

# Jungdiluviale Tektonik im Oberrheingraben

Von Ludwig G. Hirsch, Karlsruhe

## Gliederung.

1. Einleitung.
2. Stratigraphische Grundlagen.
3. Beobachtungen jungdiluvialer Tektonik.
4. Beziehungen zwischen jungdiluvialer und älterer Tektonik.
5. Entstehung der Kinzig-Murg-Rinne.
6. Entstehung der Rheinniederung.
7. Zusammenfassung.
8. Literaturverzeichnis.

### 1. Einleitung.

„Klassische“ Punkte der Quartärforschung, d. h. solche, an denen Erkenntnisse gewonnen werden konnten, die unser Wissen um die Vorgänge und Erscheinungen im Quartär wesentlich und für längere Zeit beeinflussten, sind im ehemals nicht vereist gewesenen Gebiet recht selten. In Deutschland finden sich zwei der wichtigsten in verhältnismäßig enger Nachbarschaft im oberrheinischen Raum. Es sind dies Mauer bei Heidelberg, der Fundort des *Homo heidelbergensis*, und Jockgrim in der südwestlichen Pfalz, wo die Tongruben der Ziegelwerke Ludowici ebenfalls seit Jahrzehnten eine reiche Fauna liefern.

Beide Fundstellen sind schon vielfach Gegenstand eingehender Vergleiche gewesen, als deren Ergebnis sie als altersgleich oder nur wenig altersverschieden angesehen werden, ohne daß es jedoch gelungen wäre, über ihre Eingliederung ins Zeitem Schema volle Sicherheit zu erreichen.

Einen Beitrag zur Lösung dieses Problems erhoffte ich mir von der Klärung der Frage, wie jede der beiden Schichtfolgen zu ihrer Entstehungszeit in den Raum gestellt war; d. h. ob sie wirklich in zwei selbständigen und voneinander unabhängigen Bildungsräumen zur Ablagerung kamen, oder ob es sich in den Tonen von Jockgrim und den Sanden und Kiesen von Mauer nur um verschiedene Fazien gleichzeitiger Absätze handelt. Nach Mächtigkeit und Beschaffenheit können ja in keinem Fall nur rein örtliche Bildungen vorliegen. Wie aber sah es gleichzeitig zwischen und in der weiteren Umgebung dieser Fundstellen aus?

Ein Bild von der Paläogeographie zur Zeit der Entstehung der Schichten von Mauer, bzw. Jockgrim und damit neue Grundlagen für ihre Datierung lassen sich aber nur gewinnen, wenn es gelingt, weitere Vorkommen gleichaltriger Ablagerungen nachzuweisen. Wohl enthalten die geologischen Karten aus diesem Raum mancherlei Angaben über Vorkommen älteren Diluviums, aber mit Ausnahme der Ziegeleigruben in Gochsheim (zwischen Bruchsal, Bretten und Eppingen) und Steinbach (in der Vorbergzone südlich der Baden-Badener Mulde) ist nicht eines davon der Untersuchung zugänglich, und auch diese beiden Fundorte bergen mehr Fragen als Antworten.

So blieb kein anderer Weg als der Versuch mit Hilfe einer Sammlung von Bohrprofilen der Lösung dieser Aufgabe näher zu kommen. Da ich mich dabei auf keinerlei Vorarbeiten stützen konnte und gleichzeitig eine Fülle neuer Probleme auftauchte, beschränkte ich mich vorerst auf den Bereich der nordbadi-schen Rheinebene und der gegenüberliegenden Vorderpfalz. Dank der verständnisvollen und daher stets bereitwilligen Unterstützung durch zahlreiche Behörden, Bohrfirmen und private Stellen liegen mir bis jetzt mehr als 1200 Bohrverzeichnisse vor, wobei mir bei einem großen Teil der neueren Bohrungen auch

die Durchsicht der Proben möglich war. Teilweise wurden die Bohrproben oder wenigstens Belege für wichtige Schichten in den Landessammlungen für Naturkunde, Karlsruhe, hinterlegt.

## 2. Stratigraphische Grundlagen.

Die Auswertung dieses reichen Materials lieferte allerdings noch nicht die erwartete paläogeographische Antwort, vermittelte aber dafür eine Fülle neuer stratigraphischer, tektonischer und hydrologischer Erkenntnisse. Auf letztere soll hier nicht eingegangen werden, da ihre Veröffentlichung an anderer Stelle erfolgte (HIRSCH, 1951).

