

2. Die morphologische Entwicklung der süddeutschen Schichtstufenlandschaft im Lichte der Davis'schen Cyclustheorie.

Von Herrn HANS RECK
in Berlin.

Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Einführung und Überblick	83
Historische Einleitung. — Die Methode. — Neuere Arbeiten. — Die Literatur über das behandelte Gebiet. — Die Begrenzung desselben. — Die Donaulinie als Bruchrand. — Tektonik und Morphologie. — Das deduktive Schema. — Nomenclatur.	
II. Der Donaulauf und seine Geschichte	110
a) Die Donau oberhalb Ulm	110
Vergleich zwischen Donau und Rhein als Erosionsbasen. — Gefällskurven. — Relatives Alter. — Wutachabzapfung. — Wutach und Neckar als die Donau bedrohende Räuber. — Entfernung von der Erosionsbasis. — Älteste Donau. — Die praeobermiocäne Landoberfläche. — Hebung des Schwarzwaldes. — Die Anlage des Quellgebietes der Donau. — Die pliocänen Dq-Schotter. — Ihr Alter. — Ihr Vorkommen. — Ihre Verknüpfung mit der Donau. — Alter und junger Donaulauf bis Ulm — Mäander. — Zwangsmäander. — Umlaufberge. — Blautal.	
b) Die Donau unterhalb Donauwörth	131
Fortsetzung der pliocänen Donau in östlicher Richtung. — Das Wellheimer Trockental. — Seine Beziehungen zur Altmühl, desgl. zur alten Donau. — Die pliocänen Quarzschotter. — Die Treuchtlinger Gerölle. — Herkunft — Zusammensetzung. — Die Gerölle von Sigellöh. — Identifikationsversuche nach Alter und Herkunft. — Folgerungen. — Der Donaulauf von Kelheim bis Regensburg. — Pliocäne Donauschotter bei Passau.	
c) Zusammenfassung	139
III. Die schwäbische Alb und ihr nördliches Vorland	142
a) Der Südwesten der schwäbischen Alb	142
Prim-Faulenbachtal. — Seine Morphogenese. — Die Berechtigung der HAAG'schen Annahme einer hier nordwärts fließenden diluvialen Donau. — Talweite und Flußgröße. — Beera. — Morphogenese.	
b) Die Albtäler zwischen Beera und Brenz	151
Schmiecha. — Lauchert. — Vehla. — Albbuchten. — Große Lauter. — Lone. — Brenz.	

	Seite
c) Die Flüsse des östlichen Schwarzwaldgehanges	155
Eschach. — Glatt. — Nagold. — Die morphologische Zugehörigkeit dieser Flüsse zu den Flüssen des Albkörpers.	
d) Der Neckar und die Neckarniederung	160
Die morphologische Ungleichwertigkeit von Oberlauf und Unterlauf. — Das Neckarknie bei Plochingen. — Neckarunterlauf als umgekehrt konsequenter Donaunebenfluß. — Anhaltspunkte hierfür. — Kocher und Jagst. — Ursachen der Flußumkehrungen. — Ihr Alter. — Die Entwicklung des Neckaroberlaufes. — Zur Lage der ältesten Wasserscheide. — Die Zone der Flußumkehrungen. — Die Zone junger Zwangsmäander.	
IV. Die Wörnitz und Altmühl im Gebiete der Alb und ihres nördlichen Vorlandes	173
a) Das Ries	173
Das vulkanische Ries als Störungselement der normalen morphologischen Alb-Entwicklung. — Ansichten über die hydrographischen Verhältnisse des Rieskessels im Obermiocän — Die lokale Erosionsbasis des Kessels. — Konsequente und subsequente Flüsse.	
b) Das Eger- und untere Wörnitztal	180
Das Egertal als praeexistierender Talzug. — Spuren einer Fortsetzung nach aufwärts. — Jagstbucht. — Spuren seiner Fortsetzung nach abwärts. — Unteres Wörnitztal und Wörnitzdurchbruch.	
c) Das obere Wörnitztal	183
Die subsequente Zusammenfassung der Wasser vor dem Riesrand. — Die zwei Tiefen- (Durchbruchs-)linien des nördlichen Albrandes.	
d) Das obere Altmühltal	184
Seine Geschichte nach SCHWERTSCHLAGER. — Gründe gegen die SCHWERTSCHLAGER'sche Ansicht. — Zwangsmäander. — Die Lage der kontinentalen Wasserscheide und deren Deutung. — Fossa Carolina. — Talwasserscheide bei Graben. — Junge Abzapfungen und Flußumkehrungen. — Die Rednitz mit der fränkischen und schwäbischen Rezat als Quellästen. — Anlauer und Schwarzach.	
V. Der Frankenjura und sein Vorland.	193
a) Das oberfränkische Becken	193
Divergente Entwässerungsanlage in Frankenjura und westlichem Vorland. — Störung in der Einheitlichkeit der Flußentfaltung im fränkischen Becken. — Antiklinale. — Die westlichen Regnitznebenflüsse. — Main und Regnitz. — Alter, Lage des Albrandes. — Obermiocäne Süßwasserbildungen vor dem Abfluß.	
b) Der westliche Frankenjura	203
α) Albuchten	203
Die morphogenetische Bedeutung der Albuchten. — Pegnitzbucht. — Wiesentbucht. — Mainbucht.	
β) Albüberdeckung	206
Lyditgerölle auf der Alb und im westlichen Vorland. — Ihre Heimat. — Die Eluvialtheorie GÜMBELS.	

	Seite
c) Pegnitz und Wiesent	207
Pegnitz	207
Das Karstphänomen auf der fränkischen Alb. — Stratigraphie und Tektonik. — Theoretische Schlüsse bezüglich der Morphogenese der fränkischen Alb. — Tatsachen und Beobachtungen. — Der Pegnitzober- lauf. — Ungleichwertige Zusammensetzung. — Der Kampf um die Wasserscheide. Wiesent	207
Ungleichwertige Zusammensetzung. — Jugendliche Ab- zapfung. — Alter Flußlauf. — Subsequenz und Tektonik.	
d) Das Naabgebiet	222
Praemiocäne Entwicklung. — Der Naabunterlauf. — Die konsequenten Fichtelgebirgsquelläste. — Die subsequenten Aeste. — Die Antagonisten: Roter und Weißer Main. — Die Vils. — Der Regen. — Unabhängigkeit der Tal- entwicklung von alten tektonischen Linien. — Der Regenunterlauf. — Zusammenfassung.	
VI. Zusammenfassung der wichtigsten Resultate . . .	227

I.

Einführung und Überblick.

Historische Einleitung. — Die Methode. — Neuere Arbeiten. — Die Literatur über das behandelte Gebiet. — Die Begrenzung desselben. — Die Donaulinie als Bruchrand. — Tektonik und Morphologie. — Das deduktive Schema. — Nomenclatur.

Historische Einleitung. Morphologische Studien haben erst in den letzten Dezennien die Würdigung in der Wissenschaft erfahren, die ihnen ihrer Wichtigkeit nach zukommt, und welche sie bei ihrer weitgehenden Bedeutung für die Erkenntnis der mechanischen Entwicklungsgesetze unserer Erdoberfläche fordern können.

Dies rührt wohl vornehmlich daher, daß die vereinzelt Stimmen zunächst ungehört verhallen, welche eine so weitgehende Wirkung der subaerischen Abtragung annehmen, daß große Landmassen durch sie in flachwellige Ebenen umgewandelt werden konnten, welche ohne Rücksicht auf die geologische Struktur des Bodens diese in einer mehr oder minder ebenen Fläche abschnitten¹⁾.

¹⁾ DAVIS: Baselevel, Grade and Penplain. Journ. of Geology 1902. S. 77 ff. Vgl. auch den Abdruck dieser und anderer morphologischer Artikel, die noch zum Teil zu nennen sein werden, sowie die ausführlichen Literaturangaben in der Sammlung: Geographical Essays. Boston 1910.

Der übermächtige, dogmatische Einfluß der Abrasionstheorie stand ihnen gegenüber, die hauptsächlich von den Geologen der meerumrandeten britischen Inseln ausgebaut worden und zu fast allgemeiner Annahme auch am Kontinent gelangt war. In England war RAMSAY¹⁾ der Führer dieser Richtung, in Deutschland v. RICHTHOFEN²⁾.

Der Nachweis allerdings, ob eine Ebene als eine marine oder eine subaerische Denudationsfläche angesehen werden darf, ist schwierig und kompliziert, und der Mangel durchschlagender Gesichtspunkte zur Trennung beider Erscheinungen war wohl einer der Haupthinderungsgründe, welche der Anerkennung der Theorie subaerischer Denudation lange hindernd im Wege stand.

Aber abgesehen davon, daß durchaus nicht jede Denudationsfläche die zu erwartenden Konglomerate einer Transgressionsfläche aufweisen kann, abgesehen davon auch, daß nicht über jeder solchen Fläche marine Sedimente lagern, sondern oft auch typische Süßwasserbildungen, so war es doch wohl hauptsächlich der Mangel einer Möglichkeit, die Entwicklung und Entstehung einer „Peneplain“ anders zu erklären als durch Abrasion, welche die subaerische Einebnungskraft des fließenden Wassers so lange verneinen ließ.

Man ließ die Tätigkeit der Flüsse mit der Schaffung ihrer Täler einfach erschöpft sein, ohne zu verfolgen, was dann geschehen müsse, wenn der Fluß sich sein reifes Tal geschaffen. Arbeitslosigkeit ist aber eine mechanische Unmöglichkeit für einen, wenn auch noch so träge strömenden Fluß, denn Bewegung ist Kraft, und Kraft leistet Arbeit. Es ist also nur die geringe Größe der Kraftleistung einer Discussion und einer Unterschätzung zugänglich; diese aber gleicht die Natur aus durch die gewaltigen, ihr zur Verfügung stehenden Zeiträume.

Eine theoretische, fast rechnerische Zurückverfolgung der mechanischen Arbeitsfähigkeit eines Flusses und seiner Schuttmassen führt zweifellos zur theoretischen Möglichkeit einer „Fastebene“.

