. Klemm, nebst Erläuterungen. 1911.  
Bl. Allendorf a. d. L., aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1913. Vergr.  
Bl. Gießen, aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1913. Vergriffen.  
Bl. Roßdorf (II. Auflage), aufgenommen von G. Klemm, nebst Erläuterungen. 1913.  
Bl. Fürfeld, aufgenommen von H. Schopp, nebst Erläuterungen. 1913.  
Bl. Laubach, aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1918.  
Bl. Neunkirchen (II. Auflage), aufgenommen von G. Klemm, nebst Erläuterungen. 1918.  
Bl. Hungen, aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1921.  
Bl. Seligenstadt, aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1922.  
Doppelbl. Nidda und Schotten, aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1924.  
Bl. Wöllstein-Kreuznach, aufgenommen von W. Wagner, nebst Erläuterungen. 1926.  
Bl. Alsfeld, aufgenommen von O. Diehl, nebst Erläuterungen. 1926.  
Bl. Herbstein, aufgenommen von W. Schottler, nebst Erläuterungen. 1928.  
Doppelbl. Erbach und Michelstadt (II. Auflage), aufgenommen von G. Klemm, nebst gemeinsamer Erläuterung. 1928.  
Bl. Birkenau (II. Auflage), aufgenommen von G. Klemm, nebst Erläuterungen. 1929.  
Bl. Bingen-Rüdesheim aufgenommen von W. Wagner u. Fr. Michels nebst Erläuterungen. 1930.

Außerdem ist hessisches Gebiet auf folgenden preuß. Blättern dargestellt: Wetzlar (hess. Groß-Linden), Kleeberg (hess. Kirch-Göns), Usingen (hess. Fauerbach), Homburg (hess. Ober-Eschbach), Frankfurt a. M. (hess. Offenbach), Schrecksbach (hess. Bernsburg), Windecken (hess. Altstadt), Hütten-gesaß (hess. Büdingen), Wiesbaden (hess. Kastel), Hochheim (hess. Raunheim), Hanau (hess. Groß-Stein-heim), Rödelheim (hess. Steinbach).

---

Preis für 1 Blatt nebst Erläuterungen	5.— RM.
Blatt Seligenstadt nebst Erläuterungen	7.50 RM.
Die Doppelblätter nebst gemeinsamer Erläuterung	10.— RM.

---



SP050509001

ScanPrint® *autopilot* Scan Target v2.0