Auch die stratigraphischen Ergebnisse sollen erst später ausführlich vorgelegt werden. Hier seien nur einige besonders wichtige Punkte vorweg genommen. Voraussetzung der ganzen tektonischen Schlußfolgerungen ist die Tatsache, daß im Untersuchungsgebiet die Mächtigkeit der jüngsten Rheinschotter durchaus nicht so groß ist, wie man gemeinhin annimmt und wie es z. B. noch auf dem Längsschnitt THEOBALD'S (1948, Tafel 2) zur Darstellung kam. Im Raum von Karlsruhe überschreitet sie im allgemeinen 20—25 m nicht. Erst in einer gewissen Entfernung nach Norden und Süden erreicht sie bis 40, ja über 50 m. Fast allenthalben läßt sich eine Dreiteilung dieses Schichtpakets feststellen:

a) Eine liegende Schotterserie, die meist gegen 10 m erreicht, ausnahmsweise etwas mächtiger ist — etwa bis 14 m — und seltener nur wenige Meter umfaßt. Im allgemeinen ist sie gröber als

b) die hangende Schotterserie von ebenfalls durchschnittlich 10 m Mächtigkeit.

c) Zwischen beide schiebt sich eine Feinsandlage von vorwiegend äolischem Charakter ein, deren Unterkante beachtlich horizontbeständig ist. Ich konnte sie bis jetzt in Mächtigkeiten von wenigen Dezimetern bis zu mehreren Metern von südlich Rastatt bis nördlich Mannheim feststellen.

Allerdings fehlt sie auch in zahlreichen Bohrprofilen. Mag man dies vielleicht in einzelnen Fällen mit ungenauer Beobachtung beim Bohren erklären, so bleibt immerhin noch eine so große Zahl von Fehlstellen, daß man zweifeln könnte, ob es überhaupt erlaubt ist, aus ihrem Vorkommen stratigraphische Schlüsse zu ziehen. Die Berechtigung dazu leite ich aus ihrer Horizontbeständigkeit und folgenden paläogeographischen Erwägungen ab.

Selbst wenn wir die Entstehung des Feinsandhorizonts klimatisch bedingt ansehen, etwa auf eine Zeit größerer Trockenheit oder schärferen Frostes zurückführen, müssen noch zahlreiche Rheinarme vorhanden gewesen sein, in denen infolge der Strömung keine Feinsande zum Absatz kamen. Die Aufschotterung des Rheins ging zudem unter ständiger Verlagerung der Strömungsrinnen und vielfacher Umlagerung schon abgesetzten Materials vor sich, sodaß sicher ein Teil der Flugsande vor Aufschüttung neuen Sandes und Kieses wieder erodiert wurde.

Das Alter dieser Schotter galt lange Zeit unbestritten als würmeiszeitlich, bis ich darauf hinwies, daß sie bei Karlsruhe von zwei Lössen überdeckt werden (HIRSCH 1949), also spätestens ins Würm I zu stellen sind. THEOBALD (1941) zog daraus den Schluß, daß durch rückschreitende Aufschotterung die Ablagerungen unterhalb des Kaiserstuhls im Riß-Würm, oberhalb desselben im Würm erfolgt seien. Bis zur endgültigen Klärung dieser Frage spricht man zweckmäßig nur von der „jüngsten“ Rheinablagerung unter Berücksichtigung der Tatsache, daß „Niederterrasse“ zwar ein geomorphologischer, nicht aber zeitlich eindeutiger Begriff ist.

Teilweise, vor allem am Ostrand des Grabens, liegt diese jüngste Sand- und Kies-Serie auf tertiären Schichten, die sicher älter als pliozän sind. Vielfach aber

wird sie von Tonen, sandigen Tonen oder Feinsanden unterlagert, von denen nur so viel bekannt ist, daß sie einer Abfolge gleichartiger Sedimente angehören, die beträchtliche Mächtigkeit erreichen kann und gelegentlich auch Einlagerungen grober Sande oder feiner Kiese umfaßt. Die älteren Autoren meinen eindeutig diese Bildungen, wenn sie von „älterem Diluvium“ (THÜRACH, Erl. Bl. Karlsruhe) oder „Pliozän“ (BRILL, Erl. Bl. Ettlingen) sprechen. Allmählich hat sich die Auffassung durchgesetzt, daß es sich stets um Pliozän handle, wozu sich auch noch WIRTH (1950) bekennt.

Demgegenüber fasse ich diese Schichtenfolge stets als älteres Diluvium auf und stütze mich dabei auf Vergleiche mit Bohrergebnissen um Mannheim und im Raum von Jockgrim, sowie mit Ablagerungen von ganz anderem Erscheinungsbild, die in der Gegend von Baden-Baden (Balg, Oos) aufgeschlossen sind, und die ebenfalls — und m. E. mit mehr Recht — als Pliozän angesprochen werden (BILHARZ 1929).