Freilich wird diese Ableitung dem Einwand begegnen, daß heute tatsächlich keine unzerteilte, fertige Peneplain bekannt ist.

Eines der besten und größten existierenden Beispiele einer solchen bieten noch die weiten welligen Gefilde Sibiriens, aber auch

¹⁾ RAMSAY: Denudation of South Wales. Mem. Geol. Surv. Great Britain 1846. — Physical Geology and Geography of Great Britain 1878.

²⁾ v. RICHTHOFEN: China (II) 1882. — Führer für Forschungsreisende. 1886.

hier haben die Flüsse, in jüngster Zeit allerdings erst sich tiefe Schluchten und V-förmige Täler in den verebneten Untergrund genagt und beginnen so, ihn zu zerteilen.

Alte Peneplains aber sind in großer Zahl bekannt. Ich nenne nur die von DAVIS¹⁾ behandelten Peneplains von New Jersey, die des Rheinischen Schiefergebirges und anderer deutscher Mittelgebirge. Auch diese Arbeit wird solche noch vorzuführen haben.

Das Fehlen fertiger Peneplains heutigentags kann aber nicht als Beweis der Unrichtigkeit ihrer theoretischen Ableitung oder ihres Nichtvorhandenseins in früheren Zeitepochen gelten, denn ausgereifte Peneplains, welche etwa gar schon Annäherungen an die baselevelplain zeigen (siehe später S. 87), müssen a priori von jeher äußerst selten gewesen sein, da sie einerseits enorme Zeiträume vollkommener tektonischer Ruhe voraussetzen, diese aber doch wohl stets nur lokal und in beschränktem Maße vorhanden gewesen sein können. Deshalb kann es auch nicht erstaunlich sein, daß in der Jetztzeit, in der noch immer die tektonischen Konvulsionen der Tertiärzeit nachklingen, keine fertigen Peneplains bekannt sind.

Der Ausbau eines theoretischen Systems zur Erklärung subaerischer Denudationsflächen mußtenotwendigauf induktiver Basis beruhen. Alle älteren morphologischen Arbeiten sind daher auch mehr oder weniger induktiv. Es muß als Fortschritt der Forschung bezeichnet werden, wenn dann die Induktion zu einem System führt, das umgekehrt nun deduktiv den unendlichen Formenreichtum der Landoberfläche zusammenzufassen, zu gruppieren und einheitlich zu deuten gestattet.

Ein solches universelles System wurde nun in tiefgründiger Weise der Hauptsache nach zuerst in Amerika ausgebaut²⁾. Dort war es vor allem der Geologieprofessor DAVIS³⁾, der auf den älteren morphologischen Studien anderer, so vornehmlich POWELLS⁴⁾, DUTTONS⁵⁾, MAWS⁶⁾, GILBERTS⁷⁾, MC GEES⁸⁾, SALIS-

¹⁾ DAVIS: The rivers of Northern New Jersey with notes on the classification of rivers in general. National Geogr. Mag. 1890. II. p. 81. ff.

²⁾ Vgl. hierüber: PENCK: Morphologie der Erdoberfläche 1894.

³⁾ DAVIS: Geographical Essays. 1910.

⁴⁾ POWELL: Explorations of the Colorado river of the West. 1875. — POWELL: Geology of the Uinta Mountains 1876.

⁵⁾ DUTTON: Tertiary history of the Grand Cañon District. U. St. Geol. Surv. Mon. II. 1882.

⁶⁾ MAW: Notes on the comparative structure of surfaces produced by subaerial and marine denudation. Geol. Mag. III. 1866.

⁷⁾ GILBERT: Geology of the Henry Mountains. 1877.

⁸⁾ MC GEE: The Geology of the Head of Chesapeake bay.

BURYS¹⁾, HAYES²⁾ u. a. sowie auf eigenen Untersuchungen fußend³⁾, seine zusammenfassende deduktive Methode ausbaute. Freilich stellte sich dabei auch sogleich der Gegensatz und Kampf zwischen deduktiver und induktiver Methode ein.

Die deduktive Methode sollte das Mittel an die Hand geben, ohne weiteres aus dem gegebenen Schema die morphologischen Grundzüge jeder Landschaft zu erklären. Sie sollte gewissermaßen die Schablone sein, die man über eine Karte legt, um dann die Hauptzüge dieser Landschaft klar aus der verwirrenden Menge lokalen Details heraustreten zu sehen; diese so erkannten Grundlinien aber entstehen nur auf Grund einer ganz bestimmten Entwicklung, sie verkörpern stets eines der wechselnden Stadien eines erosiven *Cyclus* und sind Bildungen, welche alle nach gleichbleibenden, universellen mechanischen Prinzipien entstanden sind, welche also auch universelle Gültigkeit haben nach Zeit und nach Ort. Daher führt die Erkenntnis der heutigen Landschaft unmittelbar zur Erkenntnis ihrer Geschichte.

Da tatsächlich die bis heute nach den Gesichtspunkten dieser Methode untersuchten Landschaften stets den Forderungen der Theorie untergeordnet werden konnten, so ist rückwirkend gerade diese Allgemeingültigkeit eine starke Stütze für die Richtigkeit der Prinzipien, die ihr zugrunde liegen. Vor allem aber tritt dadurch klar die Einheitlichkeit und Einfachheit der Gesetze hervor, nach denen die Kräfte der Erosion und Denudation an der Zerstörung der Erdoberfläche arbeiten.

Diese Allgemeingültigkeit der Gesetze, die Einheitlichkeit ihrer Bewirkung des Untergrundes muß besonders betont werden; sie wirken also regional und müssen einer Landschaft gemeinsame Züge aufprägen. Gleiche gemeinsame morphologische Einzelemente innerhalb einer Landschaft sind also Anzeichen einer gleichen Entwicklungsgeschichte innerhalb des gleichartig beeinflussten Gebietes. Die Entstehung der Landschaftsformen innerhalb eines morphologisch

Ann. Rep. U. St. Geol. Surv. 1888. — Three Formations of the Middle Atlantic slope. Ann. Journ. Sci. XXXV 1888.

¹⁾ SALISBURY: Geol. Surv. New Jersey. 1895.

²⁾ HAYES: The southern Appalachians Nat. geogr. Mon. I. 10, 1895. — VI. 1894. — XIX. Ann. Rep. U. St. geol. Surv. II. 1899.

³⁾ DAVIS: besonders: The rivers and valleys of Pennsylvania. Nat. geogr. Mag. Washington I. 1887 S. 183 ff. — The rivers of Northern New Jersey with notes on the classification of rivers in general. Nat. geogr. Mag. Washington II. 1890. — The development of certain English rivers. Geog. Journ. London 1895. S. 127 ff.

einheitlichen Gebietes ist daher nicht an die einzelnen Flußläufe als selbständige Elemente gebunden, sondern diese werden in ihrer Gesamtheit von einem einzigen Orte aus in ihrer Tätigkeit reguliert, der Erosionsbasis.

Dieser Ausdruck entspricht dem amerikanischen baselevel, der zuerst 1875 von POWELL¹⁾ eingeführt wurde, und der in seiner unsprünglichen Bedeutung das Niveau des Seespiegels als allgemeines letztes Erosionsziel der zerstörenden Tätigkeit fließenden Wassers bezeichnete. Doch ist das Wort im Laufe der Jahrzehnte vielfachen Umdeutungen unterworfen gewesen. DAVIS²⁾ hat dies in seiner Arbeit, in der er eben das Wort base-level wieder auf seine ursprüngliche Bedeutung zurückführen und beschränken will, dargelegt. Unter dem Begriff baselevel versteht man vor allem auch eine mathematische gedachte Fläche, deren leichte Neigung zum Seespiegel bestimmt wird durch die Neigung der Flüsse selbst, in einem Alter, in dem sie praktisch aufgehört haben, ihre Betten tiefer zu erodieren. Für diesen Zustand schlug DAVIS die Namen grade und plain of gradation oder peneplain vor; endlich zog man auch zu dem Begriff baselevel eine lokale und zeitlich eng begrenzte Erosionsbasis, welche durch lokalen, vorübergehenden Aufstau der Flüsse, sei es durch loses Material oder durch die verzögerte Überwindung von harten im Wege liegenden Schichten geschaffen wird. Bei dieser Deutung sollte jedoch stets auch der lokale Charakter der Erscheinung ausdrücklich betont werden, weil gerade in ihrem Auftreten im Gegensatz zu der reifen plain of gradation ein relativ jugendliches Stadium der Flußentwicklung sich zu erkennen gibt. Base-levels können daher nur zweierlei Art sein: dauernd oder vorübergehend; aber sie sind von Anfang bis zu Ende ihres Bestehens fertig geschaffene Zustände, während Grade und Peneplain im Laufe des Cyclus sich erst entwickeln und ausdehnen unter steter Änderung ihrer Neigungswinkel.

Man sieht auch in der Ableitung dieser Namen wieder die Einheitlichkeit der entwicklungsmechanischen Methode, die ihnen zugrunde liegt, und die nicht von den einzelnen Flußläufen eines Gebietes als voneinander unabhängigen Gebilden ausgeht, sondern sie in einheitlichem Landschaftskomplex auch in gemeinschaftlichem, allgemein gültigem Rahmen vor Augen

¹⁾ POWELL: Exploration of the Colorado River of the West and its tributaries. Wash. 1875.

²⁾ DAVIS: Base-level, Grade and Peneplain. Journ. of Geology 1902 X. 77 ff. — Geographic Methods in geological investigation, Nat. Geogr. Mag. I. 1889. S. 11. ff.

führt. Wenn dabei der einheitliche Grundzug in der Entwicklung einer Landschaft einmal gefunden ist, so wird es nicht immer unbedingt nötig sein, die Geschichte jedes einzelnen kleinen Flusses eines solchen Gebietes nach Ort und Zeit genau zu beweisen; denn hier können erfahrungsgemäß Analogieschlüsse da eintreten, wo ein Beweis durch lokale Verhältnisse oft unmöglich gemacht ist. Zwei morphologisch gleichwertige, benachbarte Flüsse haben (sofern sie nicht zwei verschiedenen Landschaftskomplexen angehören) mit all dem Grade von Sicherheit, die Analogiebeweisen überhaupt zukommen kann, auch analoge Geschichte. Ist aber die chronologische und entwicklungsgeschichtliche Einordnung des einen Flusses geglückt, so ist damit auch die des anderen im allgemeinen in allen wesentlichen Zügen ableitbar. Dies wird für die ferneren Ausführungen noch des öfteren von Bedeutung sein.