### 3. Beobachtungen jungdiluvialer Tektonik.

Daß die jüngste Aufschotterung des Rheines verschiedenaltigen Bildungen auflagert und örtlich recht beträchtliche Mächtigkeitsunterschiede aufweist, war auch schon früheren Forschern aufgefallen. Ersteres begründeten sie mit der — an sich bekannten, wenn auch nicht kartenmäßig darstellbaren — vordiluvialen Tektonik. Für letzteres allerdings hatten und suchten sie keine Erklärung. THÜRACH beispielsweise sprach von „ungleichmäßiger“ oder „schiefer Absenkung“ „während und nach der Bildung der altdiluvialen Schichten“ (Erl. Bl. Mannheim S. 6/7), DEBECKE (1918, S. 532) kurz von „Einbrüchen und Senkungen“, ohne sich jedoch näher darüber auszulassen, wie man sich diesen Vorgang vorzustellen hätte.

Bei dem von mir durchgeführten Vergleich der Bohrungen zeigte sich nun, daß die Höhenlage des Feinsandes immer in Gruppen benachbarter Bohrungen konstant ist und gleichen Abstand von der Schotterunterkante besitzt, und daß beide Grenzen in benachbarten Gruppen von Bohrungen um 10, 20, auch wesentlich mehr Meter verschieden sind. Es kann somit kein Zweifel bestehen, daß hier echte Bruchtektonik vorliegt, die jünger als die Feinsandlage ist.

Es ist nun keineswegs so, daß nur rheinisch streichende Verwerfungen auftreten, oder daß die Bruchschollenbildung nur auf den Grabenrand beschränkt wäre. Es erstreckt sich über die ganze Grabenbreite ein Verwer-

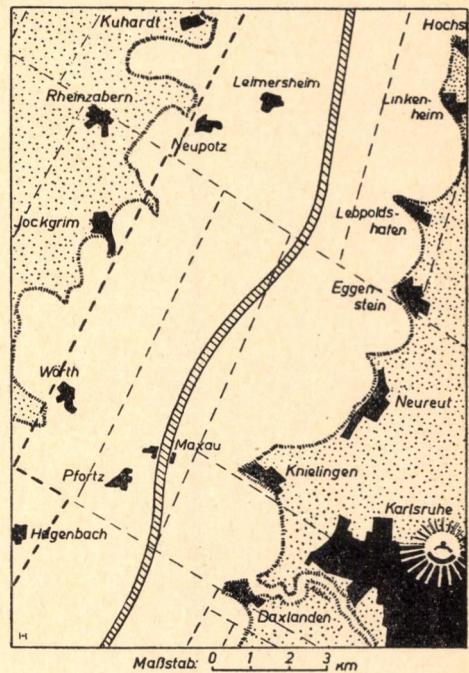


Abb. 1. Tektonische Karte. Ausschnitt aus einem Teil des Rheintalgrabens bei Karlsruhe. Punktiert: Niederterrasse, weiß: Rheinniederung, begrenzt durch den Steilabfall des Hochgestades; stark gestrichelt: Innere Hauptverwerfung, an der der östliche Teil stärker eingesunken ist. (Aus HIRSCH, 1951).

fungssystem, in dem neben der rheinischen eine dazu ungefähr senkrechte Richtung gleich stark vertreten ist (Abb. 1).

Daß im Oberrheingebiet junge, bis ins Diluvium reichende Tektonik auftritt, ist nun durchaus keine ganz neue Erkenntnis. So haben schon 1905 FREUDENBERG (Weinheim) und 1907 REGELMANN (Bodensee) — soweit mir bekannt, als erste — über diluviale Tektonik im oberrheinischen Raum berichtet, und in zahlreichen Arbeiten der folgenden Jahre finden sich Angaben über einschlägige Vermutungen oder gar Beobachtungen, jedoch oft nur so ganz nebenbei, sodaß es nicht leicht ist, keine zu übersehen. Deshalb kann auch die von GUENTHER (1941) gegebene Übersicht keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Den wertvollsten Beitrag zur Frage der diluvialen Tektonik stellt WITTMANN'S große Arbeit (1939) dar, mit dem Versuch, diese in mehrere zeitlich genau erfaßbare Phasen zu zerlegen. Seine Datierung der letzten, der brisgowischen Phase, als spätwürm-interstadial kann von mir so weit bestätigt werden, als sie alle Bewegungen umfaßt, die dieser Arbeit zugrunde liegen. Allerdings möchte ich die Frage noch offen lassen, ob sie nicht doch noch etwas früher, nämlich ins Würm I einzustufen sei.