Wie in Frankreich de LAPPARENT¹⁾ der Vorkämpfer der neuen deduktiven Richtung wurde, so waren es in Deutschland vor allem PENCK²⁾ und LÖWL³⁾, welche die weittragende Bedeutung dieser neuen Richtung erkannten; sie verpflanzten sie nicht nur nach Deutschland, sondern bildeten sie hier auch selbständig fort. PENCK vor allem schuf hier die Grundlagen einer modernen Glazialmorphologie⁴⁾.

Wie aber der geographische Cyklus von Gegenden mit vornehmlich feuchtem und kaltem Klima seinen eigenen Formenschatz entwickelt, so auch der Cyklus des vorwiegend heißen und trockenen Klimas wüstenartiger Landstriche. Mit diesem größtenteils mit der Kraft des Windes und den mechanischen Wirkungen der Temperaturdifferenzen arbeitenden Cyklus haben uns hauptsächlich WALTHERS⁵⁾ und vor allem PASSARGES⁵⁾ Studien bekannt gemacht, der u. a. die wichtige Tatsache erkennen lehrte, daß der trockene Cyclus auch eine hoch über dem base-level stehende Peneplain schaffen kann, was bei einem fluvialen Erosionscyklus unmöglich ist, eine Feststellung, die vor allem für die Festlegung und Beurteilung fossiler Peneplains zur Vorsicht mahnen muß.

¹⁾ DE LAPPARENT: L'âge des formes topographiques. Rev. des Quest. Scient. 1894. — La Géomorphogénie. Rev. des Quest. Scient. 1895. — Leçons de Géographie physique 1896 (3. Aufl. 1907).

²⁾ PENCK: Das Endziel der Erosion und Denudation. Verh. VIII. deutsch. Geogr. Tag 1889. — Morphologie der Erdoberfläche. 1894.

³⁾ LÖWL: Geologie.

⁴⁾ PENCK-BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter. 1909.

⁵⁾ PASSARGE: Rumpflächen und Inselberge. Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges. 1904. S. 193 ff. — Die Inselberglandschaften im tropischen Afrika. Naturw. Wochenschr. 1904 S. 657 ff. — Die Kalahari. Berlin 1904. — Vgl. auch WALTHER: Das Gesetz der Wüstenbildung. Berlin 1900.

Aber immer mehr wurde die Morphologie ein Sondergebiet der Geographie, trotzdem doch wohl ebenso sehr wie der Geograph, dem sie als notwendige Grundlage zum Verständnis der Erdoberfläche unentbehrlich ist, der Geologe ihr sein Interesse zuwenden sollte; denn die Morphologie ist eben die erdgeschichtliche, also geologische Entwicklung eben dieser Oberfläche. Tatsächlich haben erst in den letzten Jahren auch deutsche Geologen in umfassender Weise ihr Interesse deduktiven geomorphologischen Studien zugewandt. Der neue Weg wirkte auch sofort belebend auf die Geologie ein und brachte manches Problem einer Lösung näher, das vorher noch heiß umstritten war, und beleuchtete manche alte Frage mit neuem, unerwartetem Licht. Ich erinnere nur an den großen Fortschritt der Erkenntnis der jüngeren Geschichte der deutschen Mittelgebirge durch derartige Studien, wie wir sie z. B. PHILIPPI¹⁾ v. STAFF²⁾ u. a. verdanken. In merkwürdigem Gegensatz steht dazu doch z. B. die noch nach alten Prinzipien gearbeitete, fast gleichzeitig erschienene Arbeit MAYRS³⁾ über die Morphologie des Böhmerwaldes.

Manchen langwierigen geologischen Streit hätte eine frühere und weitergehende Berücksichtigung der Morphologie ersparen können. Ich erinnere hier nur an die Kontroversen, welche noch bis in die letzten Jahre an die Erforschung der jüngsten Entwicklung des Rheinischen Schiefergebirges geknüpft waren, zu einer Zeit, als längst DAVIS die Entstehung des Rheintales in Wort und Bild nach seiner deduktiven Methode als sicher gestellt in ein Lehrbuch für amerikanische Mittelschulen⁴⁾ übernommen und sich dabei zu einer Ansicht bekannt hatte, die sich heute auch bei uns immer allgemeinerer Anerkennung erfreut.

¹⁾ PHILIPPI: Über die präoligocäne Landoberfläche in Thüringen. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1910.

²⁾ H. v. STAFF: Zur Entstehung einiger Züge der Riesengebirgslandschaft. Wanderer im Riesengebirge 1910. — Zur Entwicklung des Flußsystems und des Landschaftsbildes im Böhmerwald. Centr. Bl. f. Min. usw. 1910, S. 564. — Zur Entwicklung des Flußsystems des Zackens bei Schreiberhau im Riesengebirge. N. Jahrb. f. Min. 1910. — v. STAFF und RASSMUS: Zur Morphogenie der Sächsischen Schweiz. Geolog. Rundschau 1911.

³⁾ MAYR: Morphologie des Böhmerwaldes. Landeskundl. Forsch. d. geogr. Ges. München 1910, VIII.

⁴⁾ Ich verweise nur auf die Kontroverse BRANCA-KOKEN; zahlreiche Gebilde, welche KOKEN als glazial angesehen hatte (Buchberggerölle, Lauchheimer Breccie) konnten als sicher vulkanischen Ursprungs von BRANCA festgestellt werden: Vgl. KOKEN: Geologische Studien im fränkischen Ries. N. Jahrb. Beilg. Bd. XII. 1899. — Vgl. KOKEN: Geologische Studien im fränkischen Ries. 2. Folge. Beilg. Bd. XV. 1902. — BRANCA: Das vulkanische Vorries. Abh. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. 1903. — BRANCA und FRAAS: Das vulkan. Ries bei Nördlingen. Akad. d. Wiss. 1901.

Aber auch die neuerdings einsetzende morphologische Bearbeitung des Hochgebirges der Alpen hat zu ganz überraschenden Resultaten geführt. Dies zeigen u. a. die Arbeiten BRÜCKNERS¹⁾, MARTONNES²⁾, v. STAFFS³⁾, ARGANDS⁴⁾, LUGEONS⁵⁾ u. a. m.

Waren so Mittelgebirge und Hochgebirge nebst Vorland⁶⁾ von einheitlichem Gesichtspunkte bearbeitet worden, so fehlte doch eine derartige zusammenfassende morphologische Betrachtung der sie trennenden, tektonisch so einfach gebauten Beckenlandschaften, wie auch das süddeutsche Trias-Jura-Becken eines ist, vollkommen.

Die Bedeutung der bei einer solchen Bearbeitung etwa gewonnenen Resultate aber muß eine viel allgemeinere, weitergehende sein, als dies zunächst infolge der lokalen Begrenzung des Gebietes der Fall zu sein scheint, denn das Trias-Jura-Becken Süddeutschlands stellt nur ein typisches Beispiel einer Schichtstufenlandschaft dar, wie solche allenthalben auf der Erdoberflächenicht selten wiederzufinden sind. Bei der regionalen Gültigkeit morphologischer Gesetze aber müssen die hier sich ergebenden Prinzipien ohne weiteres sich auf alle anderen Landschaften mit analogen Strukturelementen übertragen lassen.

Süddeutschland. Die über unser engeres Gebiet bestehenden Publikationen sind reich an Zahl wie an Beobachtungsmaterial für den westlichen, schwäbischen Teil, sie sind spärlich und gering für den östlichen, fränkischen. Es wird daher im Folgenden die Geschichte der Landoberfläche sich zunächst vornehmlich aus einer Würdigung der Verhältnisse im Westen ableiten lassen; die so gewonnenen Resultate aber lassen sich dann ohne Schwierigkeiten auf den Osten übertragen, und wenn auch dort die mangelnde neuere Literatur und Kartenunderlage manchen Einzelzug der Entwicklung unklar wird erscheinen lassen, so zeigt doch auch dort die prinzipielle Übereinstimmung der morphologischen Einzelemente in der Landschaftsentwicklung, daß dieselbe eine einheitliche Geschichte, von den gleichen Faktoren beherrscht, durchlaufen hat.

¹⁾ BRÜCKNER: Die glazialen Züge im Antlitz der Alpen. Naturw. Wochenschr. 1909, S. 785; sowie in PENCK-BRÜCKNER l. c.

²⁾ MARTONNE: L'érosion glaciaire et la formation des Vallées Alpines. Annales de Géographie XIX und XX 1910/11.

³⁾ v. STAFF: Zur Morphogenie der Praeglaziallandschaft in den Westschweizer Alpen. Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges. 1912.

⁴⁾ ARGAND: La Doire Baltée en aval d'Aoste. Rev. de Géogr. ann. III. 1909.

⁵⁾ LUGEON: Recherches sur l'origine des vallées des Alpes occidentales. Ann. de Géogr. X 1901.

⁶⁾ PENCK-BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter.

Zweck dieser Arbeit ist es aber, gerade die allgemein auftretenden Züge festzustellen und zu einem einheitlichen Bilde zusammenzufügen. Nur auf Grund der Erkenntnis der hauptsächlichsten Züge des Landschaftsbildes im Ganzen wird sich auch die Entwicklung der Kleinformen in einem eng begrenzten Gebiet ableiten lassen. Mögen dabei auch manche speziellen Fälle, die in dieser Arbeit heranzuziehen sein werden, nicht exakt in bezug auf die Richtigkeit ihrer Deutung beweisbar sein, mögen sogar solche Fälle späterhin von speziellen Untersuchungen im einzelnen noch Modifikationen und Umdeutungen erfahren, so tritt doch der rote Faden stets sich wiederholender Gesetze zu deutlich aus der Masse des Details hervor, um im Prinzip anderer Deutung fähig zu sein, um also andere Grundzüge der Entwicklungsgeschichte der süddeutschen Schichtstufenlandschaft zuzulassen.