Alle die früheren Arbeiten, einschließlich dieser und älterer Veröffentlichungen WITTMANN'S (1935, 1937 u. a.), mußten sich aber darauf beschränken, die Tatsache sehr junger Tektonik als solche herauszustellen oder die eine oder andere diluviale Störung im Randgebiet zu erfassen. Das Grabeninnere aber blieb noch in Dunkel gehüllt, wie auch aus der neuesten tektonischen Karte hervorgeht (CARLE 1950).

Wohl hatte schon GUENTHER (1941) einen Weg aufgezeigt, der hier Licht bringen könnte, indem er sagte: „Tektonische Bewegungen, die sich während oder auch nach der Ablagerung der Niederterrasse auslösten, müßten ja auch zu erkennen sein, einmal an der wechselnden Mächtigkeit der Schotter, die bedingt ist durch einen Wechsel in der Höhe der Schotterunterlage, weiter an der wechselnden Höhe des Hochgestades und schließlich an der heutigen Erosion und Akkumulation des Rheines“ (S. 239), mußte aber die Einschränkung machen, daß eine Erforschung der Schotterablagerungen im Rheintal an unserer zu geringen Kenntnis der Lagerung derselben scheitert, da nur wenige Bohrungen, die sie durchteufen, bekannt geworden seien (S. 194). Diese Arbeit wurde mir erst viele Jahre nach Beginn meiner eigenen Untersuchungen bekannt, die bis ins Jahr 1939 zurückreichen. Allerdings war fast mein gesamtes Material beim Brand des Geologischen Instituts der Technischen Hochschule Karlsruhe verloren gegangen, ohne daß es heute möglich wäre, dieses voll zu ersetzen, da auch die Quellen zum größten Teil vernichtet wurden. Die Materialsammlung war aber schon so weit gediehen, daß sich die Ergebnisse abzeichneten. Deshalb begann ich 1945 von neuem mit der Sammlung von Bohrverzeichnissen. Aber erst die Kartierung und stratigraphische Auswertung eines so reichen Beobachtungsmaterials, wie es mir schließlich zur Verfügung stand, erlaubte eine weitgehend gesicherte tektonische Karte zu entwerfen. Bis jetzt sind 12 zusammenhängende Meßtischblätter bearbeitet. Allerdings sind, entsprechend der recht ungleichmäßigen Bohrdichte, noch nicht alle Verwerfungen örtlich genau genug festgelegt, um die Karte der Öffentlichkeit zu übergeben (vgl. Abb. 2).

#### 4. Beziehungen zwischen jungdiluvialer und älterer Tektonik.

Nun erhebt sich die Frage, wie diese jungdiluviale Tektonik zur Großtektonik im oberrheinischen Raum steht. Das Nächstliegende ist die Annahme der Wiederbelebung älterer Strukturen. Dem ist nun nicht so. Zwar ist noch nicht

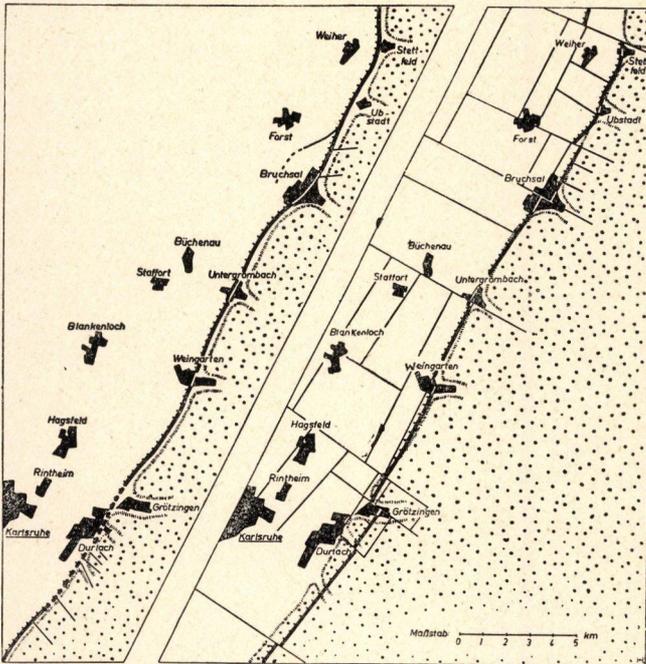


Abb. 2. Verlauf der östlichen Rheintal-Haupttrandwerfung. Links: Nach den geologischen Spezialkarten. Rechts: Nach der Auswertung von mehreren 100 Bohrprofilen. (AUS HIRSCH, 1951.)

zu sagen, wann die Änderung der Großstruktur einsetzte, sicher ist aber, daß das Ergebnis der jüngsten Bewegungen von der älteren Tendenz wesentlich abweicht.