Zudem ist das zu untersuchende Gebiet ein recht großes und z. T. kompliziertes, ein Gebiet auch, von dem nach der hier verfolgten Methode bis jetzt nur der vorzüglich bearbeitete kleine Ausschnitt betrachtet wurde, den SCHEU zum Gegenstand seiner Untersuchungen gemacht hat, und auf den zurückzukommen noch mehrfach Gelegenheit sich ergeben wird.

Ich bin mir also wohl bewußt, daß die vorliegende Studie mehr einen ersten Versuch, als eine endgültig abgeschlossene Bearbeitung des Gebietes bedeutet.

So konnten z. B. auch hier wie in so vielen Gebieten, drei sich ablösende Erosionscyclen nachgewiesen werden, aber ihre scharfe geologische Altersbegrenzung mußte offen gelassen werden. In gleicher Weise konnte auch eine ganze Zahl anderer Probleme nur angedeutet oder angeschnitten werden, ohne Möglichkeit, sie auch bereits zu befriedigender Lösung zu führen, wie das der Text des öfteren zeigen wird.

Dennoch aber treten die morphogenetischen Grundzüge der Landschaft dem geschulten Auge bereits auf jeder guten Karte entgegen; ja, diese Arbeit soll gerade darauf hinweisen, wie weitgehend bereits die Karte Aufschluß nicht nur über das geographische Bild einer Gegend, sondern auch über ihren geologischen Bau und über die genetischen Wechselbeziehungen beider geben kann. Damit soll freilich durchaus nicht gesagt sein, daß selbst die beste Karte die eigene Anschauung des Geländes überflüssig machen könnte; im Gegenteil: der Begehung wird gerade die Lösung der Einzelfragen vorbehalten sein, ebenso wie auch die Vertiefung und Erweiterung der vorher schon gewonnen allgemeinen Gesichtspunkte.

Was die Untersuchungsmethode betrifft, so habe ich nach

Möglichkeit einen Mittelweg gewählt, der zwischen dem rein induktiven Vorgehen vieler, besonders älterer Autoren und dem rein deduktiven Schema der DAVIS'schen Methode liegt. Dieses hat er wohl am extremsten in solchen Arbeiten, wie etwa in seinen Studien über Flußterrassen¹⁾ oder über die Flüsse von New Jersey²⁾ zur Anwendung gebracht, indem er in einem Teil der Arbeit nur deduktiv-theoretisch ableitete, was zu erwarten sei, und in einem anderen erst prüfte, was davon auch tatsächlich in der Natur vorhanden ist.

Ich habe es dagegen für dieses Gebiet als vorteilhafter empfunden, Tatsache und Theorie, Induktion und Deduktion nicht derart scharf zu trennen und habe daher die deduktive Theorie stets sogleich mit den Beispielen belegt, welche zur Beurteilung in Frage standen. Ich glaubte so zu einem leichter verständlichen und vor allem natürlicheren, weniger theoretischen Gesamtbild zu kommen als auf dem rein mathematischen DAVIS'schen Wege. DAVIS selbst hat auch Arbeiten geschrieben, in denen er nicht nur die Berechtigung einer mehr gleichzeitigen Benutzung von Theorie und Vorkommen anerkennt, sondern sie auch selbst — wenn auch nur in geringem Maße — zur Anwendung bringt³⁾.

Jedenfalls glaubte ich so auf halb induktivem halb deduktivem Wege am besten die großen Leitlinien hervorheben zu können, welche die Theorie fordert, und welche tatsächlich die Landschaft auch enthält.

Gerade das Fehlen solcher allgemeinen Gesichtspunkte hatte aber die bisherigen, meistens spezielle, kleinere Gebiete behandelnden Arbeiten zur Unfruchtbarkeit für morphologische Zwecke verurteilt. Denn es ist wohl klar, daß Schlüsse, welche auf Untersuchungen in eng begrenztem Gebiet basieren und auf die weitere Umgebung keine Rücksicht nehmen, nur allzuleicht, bei ihrer Übertragung auf das Allgemeine zu Trugschlüssen führen, indem Lokales mit Allgemeinem, Allgemeines aber mit Lokalem verwechselt und zusammengeworfen wird. Es ist ja natürlich auf engem Gebiet auch oft kaum zu entscheiden, ob eine Erscheinung ihr Dasein nur einer lokalen Ursache verdankt, oder ob sie ohne weiteres in die Nachbar-

¹⁾ DAVIS: River Terraces in New England. Bull. Mus. of Comp. Zool. 1902. S. 281 ff.

²⁾ DAVIS: The Rivers of Northern New Jersey with notes on the classification of rivers in general. Nat. Geogr. Mag. 1890, II. S. 81 ff.

³⁾ DAVIS: The Seine, the Meuse and the Moselle. Nat. Geogr. Mag. 1896. VII. S. 189 ff. 228 ff.

gebiete übertragen werden darf. Viel leichter ist es da, von hoher Warte die Grundzüge der Landschaft zu überblicken, und von ihnen ausgehend zu sehen, wie sich das Kleine dem Großen einfügt.

Nur so ist es erklärlich, daß fast jeder Autor, der von seinem Spezialgebiet ausgehend, zu Allgemeinem überging, zu anderen Ansichten kam, als andere in ihrem Gebiete gewonnen hatten. Unmöglich aber wird es, all diese Einzelansichten zu einem harmonischen Ganzen zu verschmelzen. Diese Arbeit wird daher vielfach kritisch an die Ausführungen früherer Autoren herantreten müssen, um zu einem Schluß darüber zu kommen, welche Verhältnisse tatsächlich zwingendes Material enthalten bezüglich der Richtlinien in der Entwicklung der Landschaft.

Nur so ist es auch erklärlich, daß selbst so hervorragende Forscher wie vor allem KOKEN, dann auch DEFFNER, der ältere FRAAS, THÜRACH u. a. einst zur Annahme und langen Verteidigung einer weitgehenden, allgemeinen Vergletscherung der Alboberfläche und wenigstens zum Teil auch ihres nördlichen Vorlandes kommen konnten. Nichts derartiges ließ sich bisher sicher erweisen, und die hier und da als Moränen angesehenen Schottermassen haben sich vielfach als sicher nicht glazialer Entstehung herausgestellt¹⁾.

Eine derartige große Vergletscherung müßte nämlich notwendig auch die Morphologie des von ihr betroffenen Gebietes fundamental beeinflußt haben. Aber keinerlei Erscheinungen weisen auf eine Unterbrechung des normalen fluviatil-erosiven Cyclus jener Zeit hin. Im Gegenteil werden wir sehen, daß die heutige Hydrographie erst zur mittleren Eiszeit angelegt wurde, daß aber vorher das Entwässerungssystem der Donau allein das ganze Gebiet vielerorts bis mindestens zur Mainlinie beherrschte. Also erscheint es abgesehen von dem Mangel an positivem Beweismaterial auch rein theoretisch nicht recht wahrscheinlich oder möglich, daß die Gletscher von den Alpen her die Donau und Alb einst überschritten und sich nach Norden in die erodierte Triaslandschaft ergossen haben; denn deren Wasser im Verein mit den Schmelzwassern der Gletscher selbst müßten ja sonst ganz allgemein der Bewegungsrichtung der Eisdecke entgegengeflossen und unter dem Eise verschwunden und nach Süden abgeflossen sein. Daß aber auch keine weitgehende selbständige Vergletscherung der Alb stattgehabt hatte,

¹⁾ DAVIS: Physical Geography 1898, S. 191.

wurde ebenfalls von anderer Seite bereits dargelegt und findet wiederum in dem Mangel glazialer Formelemente auch morphologische Bestätigung.

Oder ein anderes Beispiel: In der Literatur ist vielfach die Ansicht vertreten, daß in früherer Zeit die heute stark entwickelte Erosionsrichtung des Rheinsystems bereits mächtig entfaltet war. Diese Zeit aber würde in den Teil des Glazials fallen, als nach unseren Ausführungen das Rheinsystem sich höchstens eben erst zu entwickeln begann. So läßt — wie wir sehen werden — gerade dann, als die Donau noch weitgehend die Hydrographie der Landschaft beherrschte, HAAG die Donau durch das Prim-Faulenbachtal nach Norden zum Neckar und zum Rhein abgelenkt werden, während THÜRACH den gleichen Vorgang für das viel weiter abwärts gelegene Wellheimer Trockental, Altmühltal zum Regnitz- und Maintal und auf diesem Umwege zum Rhein fordert.

PENCK aber schrieb in seiner Geographie des deutschen Reiches:¹⁾ „. . . Über die nur 80 m hohe Scheide zwischen den Quellen des Neckar und dem Gebiete der Donau scheinen sich die Wasser der letzteren in das Flußgebiet des Rheins ergossen zu haben. Wird noch hinzugenommen, daß während der Eiszeit . . . ein Ast der Donau sich wahrscheinlich quer durch den Jura bis in das fränkische Becken ergoß, so ergibt sich, daß die wechselseitigen Beziehungen, welche zwischen den Wässern von Donau und Rhein heute noch bestehen, . . . in der Vorzeit in gesteigertem Maße vorhanden waren.“

Neuerdings hat ja, wie noch zu besprechen sein wird, PENCK selbst die Annahme einer nach Norden durch das fränkische Becken abfließenden Donau fallen lassen. Diese Arbeit aber wird vor allem zu zeigen haben, daß ganz allgemein der Rhein mit seinen Nebenflüssen der jung eindringende Räuber war, während früher die Donau allein das ganze Gebiet beherrschte.

Für einen kleinen Teil unseres Gebietes hat neuerdings SCHEU²⁾ unter persönlicher Anregung von DAVIS mit dessen deduktiver Methode diese Fragen in mustergültiger Weise bearbeitet für Kocher und Jagst, zwei Nebenflüsse des Neckar. Wir werden sehen, daß viele Züge der Landschaft, welche diese morphologische Arbeit dort festlegen konnte, nicht nur auf das lokale Gebiet ihrer Herleitung sich beschränken, sondern in

¹⁾ PENCK: Das Deutsche Reich. 1887. S. 239.

²⁾ SCHEU: Zur Morphologie der schwäbisch-fränkischen Stufenlandschaft. Forsch. zur deutsch. Land und Volkskunde. Bd. XVIII. 1909. H. 4.

der Entwicklung der gesamten süddeutschen Schichtstufenlandschaft eine maßgebende Rolle spielen und allgemeine Gültigkeit besitzen.

Die Begrenzung unseres Gebietes und der sich daran knüpfenden Untersuchungen ist größtenteils eine natürliche und vielfach noch dadurch besonders begünstigt, daß andere morphologische Arbeiten an diesen Grenzen sich anschließen. Dies gilt vor allem für die Hochebene südlich der Donau, wie auch für die südlichen Teile der randlichen Urgebirgsstöcke im Westen und Osten, den südlichen Schwarzwald¹⁾ und den Böhmerwald²⁾. Wie im Süden die Donau also die natürliche Grenze zieht, so im Westen die Gebirgsstöcke des Schwarzwaldes und Odenwaldes, so im Osten die Züge des Böhmerwaldes und Fichtelgebirges. Etwas willkürlicher erscheint die Grenze nur im Norden, wo unsere Untersuchungen vielfach mit der Mainlinie abschließen, da es den Umfang dieser Arbeit zu sehr vergrößert hätte, auch dieses Flußsystem noch in den Rahmen unserer Untersuchungen einzubeziehen, wenn es auch eigentlich noch zum Gebiete der Triaslandschaft Süddeutschlands gehört. Dies muß einer späteren Untersuchung vorbehalten bleiben. Vornehmlich veranlaßte mich aber der Umstand dazu, meine Untersuchungen für diese Arbeit am Main abzuschließen, weil dieser und seine rechten Nebenflüsse durch den vielfachen Wechsel und die Verschmelzung morphologisch ungleichwertiger Elemente einige Komplikationen darbieten, welche das schematisch klare und einfache einheitliche Bild der Entwicklung des Flußsystems südlich des Mains nur zu verwischen drohen.

Tektonik und Morphologie: Die morphologischen Züge des so begrenzten Gebietes sind aber vor allem deshalb so klar und einfach zu deuten, weil hier die Tektonik des Untergrundes eine überaus einfache ist. Die Trias-Juraplatte des Beckens lagert seit ihrer Bildung im wesentlichen ungestört. Erst im Miocän wurde durch die Alpenfaltung auch hier die Schichtstellung beeinflußt, indem mit und nach der leichten südöstlichen Neigung der Schichten schließlich auch der Donauabbruch entstand. Im übrigen erscheint es durchaus möglich, daß die ersten Verbiegungen der Platte vielleicht nicht unwesentlich älter sind als der Bruchrand.

Der Donauabbruch tritt als nördliche Begrenzung der bayrischen Hochebene orographisch scharf als Bruchrand her-

¹⁾ v. HUENE: Eine orographische Studie am Knie des Rheines. Geograph. Zeitschr. VII. 1901.

²⁾ v. STAFF: l. c.

vor. Wenn man auch lange und selbst heute noch nicht gänzlich sichere Daten über die Sprunghöhe der Verwerfung hatte, so war die Tatsache einer Verwerfung von nicht unbeträchtlichem Ausmaß doch längst als feststehend anerkannt worden¹⁾. Erst REGELMANN²⁾ äußerte Bedenken hierüber und kam zu der Ansicht, daß es sich hier lediglich um eine Flexur handele. Dementsprechend finden wir auch in den zahlreichen Auflagen



Fig. 1.

Übersichtskartenskizze des behandelten Gebietes.

der so vorzüglichen geologischen Übersichtskarte von Württemberg und Baden usw. keinen Bruchrand eingetragen³⁾. Die

¹⁾ Z. B. BRANCA: Schwabens 125 Vulkan-Embryonen Jahresh. d. Ver. f. vaterländ. Naturk. i. Württemb. 1894/95.

²⁾ REGELMANN u. a.: Die wichtigsten Strukturlinien im geologischen Aufbau Südwestdeutschlands sowie die Erläuterungen zu den div. Auflagen der geol. Übersichtskarte bis 1910. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1905, S. 299. — Gibt es einen Abbruch der Juratafel am Donautalrand bei Ulm? Ber. üb. d. Versamml. d. oberrh. geol. Ver. 1908. — Ein Abschiedswort an das vindelizische Gebirge. Ber. üb. d. Versamml. d. oberrhein. geol. Vers. 1909. — Zur Tektonik der schwäbischen Alb. Centr.-Bl. f. Min. usw. 1910, S. 307.

³⁾ Geol. Übersichtskarte von Württemberg, Baden usw. 1:600 000.

REGELMANN'SCHEN Gründe zugunsten seiner Annahme erweisen sich jedoch als nicht stichhaltig, wie das früher schon FRAAS¹⁾, KRANZ²⁾ soeben auch BRANCA³⁾ von theoretischem Gesichtspunkte aus urteilend, ausgesprochen haben und wie das die Ergebnisse neuer Tiefbohrungen⁴⁾ vor dem Albrande nun zur Evidenz bewiesen haben.

REGELMANN hatte das Fallen der Schichten, weil es auf der Alb nirgends direkt meßbar ist, berechnet. Da es sich aber bei den Berechnungen überhaupt nur um Schichtneigungen handelt, welche 3° nicht erreichen, meist aber nur 1° wenig überschreiten, und zudem die Grundlagen seiner Berechnung nicht anerkannt werden können, so sind dieselben für diese Fragen ziemlich wertlos. Denn naturgemäß stellen bei der verschiedenen Zusammensetzung der größtenteils massigen δ und ε -Kalke die heutigen topographischen Höhenlinien das Resultat der Denudation dar, nicht aber ursprüngliche Lagerungsflächen; denn einmal müssen härtere Schichtteile länger der Abtragung widerstehen als weichere, müssen also relativ höher, wenn auch je nach ihrer Härte verschieden hoch erhalten worden sein, dann aber waren auch schon ursprünglich die δ und ε -Kalke in verschiedener Mächtigkeit abgelagert worden. Zum dritten wäre es aber ebenso ungenau, die Auflagerung des Tertiärs, wie FRAAS⁷⁾ das zugeben will, als Schichtfuge zur Messung des Fallens zu verwenden, denn es darf nicht übersehen werden, daß das Land vom oberen Jura an Festland gewesen und stark eingeebnet worden war. REGELMANN selbst hat ja diese Fläche nicht als primäre Schichtfläche sondern als Abrasionsfläche anerkannt⁵⁾. Eine ausgereifte Peneplain erhält aber nicht ursprüngliche Höhenunterschiede, sondern ist bestrebt sie auszugleichen und ohne Rücksicht auf Streichen und Fallen in eine tiefere Horizontalebene einzustellen.

Naturgemäß ist daher auch die Zoneneinteilung der Albplatte durch REGELMANN noch recht problematischer Natur,

1.—8. Aufl., bearbeitet von REGELMANN. Herausgeg. vom kgl. württ. statist. Landesamt.

¹⁾ FRAAS: Donaubruchlinie und Vorries. Ber. üb. d. Versammlg. d. oberrhein. geol. Ver. 1910. II. S. 77.

²⁾ KRANZ: Weitere Bemerkungen zur geologischen Übersichtskarte Südwestdeutschlands. Centr.-Bl. f. Min. usw. 1910, S. 82.

³⁾ BRANCA: Beleuchtung der abermaligen Angriffe W. KRANZ' in der Spaltenfrage der Vulkanembryonen des Uracher Gebietes. Centr.-Bl. f. Min. usw. 1911, S. 364/65.

⁴⁾ E. FRAAS: Die Tertiärbildungen am Albrand in der Ulmer Gegend. Jahrb. H. d. Ver. f. vaterl. Nat.-Kunde in Württ. 1911, S. 535.

⁵⁾ REGELMANN: Zur Tektonik der schwäbischen Alb. Ber. d. oberrhein. geol. Ver. 1911, S. 29.

keinesfalls aber bewiesen; ihr wird auch in FRAAS' neuer Arbeit bereits widersprochen¹⁾).

REGELMANN selbst ist auch durch die neuen Bohrungen noch nicht veranlaßt worden seine persönliche Ansicht vom Fehlen eines südlichen Alabbbruchrandes fallen zu lassen, wie aus seinen Erläuterungen zur eben erschienenen neuesten Auflage der geologischen Übersichtskarte²⁾ hervorgeht. Er glaubt die nun tatsächlich festgestellten Verhältnisse immer noch durch eine Strandverschiebung erklären zu können. Ich selbst kann zu keiner genauen Vorstellung des Gedankenganges kommen, dem REGELMANN hier folgt; jedenfalls müßte er seine Andeutung erst ausführen, und bei ihrer Eigenart vor allem auch weitgehend begründen, ehe man sich ihr anschließen kann. Immerhin ist es hochofreulich, daß doch REGELMANN jetzt wenigstens die Möglichkeit des Bestehens eines Bruchrandes anerkennt, indem er in seiner Karte tatsächlich eine Verwerfung erstmals eingetragen hat.²⁾

Auf dem Albkörper selbst fehlen große, nachweisbare tektonische Spalten fast vollkommen. Nicht so aber in seinem nördlichen Vorlande. Dort sind sie zahlreich, man weiß aber nicht, ob sie auch tatsächlich in den Albkörper eindringen. Ihrem Alter nach sind sie wohl größtenteils als miocän anzusehen, entstanden mit bezw. im Anschluß an das Einbrechen der Neckarniederung zwischen Schwarzwald und Alb. Dabei mag hier die „Horst“³⁾ oder „Halbhorst“⁴⁾-natur des ersteren außer Betracht bleiben. Zahlreich und sicher festgestellt sind aber auch starke Niveauänderungen zur älteren Diluvialzeit, wie solche auch gleichzeitig in den Alpen sich bemerkbar machten. KOKEN stellte für das Albvorland Sprunghöhen bis zu 80 m fest⁵⁾. Das ganze Albvorland wurde während des älteren Diluviums gesenkt, bezw. seine Umgebung gehoben⁶⁾.