Bekanntlich streichen die Großfalten Vogesen-Schwarzwald-Sattel, Zabern-Kraichgau-Mulde, Hardt-Odenwald-Sattel und die in diesen steckenden Spezialmulden und -Sättel SW-NO, d. h. spitzwinkelig zum Rheintalgraben (vergl. RÜGER 1932, Abb. 8 S. 110). Alle die jüngeren Querbrüche, die ich bis jetzt erfassen konnte, stehen dagegen mehr oder weniger senkrecht zur rheinischen Richtung. Viele derselben werden nun nicht an der östlichen Haupttrandspalte aufgefangen, sondern setzen sich über diese hinweg in den Schwarzwald oder Kraichgau hinein ungestört fort, während die Haupttrandspalte nach Westen oder Osten versetzt ist (Abb. 3).

Verwerfungen, die, aus dem Grundgebirge kommend, über die Vorbergzone weg bis in den Rheintalgraben fortsetzen, erwähnt auch schon KIEFER (1935, S. 82 und 83). Allerdings läßt er diese auf seiner Karte (S. 70) sich so mit den die Vorbergzone begrenzenden Hauptverwerfungen schneiden, daß keine Störung durch die andere versetzt ist, was mechanisch sehr schwer vorstellbar ist, will man nicht saigeres Einfallen für beide annehmen. Dafür liegt aber kein Anhaltspunkt vor. So bleibt nur noch die Möglichkeit, beide als gleichalt anzunehmen, womit — KIEFER'S Darstellung als richtig vorausgesetzt — erwiesen wäre, daß auch schon vor dem Jungdiluvium senkrecht zur Haupttrandspalte verlaufende Querverwerfungen aufgetreten wären. Oder sollte es sich nicht doch auch hier um Auswirkungen der jüngsten tektonischen Phase handeln? Eine Nachprüfung wäre erwünscht.

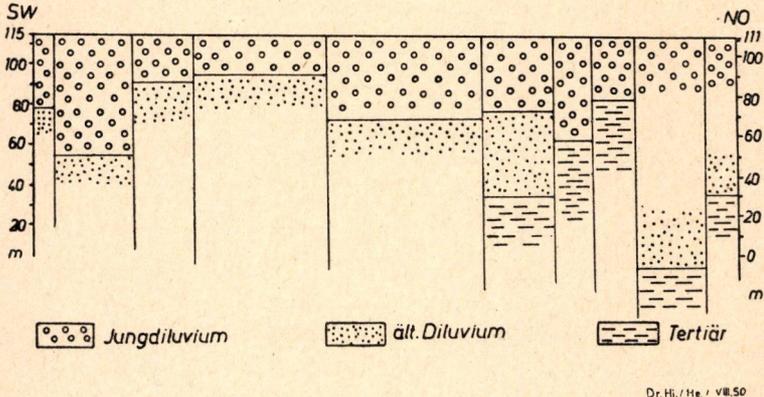


Abb. 3. Schematischer Längenschnitt durch den Rheingraben von Forchheim bei Karlsruhe bis Weiher bei Bruchsal.

Besondere Bedeutung kommt aber einer Umkehr der alten Strukturen durch die junge Tektonik zu. Da Karlsruhe innerhalb, bzw. nahe dem Südrand der Zabern-Kraichgau-Mulde liegt, sollte man hier auch besonders große Mächtigkeit der Rheinschotter erwarten. Aber ganz im Gegenteil ist hier ein Sattel vorhanden, wie aus folgender Aufstellung hervorgeht.

#### Höhenlage der Unterkante

Jungdiluvium + Altdiluvium (bzw. „Pliozän“).

Geländehöhe ca. 110—120 m NN.

Rastatt	— 10
Bahnhof Forchheim	— 62
Bulach, südwestlich Karlsruhe	+ 8
Brauerei Schrempf, Karlsruhe	— 7
Durlacher Wald, östlich Karlsruhe	+ 68
Büchenauer Hardt, südwestl. Bruchsal	+ 33
Heidelberg	— 300
Mannheim	— 78

Dagegen soll sich weiter nördlich im Raum Landau-Schwetzingen-Heidelberg-Mannheim, also im Zuge des Odenwaldsattels, ein ausgesprochenes Tiefgelände erstrecken. Wahrscheinlich zeigt aber weitere Untersuchung auch hier einen verwickelteren Bau. Denn im Raum Bruchsal-Graben sind die jüngsten Schotter wieder wesentlich mächtiger als etwa in Mannheim, obgleich dort die Tertiäroberfläche im allgemeinen wesentlich tiefer zu liegen scheint als um Karlsruhe.