Außer Brüchen sind aber verschiedentlich auch leichte Aufwölbungen der Schichten vorgekommen. Die bedeutsamste dürfte die sein, welche in der Richtung Dörzbach-Künzelsau streichend, die großen Bögen von Kocher und Jagst verursacht hat, und in deren sonst weithin an den oberen bis mittleren

¹⁾ FRAAS: a. a. O. S. 540.

²⁾ REGELMANN: Geol. Übersichtskarte v. Württ. usw. nebst Erläuterungen. 8. Aufl. 1911.

³⁾ SUSS: Das Antlitz der Erde. I. 1885, S. 257 u. a.

⁴⁾ ECK: Bemerkungen über geognostische Profile längs württembergischer Eisenbahnen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1891.

⁵⁾ KOKEN: Geolog. Spezialkarte d. Umgebung von Kochendorf.

⁶⁾ H. RECK: Über positive und negative Krustenbewegungen in Südwestdeutschland. Jahr.-H. des Ver. f. vaterl. Natk. im Württemb. 1912.

Muschelkalk gebundenen Betten stellenweise die untersten Muschelkalkhorizonte zutage treten läßt¹⁾. Auch weiter im Osten wird späterhin noch eine geringe Aufsattelung, die sich aus rein morphologischen Gründen ergibt, zu nennen sein.

Im Osten endlich ist der Jura von dem Urgebirge durch eine breite von Regensburg bis über den Mainlauf hinübersetzende Dislokationszone getrennt. Auch hier ist der Jura im allgemeinen leicht gegen SO geneigt, stellenweise im Streichen flach eingemuldet. Trias und Jura aber sind an großen Dislokationslinien treppenförmig vom Urgebirge abgesunken, bzw. hat letzteres sich über das Vorland erhoben. Diese Zone gab Anlaß zur Ausbildung starker subsequenter Flüsse. Sie scheint sehr alt zu sein und gleich wie in anderen Mittelgebirgen mindestens bereits zur Kreidezeit angelegt und durch die Bewegungen des Tertiärs nur wieder verjüngt ins Leben gerufen worden zu sein.

Die in der Literatur so häufig anzutreffende Verknüpfung von Flußrichtungen und tektonischen Richtlinien macht es notwendig, auf deren Berechtigung kurz einzugehen, da auch in der neuesten Literatur noch immer ihr unbedingter Zusammenhang in zeitlich unbegrenzter Folge oftmals gefordert wird und daraus mancherlei Irrtümer entstehen.

Wir haben gesehen, daß unser Gebiet tektonisch wenig gestört ist, daß die bekannten Brüche aber größtenteils tertiär bis diluvial sind. Diese Brüche ordnen sich nach dem varistischen, (erzgebirgischen), hercynischen und alpinen System. Da aber jedes dieser Systeme nicht eine scharf ausgesprochene Richtung verfolgt und durch einen ganz bestimmten Winkel im Verhältnis zum anderen charakterisiert ist, sondern diesen Richtlinien recht weiten Spielraum läßt, so gibt es überhaupt keine Linie oder Spalte, welche nicht notwendig einem dieser Systeme angehören müßte. Da aber alle größeren Spaltensysteme, welche einer Hauptrichtung folgen, auch Quersprünge und einzelne aus der Hauptrichtung abweichende Spalten aufweisen, so werden also schon aus diesem Grunde bei dem Ineinandergreifen von drei Systemen nicht notwendig alle nachweisbaren tektonischen Linien in ursächlichem Zusammenhang mit dem Spaltensystem stehen, dessen Namen sie in folge ihrer Richtung tragen.

¹⁾ Vgl. auch E. FRAAS: Die geologischen Verhältnisse vom Taubertal und Bad Mergentheim. (Jahr. H. d. württemb. Ver. S. LIV), wonach infolge geringer nach Süden hin sich verlierender Aufsattelung im Umpfertal bei Schweigern (245 m), im Jagsttal bei Krautheim (229,3 m), im Taubertal bei Ingelfingen (215,8 m), mitten im Muschelkalkgebiet Buntsandstein in der Talsohle erscheint.

Noch bedenklicher aber werden Schlußfolgerungen, welche einfach aus einer Richtung an der Erdoberfläche ohne weiteres einen genetischen Zusammenhang dieser Richtung mit dem tektonischen Untergrundbau ableiten. Was man lange unangefochten in dieser Beziehung bei den Vulkanen tat, das tut man auch bei den Flüssen. Man erhob das Vorhandensein der Spalte — wenigstens im Untergrund — zum Dogma und schloß dann aus dem Vorhandensein und der Richtung eines Flusses auf diese, selbst wenn keine Spur von Spaltenbildung an der Oberfläche zu erkennen ist.

So schreibt denn REGELMANN z. B.¹⁾ die verschiedenen Knicke von Main, Tauber, Jagst und Kocher tatsächlich der Tektonik des Untergrundes zu: „Viele Strecken weisen auf den hier vorherrschenden Einfluß des hercynischen System hin; so die Strecken Ochsenfurt-Würzburg, Mergentheim-Wertheim und Langenburg-Dörzbach; sowie in der Abflußrichtung von Altmühl, Rezat und Bibart. Der alpine Einfluß spielt aber auch noch deutlich herein in der WO gerichteten Mainstrecke bei Ochsenfurt, im Taubergrund ostwärts von Mergentheim, im Umbiegen der Jagst bei Dörzbach und im Verlauf der SN streichenden Gipfelhöhen der Frankenhöhe und des Steigerwaldes.“

Hier soll also die Tektonik des Untergrundes auch noch Berg und Tal in verschiedener Weise beeinflußt haben, indem bei ersterem die NS-Entfaltung, bei letzterem die OW-Entwicklung bevorzugt wurde.

Aber nicht nur dies. Hercynische und varistische Strukturlinien gehören in ihrer Anlage bereits dem Paläozoikum an. Gerade unser Gebiet aber gehörte im Laufe seiner geologischen Entwicklung vielfach langandauernden Festlandsperioden an, welche Erosionscyclen schaffen und reifen lassen mußten. Entsprechend sind auch alte, weitgehend ausgereifte Einebnungsflächen längst bekannt. Die Struktur des Untergrundes, deren Einfluß auf die Oberflächengestaltung der Erde bekanntlich gänzlich aufhört, wenn ein erosiver Cyclus seinem Endstadium nahe ist, indem dieser dann eben alles ohne Rücksicht auf Härte und Weichheit mehr oder minder nivelliert hat (Peneplain), hätte sich also nicht nur von einem Cyclus zum anderen vererben, sondern hätte auch nach langen Meeresüberflutungen stets erneut sofort wieder auftauchen müssen.

Ein solches Verhalten ist theoretisch ebenso unwahrscheinlich, wie es auch den bisherigen Erfahrungen widerspricht. Wohl müssen die Hauptzüge alter Tektonik in späteren Zeiten

¹⁾ REGELMANN: Erläuterungen usw. 1911, S.46.

wiederbelebt erscheinen, wenn im Laufe der Zerschneidung einer altübernommenen Peneplain der junge Cyclus aufs neue die Unterschiede von hart und weich aus der alten Landtafel heraus modelliert. Aber dies wird in verschiedener Schnelligkeit und in verschiedenem Stadium des neuen Cyclus geschehen, in keinem Fall aber in seinen ersten Jugendstadien. Die Schnelligkeit des Wiederhervortretens der alten Strukturelemente wird einmal in hohem Grade abhängig sein von der Stärke und von der Richtung, in der die neue Hebung geschah. Eine starke Hebung wird die Flüsse zu stärkerer Kraftentfaltung erwecken als eine schwache. Die Niveaudifferenzen, die in Süddeutschland die alte Peneplain betrafen, waren aber durchweg nur gering. Sie überschritten wenige hundert Meter sicher nicht. Auch die Richtung der neuen Hebung ist von Bedeutung, indem eine Schiefstellung der Tafel im Sinne der alten größtenteils indifferent gewordenen Entwässerung einfach die Übernahme derselben zu weiterem Ausbau durch den neuen Cyclus gestattet, so daß die neuen Flüsse als antecedente Flüsse vielfach mit der primären konsequenten Richtungstendenz des alten Cyclus übereinstimmen. Erfolgte aber eine Hebung schräg oder entgegengesetzt zur früheren Entfaltung des Flußnetzes, so werden vom neuen Cyclus zunächst weitgehende Adaptionen und Neubildungen konsequenter Flußtäler vorzunehmen sein, ehe die Denudation zur feineren Modellierung der alten verborgenen harten und weichen Strukturelemente weiterschreiten kann. Die nötige Konsequenz aus diesen Betrachtungen aber ist, daß in keinem Falle das erste Jugendstadium eines Flusses bereits die alten Strukturformen wieder aufleben lassen kann, sondern daß ebenso, wie in einem ersten Cyclus die Bildung der konsequenten Täler vor dem Ausbau der subsequenten stattfindet, hierzu bereits eine gewisse Reife des Cyclus vorhanden sein muß. Diese aber hat wiederum lange Zeiten der tektonischen Ruhe des Erosionsgebietes zur Voraussetzung, da ja jede dazwischentretende neue Hebung oder Senkung den Cyclus erneut, und somit wieder verjüngt. In Süddeutschland aber lösten sich seit dem mittleren Tertiär nicht weniger als drei deutliche Erosionscyclen ab, so daß es wohl als sicher gelten kann, daß seit dem mitteltertiären Cyclus keiner selbständig sich mehr vollständig entwickeln konnte. Auch heute ist ja das Erosions-Stadium, in dem sich die Landschaft befindet, ein durchaus jugendliches zu nennen — wie sich aus folgendem noch ergeben wird. — Aber andererseits darf auch nicht vergessen werden, daß gerade in unserem Gebiete, die einzelnen ineinandergreifenden Donaucyclen stets zur gleichen Erosionsbasis neu belebt wurden, so

daß sich ihre Arbeitsleistungen, um so mehr als sie schon in jugendkräftigem Erosionsstadium gleichsinnig neu verstärkt wurden, zu gemeinsamer Endsumme addieren.