Ähnlich liegen die Verhältnisse südlich von Karlsruhe. Auch hier nimmt die Schottermächtigkeit beträchtlich zu, um wenige Kilometer südlich Rastatt wieder auf 15—20 m abzunehmen.

#### 5. Entstehung der Kinzig-Murg-Rinne.

Am Gebirgsrand jedoch wird diese im Grabeninnern erkennbare Sattel- und Muldenbildung dadurch überlagert, daß offenbar die Breite der Übergangzone zwischen dem Graben und seiner Begrenzung wechselte. Hier liegt im allgemeinen die Schotterunterkante hoch. Auch fehlt meist die weiter im Westen durchgängig vorhandene Feinsandschicht innerhalb der Schotter. Dennoch dürften Spezialiensenkungen am Fuße der Vorbergzone die Ursache für die Bildung der Kinzig-Murg-Rinne gewesen sein.

Allerdings finden sich — mindestens unterhalb der Murg — keine reinen Schwarzwald-Schotter an der Sohle dieses Urstromtales, sodaß die Vorstellung eines vom Rheine unabhängigen Seitenflusses aufzugeben ist. Ich möchte vielmehr die Kinzig-Murg-Rinne als Rest des letzten, allerdings tektonisch bedingten Systems von Rheinarmen auffassen, die unter ständiger Lageänderung zwischen dem Ostrand des Grabens und der „inneren Hauptverwerfung“ die Niederterrasse aufschütteten (HIRSCH 1950). Ihre Anlage ist also gleichzeitig mit dem Ende der Kiesaufschüttung.

An der „inneren Hauptverwerfung“ erfolgte vor, bzw. zur Zeit der Ablagerung der Niederterrassenschotter eine Absenkung des östlichen Grabenteils oder Heraushebung des westlichen. So ist das Fehlen dieser Schotter in der Pfalz zu verstehen, wo die sog. Bienwaldschotter m. E. als zeitliches Äquivalent der Niederterrassenschotter aufzufassen sind. Die in der Pfalz verbreiteten, dem älteren Diluvium angehörigen Sande und Tone (Jockgrim) bilden wahrscheinlich das Liegende unserer Schotter.

### 6. Entstehung der Rheinniederung.

Ob die Entstehung der heutigen Rheinniederung irgendwelche Beziehung zur inneren Hauptverwerfung, überhaupt zu bestimmten Verwerfungen besitzt, wie sich DEECKE (1918, S. 148 und S. 537) dachte, muß vorerst noch offen bleiben, wengleich ich sie auch als tektonisch bedingt (regionale Hebung) ansehen möchte. Allerdings ist sie eine echte Erosionsfläche, d. h. daß ursprünglich keine tiefere Ausräumung eingetreten war, die später wieder aufgefüllt worden wäre. Damit steht aber nicht im Widerspruch, daß zahlreiche Schlingen und Arme des Rheines vorübergehend mehrere Meter tief in diese Fläche eingesenkt waren und durch Umlagerungen wieder zugefüllt wurden.

Bei der Beurteilung des Alters und Ausmaßes dieser Umlagerungen ist aber Vorsicht am Platze. Wenn beispielsweise ein bis zu 10 m unter das Grundwasser reichender Baggerbetrieb nicht selten „aus dieser Tiefe“ frühgeschichtliche Reste fördert, so kann deren Tiefenlage nur in den seltensten Fällen eindeutig festgelegt werden, also nichts über die Tiefe der alten Rheinläufe aussagen. Diese muß vielmehr abhängig gesehen werden von deren Breite und dem natürlichen Böschungswinkel wassererfüllter sandiger Kiese.

Weil auf der eigentlichen Rheinniederung eine Verwitterungsrinde, die dem älteren Lößlehm entspricht, und Erscheinungen eines Dauerfrostbodens fehlen, muß die Ausräumung bis hierher mindestens jünger sein als das Würm I/II-Interstadial. Mit ihrer Entstehung setzte die Verlandung der Kinzig-Murg-Rinne ein, was schon DEECKE (1918, S. 148) erkannt, aber zu jung datiert hatte.

Eine geomorphologische Auswertung dieser neuen tektonischen Erkenntnisse wird unser Wissen um das Werden der oberrheinischen Landschaft noch bereichern.

### 7. Zusammenfassung.

Die Auswertung von mehr als 1200 Bohrprofilen aus der nordbadischen Rheinebene und Vorderpfalz zwischen Mannheim und Baden-Baden führte zu folgenden Ergebnissen:

1. Die jüngsten Rheinschotter werden durch eine Feinsandlage in zwei Abteilungen gegliedert.

2. Die Mächtigkeit dieser Schotter ist stets geringer, als man bisher glaubte, und regional verschieden: bei Mannheim, Karlsruhe und südlich Rastatt ca. 20 bis 25 m, dazwischen mächtiger.

3. Das Liegende der Schotter ist Tertiär oder eine Folge von Feinsanden, Tonen und sandigen Tonen, die — entgegen der bisherigen Deutung als Pliozän — als älteres Diluvium aufzufassen sind.

4. Aus der Höhenlage der Schotterunterfläche und des Feinsandhorizontes läßt sich ein Netz von rheinischen und dazu senkrechten Verwerfungen ableiten, das jünger ist als der Feinsand und den ganzen Rheintalgraben überzieht. Eine seiner wichtigsten Linien ist die — von mir so genannte — innere Hauptverwerfung, welche die Verbreitung der jüngsten Grobschotter nach Westen begrenzt.

5. Dieses jungdiluviale System stellt keine einfache Fortsetzung oder Wiederbelebung der älteren Tektonik dar. Es zeigt vielmehr bei Karlsruhe, also im Zug der Zabern-Kraichgau-Mulde, einen SW-NO streichenden Sattel; in der Achse der Hochzone zwischen Kraichgau und Baden-Badener Mulde eine Tiefzone, die gegen letztere hin wieder durch einen Sattel abgelöst wird. Nördlich von Karlsruhe bestehen entsprechende Gesetzmäßigkeiten.

6. Die Querstörungen setzen vielfach über die Haupttrandspalte hinweg, diese selbst nach Osten oder Westen versetzend.

7. Die Kinzig-Murg-Rinne war kein Parallelstrom zum Rhein, sondern ein tektonisch begünstigtes System von Rheinarmen. Auch ihre im Würm II beginnende Verlandung ist tektonisch bedingt.

8. Die Entstehung der Rheinebene ist die Folge einer regionalen Hebung nach dem Würm I/II. Sie führte zur unterirdischen Entwässerung und damit zur Verlandung der Kinzig-Murg-Rinne.

#### 8. Literaturverzeichnis.

- BILHARZ, A.: Mutmaßlich oberpliozäne Bildungen auf Blatt Baden. - Bad. Geol. Abh. 1, 1929.
- BRILL, R.: Geologische Spezialkarte von Baden 1 : 25 000, Blatt Ettlingen mit Erläuterungen. - Freiburg 1931.
- CARLE, W.: Geotektonische Übersichtskarte der Südwestdeutschen Großscholle mit Erläuterungen 1 : 1 000 000. - Stuttgart 1950.
- DEECKE, W.: Morphologie von Baden. - Berlin 1918.
- FREUDENBERG, W.: Eine diluviale Rheintalspalte bei Weinheim a. d. Bergstraße. - Ber. oberrhein. geol. Ver. 1905.
- GUENTHER, E.: Die jüngeren tektonischen Bewegungen im südwestlichen Deutschland. - N. Jb. Min. Beil. Bd. 85 B, 1941.
- HIRSCH, L.: Eiszeitliche Frostböden in der Oberrheinebene bei Karlsruhe. - Beitr. nat.-kundl. Forschung in Südwestdeutschland 8, Karlsruhe 1949. — Zur geologischen Geschichte der Kinzig-Murg-Rinne. - Mittbl. g. L.A. Freiburg für 1950. — Die Grundwasservorräte der nordbadischen Rheinebene. - Wasser und Boden 1951.
- KIEFER, H.: Zur Tektonik und Morphologie des Rheintalrandes zwischen der Freiburger Bucht und Müllheim. - Bad. geol. Abh. 7, 1935.
- REGELMANN, C.: Neuzeitliche Schollenverschiebung der Erdkruste im Bodenseegebiet. - Ber. oberrhein. geol. Ver. 1907.
- RÖHRER, F.: Eine Verwerfung diluvialen Alters im Untergrund von Pforzheim. - Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. 8, 1919.
- RÜGER, L.: Die Entstehung des Neckarmündungstrichters bei Heidelberg. - Verh. nat.-hist. Ver. Heidelberg 15, 1922. — Hundert Jahre geologischer Forschung am Rheintalgraben. - Bad. geol. Abh. 4, 1932.
- SCHWEGLER, E.: Das Diluvium von Jockgrim in der Rheinpfalz und seine Stellung innerhalb des oberrheinischen Diluviums. - Diss. Kiel 1935.
- SOERGEL, W.: Die diluvialen Säugetiere Badens. - Mitt. Bad. g. L.A. 9, 1914. — Die Säugetierfauna des altdiluvialen Tonlagers von Jockgrim in der Pfalz - Z. d. g. G. 77, 1925.
- THEOBALD, N.: Contribution à l'étude de la Base Terrasse Rhénane. - Bull. Soc. géol. France 19, 1949. — Carte de la Base des Formations Alluviales dans le Sud du Fossé Rhénan. - Mém. Service Carte Géol. d'Alsace et de Lorraine 1948.