Wichtig ist aber jedenfalls diesbezüglich die Feststellung, daß der junge *Cyclus* zunächst selbständig seine Formen schaffen muß.

Betrachten wir mit dieser Erkenntnis im Auge die Karte der heutigen jungerosiven Landschaft, so kann es nicht wunder nehmen, wenn zunächst meistens nicht einmal die jungen, als Verwerfungslinien eingetragenen Spalten die Richtung der Flußläufe beeinflussen, diese vielmehr gewöhnlich ihren Lauf so fortsetzen, als ob eine Spalte gar nicht vorhanden wäre, wenn aber trotzdem bereits ein wohlentwickeltes System konsequenter, subsequenter, obsequenter und resequenter Flüsse die Landschaft entwässert.

Freilich kann indirekt eine Spalte, wenn sie mit einer Verwerfung verknüpft ist, trotzdem den Fluß in seiner Tätigkeit und seiner Richtung sehr wohl beeinflussen, indem ein Landgebiet, durch das der Fluß zieht, seine Höhenlage ändert und dadurch in einen neuen *Cyclus* der Erosion tritt. Aber die Spalte als solche ist für den Fluß in weitaus den meisten Fällen irrelevant. Dabei sehe ich naturgemäß ab von offenen klaffenden Spalten und von den Erscheinungen der Karstgebiete, deren subterrane Erosion eigenen Gesetzen folgt¹⁾.

Als Beispiel wähle ich nur das Verhalten der großen Subsequenz-Zone, welche das Fichtelgebirge von dem Frankenjura trennt. Die großen Randverwerfungsspalten sind im Streichen meistens flußfrei; im Gegenteil haben viele Flüsse, welche heute nach Westen durch die Alb fließen, ihren Ursprung hier im älteren Gestein der Subsequenz-Zone und setzen ohne irgend welche wesentliche Ablenkung quer über die Randspalten fort; sind also echte Durchbruchflüsse. Aber andererseits ist der Parallelismus der Randspalten mit großen Wasseradern unverkennbar; aber nicht an die Spalten, sondern an die an den Spalten verschobenen Gesteinsschichten sind die Flüsse gebunden, welche sich im Streichen der Schichtköpfe, an der Grenze von hart und weich entwickelt haben.

So tritt aufs Klarste einerseits die Unabhängigkeit des erosiven *Cyclus* von den tektonischen Linien eines Gebietes vor Augen, während andererseits seine Gebundenheit an den petrographischen Habitus der Gesteine seines Bereiches ebenso auffallend ist. Dieses Abhängigkeitsverhältnis entwickelt sich

¹⁾ Vergl. z. B. GRUND: Die Karsthydrographie. Geogr. Abh. 1903.

während der Jugendzeit und schafft dabei den Formenschatz, der mit der erreichten Reife des Flußgebietes seine weitestgehende Anpassung an die stratigraphischen Horizonte und damit die größte Formenfülle des Landschaftsgebietes erreicht, um schließlich mit zunehmendem Alter an markanter Ausprägung wieder mehr und mehr abzunehmen. Dann nähert sich die Landschaft dem praktischen Endziel ihrer Entwicklung, der Peneplain in immer mehr verlangsamtem Tempo immer weiter.

Mit anderen Worten kurz zusammengefaßt: In einem Erosionscyclus muß notwendig nach einem Jugendstadium, welches die Formenfülle der Landschaft entwickelt, die Frühreife kommen, welche sie zur höchsten Entfaltung bringt, während das späte Reifestadium den sanften Mittelgebirgscharakter der Landschaft bedingt und diesem ein allmähliches Greisenhaftwerden der Landschaft folgt. Auf die Talbildung also folgt die Zertalung und dieser die Abräumung¹⁾. Die primäre Hauptentfaltung konsequenter Flüsse wird überwuchert von den schneller arbeitenden subsequenten Flüssen, die später nach der Entfernung der entgegenstehenden Hindernisse allmählich wieder zu seniler Konsequenz zurückkehren. In diesem Stadium aber zielt keine reiche Formenfülle mehr die ausgeräumte Landschaft; in den flachen breiten Talmulden, welche der Peneplain und damit in ihrer Höhenlage dem unteren Denudationsniveau der idealen, theoretischen baselevelplain sich nähern, mäandrieren frei die Flüsse, und höchstens in den basisfernten Teilen erheben sich noch besonders resistente Gesteinspartien als monadnocks oder Härtlinge²⁾ über die allgemeine Einebnungsfläche. In diesem Stadium aber hat die Tätigkeit der Erosion fast ihr Ende erreicht, die Unterschiede von hart und weich sind endgültig beseitigt, ohne Rücksicht auf die Unterlage, also auch ohne Rücksicht auf die Tektonik streben die Flüsse auf der nur schwach geneigten Ebene der Erosionsbasis zu. Ein dieser Peneplainlandschaft nahes Stadium muß unser Gebiet in miocäner Zeit bereits einmal erreicht haben.

Eine neu einsetzende jungtertiäre Hebung unseres Gebietes verjüngte sofort auch die Flüsse. Die freien Mäander wurden zu Zwangsmäandern eingesenkt, die alte indifferent gewordene Entwässerung wurde übernommen, und dann nach der Richtung der Hebung, in bezug auf die neue Erosionsbasis ausgebaut, in genau derselben Weise wie im vorangehenden

¹⁾ LöWL: Geologie S. 280.

²⁾ SPETHMANN: Härtling für Monadnock. Centr. Bl. f. Min. usw. 1908, S. 746.

Cyclus. Dies war für die Flüsse des Gebietes um so leichter, als es sich zweifellos nur um relativ geringe, im wesentlichen gleichsinnig zu dem bereits älteren Schichtgefälle gerichtete Hebungen handelte, welche die senil konsequenten Flüsse wieder zu normal konsequenten Flüssen belebten, welche also einfach „wieder belebte,“ „antezedente“ Flüsse darstellen. Dem Zerschneiden der alten Peneplain aber folgte auch wieder eine Anpassung an die stratigraphisch vorgezeichneten Härte- und Weichheitszonen des Gebietes, die heute ja in markantester Weise im Karten- wie im Landschaftsbilde zutage tritt.

Tektonische Spalten selbst aber beeinflussen das Bild nicht stärker als sie es in früheren Cyclen getan haben. Der Regen, der über den Pfahl weg aus dem Böhmerwald kommend, das Bodenwöhrer Becken durchquert und abermals in das kristalline Gebirge eintritt, ist dafür ein klassisches Beispiel.

Unmöglich aber kann nach diesen Ausführungen die alte Tektonik eines eingeebneten Gebietes, dessen Einebnungsfläche dann vom Meere überspült wurde und mächtigen Sedimentabsätzen zur Unterlage dient, sich in der Entwicklung eines jugendlichen Flußsystems kundtun, das sich im Anschluß an eine spätere Hebung entfaltet, wie dies in Süddeutschland der Fall ist, solange noch Reste der jüngeren Sedimentbedeckungen in zusammenhängenden Komplexen vorhanden sind.

Die ursprünglichen Flüsse dieser jüngeren Sedimenttafeln werden sich zunächst ausschließlich an die Strukturelemente dieser anzupassen haben. Und selbst wenn diese zerschnitten sind und der alte Untergrund freigelegt wird, werden die Erosionsrelikte der Tafeln allenthalben die Anpassung dieser der alten Landschaft zunächst ohne jede Rücksicht auf ihre Struktur aufgelegten (superimposed) Flüsse verhindern, solange sie vorhanden sind. Erst nach ihrer Zerstörung könnte die Adaptierung dieser Flüsse an die Struktur des nunmehr als neu gebotenen Untergrundes einsetzen, wenn das Ausmaß der Hebung ein genügendes war.

Die Annahme eines früheren Auflebens alter Anpassungsrichtungen, wäre nur in dem einen Fall in dem oben ausgeführten Sinne berechtigt, wenn in bezug auf die jüngere Sedimentdecke zuerst genau die alte Tektonik aufleben würde, welche die jungen Sedimente gleichsinnig den früheren Bruch- und Faltungslinien verschieben müßte. Die tektonische Beeinflussung unseres Gebietes ist aber im allgemeinen eine sehr geringe; also wird es auch nur eine geringe Beeinflussung der Flüsse durch die Tektonik geben, zumal deren Einfluß,

wie das Kartenbild zeigt, nicht an die Spalten als solche, sondern an die durch dieselben hervorgerufenen Verschiebungen der Schichten gebunden ist. Vor allem aber folgen ja die jungen Störungen ihrer eigenen, alpinen Richtung, welche die älteren Spaltensysteme durchquert.

Da aber auch die Triassedimente heute noch als weite Tafeln den alten tektonisch gestörten Untergrund verhüllen, so können wir also im allgemeinen nicht die Tektonik des Untergrundes, am allerwenigsten aber die paläozoische, in den Flußläufen der heutigen Landschaft widergespiegelt erwarten. Dies erhellt um so besser, als es sehr wohl möglich ist, die heutige Hydrographie vollkommen auf Grund jüngerer Vorgänge morphologischer Art einheitlich zu erklären.

Damit soll aber, wie ich nochmals betonen möchte, nur der direkte Einfluß der Tektonik, soweit er sich vornehmlich in Spaltenbildung zu erkennen gibt, für unser Gebiet im allgemeinen in Abrede gestellt werden. Das gleiche gilt natürlich auch für andere Landschaften, soweit sie prinzipiell gleichartigen Aufbau haben. Wo aber ohne zwischengelagerte jüngere Sedimente eine subaerische Einebnungsfläche auf altem Gebirge sich einstellt, ist eine Beeinflussung in dem oben angeführten Sinne meist sehr wohl zu erkennen. In unserem Gebiete aber wäre dies erst zu erwarten, wenn eine jung belebte Tektonik das selbe im Sinne der älteren stark verworfen, oder aber die Erosion die jüngeren Sedimente bereits entfernt hätte und nun auf der alten „Transgressionsfläche“ weiterarbeiten würde.