- THÜRACH, H.: Geologische Spezialkarte von Baden 1 : 25 000, Blatt Mannheim mit Erläuterungen 1898. — Blatt Karlsruhe 1912.
- WEBER, H.: Die neuen nordbadischen Erdölbohrungen. - Bad. geol. Abh. 7, 1935.
- WIRTH, E.: Die Erdölvorkommen von Bruchsal in Baden. - Geol. Jb. 65, Hannover 1950.
- WITTMANN, O.: Über junge Tektonik im Diluvium der Lahrer Randhügel. - Bad. geol. Abh. 7, 1935. — Tektonik und diluviale Sedimentation im Oberrheintal. - Bad. geol. Abh. 9, 1937. — Die Phasengliederung der diluvialen Rheintalrandtektonik und die Stratigraphie des gebirgsrandnahen oberrheinischen Diluviums. - Bad. geol. Abh. 10, 1938/39.

Ms. eingeg.: 4. 7. 1951.

## Klimaschwankungen im Tertiär und Quartär

Von Paul W. Thomson (Krefeld-Bonn)

Der Pollenniederschlag in Torflagern registriert die Veränderungen in der Vegetation, die sich während der Bildung derselben vollzogen haben. Auch wenn sich die Torflager in Braun- oder Steinkohle verwandelt haben, ist dieser Pollen- und Sporenniederschlag noch zu erkennen. Erst wenn das Stadium der Fettkohle erreicht ist, haben sich die Exinen und Exosporen soweit verändert, daß der chemische Unterschied zwischen ihnen und der Grundsubstanz weitgehend verwischt ist. Damit wird die Mazeration unmöglich. In den tertiären Braunkohlen sind die Pollen und Sporen vielfach ebenso gut erhalten wie in den rezenten Torfen. Nur in alkalischen, kalkreichen Torfen und in Braunkohlen, die mit kalkreichen Gewässern in Verbindung standen, ist die Fraktion der Pollen und Sporen zerstört, wenn der Sauerstoff der Luft Zutritt hat.

Mächtige Kohlenflöze geben uns also die Möglichkeit, die Moorvegetation der umgebenden Wälder weitgehend zu rekonstruieren, wobei allerdings von entfernteren Standorten nur die reichlich Pollen erzeugenden Windblütler unter den Bäumen gefaßt werden.

Vom Verfasser und seinen Schülern sind in den letzten Jahren mehrere mächtige Braunkohlenlager aus verschiedenen Abschnitten des Tertiärs eingehend stratigraphisch, petrographisch und paläontologisch untersucht worden. Hier seien besonders erwähnt: das pliozäne Braunkohlenlager von Wallensen/Hils mit einer Mächtigkeit von  $\pm 30$  m, das Hauptflöz der Rheinischen Braunkohle, das in der Grube Fortuna eine Mächtigkeit von  $\pm 90$  m hat und in einigen Bohrungen sogar 100 m mächtig ist, und die alttertiären Braunkohlenlager von Helmstedt und Borken, die H. PFLUG untersucht hat.

Beginnen wir mit der linksrheinischen Braunkohle, der der Verfasser die meiste Zeit gewidmet hat (THOMSON 1950 u. 51). Hier zeichnet sich in den Pollen- und Sporendiagrammen und in der graphischen Darstellung der Änderung der petrographischen Beschaffenheit ein doppelter Vegetationswechsel ab.

In den sog. „dunklen Bänken“ besteht die Kohle im Wesentlichen aus den Überresten einer Bruchwaldvegetation. Holz- und Rindenelemente, Korkgewebe usw. bilden die Hauptmasse der Grundsubstanz. Der Pollen ist ein vorwiegend autochthoner. Er stammt im Wesentlichen von den Bäumen und Sträuchern, die die Vegetation des Bruchwaldes bildeten.

In den sog. „hellen Schichten“, den „Schmierkohlen“ dagegen, die in der Hauptsache aus einer holzarmen Grundsubstanz, den Überresten krautiger Pflanzen, bestehen und stärkere oder schwächere allochthone Beimengungen zeigen, tritt der Pollen der Bruchwaldbäume stark zurück. Wir dürfen annehmen, daß