Damit soll aber auch keineswegs gesagt sein, daß es keine Flüsse gibt, die einer Spalte folgen. Wo eine Spalte im Sinne der mechanischen Tendenzen eines Flusses läuft, wird sie sein Einschneiden in vielen Fällen wohl erleichtern und beschleunigen können. Dann erscheint der Fluß an die Spalte gebunden. Dies ist also sehr wohl eine Möglichkeit, dies mag sogar gelegentlich Anwesenheit und Richtung eines Flusses, den die normale Entwicklung des Flußnetzes nicht zu erklären vermag, deuten lassen, es ist aber keineswegs die *conditio sine qua non*, die Grundbedingung für die Entwicklung eines harmonischen Oberflächenbildes durch die Flüsse.

Das Zurücktreten tektonischer Faktoren vor rein morphologischen Elementen ist bezeichnend für unser Gebiet.

Deduktives Schema und Nomenklatur. Die Gestalt seiner Oberfläche werden wir nach einem einfachen Schema sich entwickeln sehen, das ich hier einleitend kurz skizziere, um es dann im folgenden auf die Einzelfälle in der Natur ohne

weiteres übertragen zu können. Dabei wird auch zugleich die Nomenklatur anzugeben sein, deren ich mich im Text bediene, da sonst bei den noch so wenig allgemein angenommenen Bezeichnungen leicht Mißverständnisse unterlaufen könnten.

Nehmen wir als Ausgangspunkt unserer Betrachtungen eine Peneplain an, die in der Richtung nach Süd abgebogen wurde. An diesen Vorgang knüpft sich zunächst die Entstehung konsequenter Flüsse (Folgeflüsse PENCKS), welche der Abdachung des Geländes folgend, auf kürzestem Wege der Erosionsbasis im Süden zustreben. Geschah die Hebung gleichsinnig mit der bereits früheren Abdachung des Geländes, so wird der größte Teil der jungen konsequenten Stammflüsse von der alten Landschaft übernommen, also antezedent sein.

Bei sehr schwacher Neigung des Geländes mag die Richtung manchen Flusses auch durch die Bewirkung unerkannter lokaler Verhältnisse eine beliebige, selbständige erscheinen. Solche zufälligen Flüsse, die nicht häufig sind und meist nur in Gebieten fast horizontaler Schichtlagerung auftreten, hat DAVIS insequent genannt.

Beim Kreuzen der Schichten bieten die austreichenden Schichtfugen besonders da, wo sie harte und weiche Gesteine trennen, die besten Angriffspunkte für das rasche Ein- und Rückschneiden von Nebenflüssen, welche an das Schichtstreichen gebunden, also subsequent (Unterfolgeflüsse PENCKS) sind. Der stärkste Konsequenzfluß wird auch die stärksten Subsequenzflüsse entstehen lassen, so daß diese im Laufe der Zeit benachbarte Konsequenzflüsse abzapfen und ihrem System einverleiben.

Der Unterlauf des so geköpften alten Konsequenzflusses hat nun plötzlich seine Quelle inmitten eines breiten Tales, da dies Tal ja früher eine Strecke des Laufes seiner gesamten Wassermasse war. Von dem Ränder aus aber schiebt oft ein kleiner Fluß die Talwasserscheide immer weiter von der Anzapfungsstelle nach rückwärts unter gleichzeitiger Entwicklung eines obsequenten Flusses. Solche Flüsse sind also Renegaten mit inverser, der ursprünglichen diametral entgegengesetzten Richtung. Daher hatte DAVIS sie auch ursprünglich „inverted rivers“ genannt¹⁾, diesen Namen dann aber in „obsequent rivers“ umgewandelt²⁾. Obsequente Flüsse sind daher ganz allgemein dem Schichtgefälle entgegengesetzte Flüsse. Sie sind also a priori an subsequente Zonen gebunden, entspringen stets

¹⁾ DAVIS: The rivers and valleys of Pennsylvania. Nat. geogr. Mag. 1889. S. 183 ff.

²⁾ DAVIS: The geographical Journal. 1895.

von dem Steilhang, der Stirne der ausstreichenden Schicht, und sind daher im allgemeinen klein und unbedeutend¹⁾. Die Flüsse der Stufenlehne dagegen heißen *resequent*²⁾.

Ein junger subsequenter Rüber wird also regelmäßig sowohl von der einen Seite, der Hanglehne, *resequente* als auch von der anderen, der Steilstufe her, *obsequente* Nebenflüsse entwickeln. Diesen dient er als lokale Erosionsbasis. (Oberes Denudationsniveau).

Aber hier genügt das System der DAVIS'schen Nomenklatur offenbar nicht ganz, um genetisch Verschiedenes auseinander zu halten. Denn es haben doch die zur Subsequenzzone sekundär konsequenten, kleinen *obsequenten* und *resequenten* Zuflüsse eine ganz andere morphogenetische Bedeutung, als das angeführte Beispiel eines zur selben Erosionsbasis abgezapften inversen Renegaten. Ich glaube daher, daß es doch gut sein wird, den ursprünglichen DAVIS'schen Benennungsvorschlag für diese Gruppe von Flüssen beizubehalten, um sie so mit einem Wort völlig zu charakterisieren. Ich nenne solche Flüsse daher *invers-obsequent*, wobei jedoch zu betonen ist, daß diese beiden Ausdrücke nicht etwa sich einander subordinieren, sondern vollwertige Gültigkeit nebeneinander besitzen, da die Flüsse *invers* und *obsequent* sind.

Diese Benennungen beziehen sich alle auf einen und denselben *Cyclus* in Abhängigkeit von derselben Basis. Nun tritt aber sehr häufig der Fall ein, daß genetische Beziehungen alter Flüsse zu einem neuen *Cyclus* oder auch Beziehungen zweier gleichalteriger, benachbarter *Cyklen* im Gebiet des Wasserscheidendampfes zum Ausdruck gebracht werden sollen. Dies ist einfach für den Fall, daß die Erosionsbasis ihre Lage beibehält, da hiervon die Benennungen nicht betroffen werden. Es erfordert aber eine besondere Bezeichnung, sobald die Erosionsbasis mit dem Beginn eines neuen *Cyclus* wechselt, wie dies ja auch in Süddeutschland zur Diluvialzeit der Fall war. Keine Schwierigkeiten bietet dies Verhalten da, wo der neue *Cyclus* seine Flüsse selbständig schafft. Wenn aber seine Basis, wie in Schwaben, der alten Erosionsbasis fast diametral gegenübersteht, so wird er vielfach größtenteils einfach das fertige Flußnetz des alten *Cyclus* übernehmen, und die antezedenten Täler lediglich in ihrem Gefälle umkehren. All diese Fälle lassen sich ohne weiteres in allen ihren Beziehungen

¹⁾ DAVIS: The geographical Cycle. Geogr. Journ. 1899. S. 481 ff.

²⁾ DAVIS und BRAUN: Grundzüge der Physiogeographie. Leipzig 1911. S. 128. Weniger klar scheint die Anwendung des Namens bei den angenommenen Strukturverhältnissen auf S. 152.

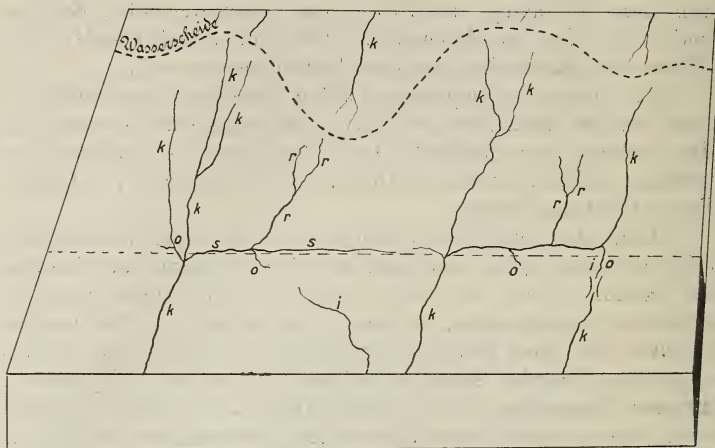


Fig. 2.

Schematisches Beispiel der normalen Entwässerung einer Schichtstufenlandschaft (H. RECK).

k = konsequent	r = resequent
s = subsequent	i = insequent
o = obsequent	io = invers obsequent.

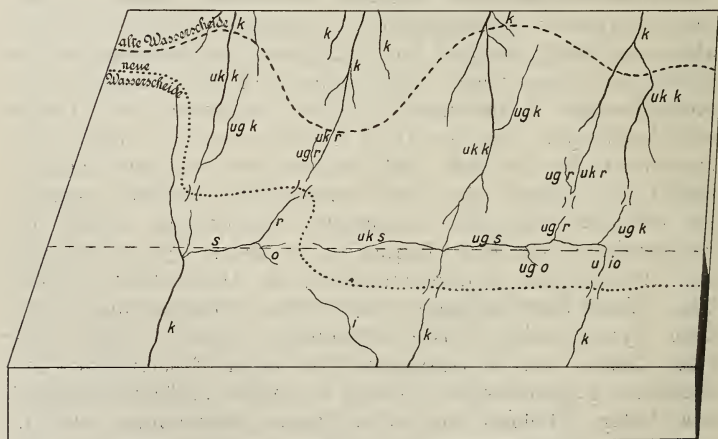


Fig. 3.

Dieselbe Landschaft nach weitgehender Veränderung ihrer Hydrographie durch ein fremdes, räuberisch eindringendes Flußsystem schematisch dargestellt (H. RECK).

Stammzeichen wie oben
 uk = umgekehrt ug = umgelenkt.

charakterisieren, sobald man den gewöhnlichen Bezeichnungen das Wort „umgekehrt“ hinzufügt. Dieses bringt dann die Beziehung zum jüngeren bzw. raubenden Cyclus sofort zum Ausdruck. Aber wiederum ist das Wort umgekehrt nicht etwa als Erläuterung der noch folgenden Benennung, sondern als eine ihr koordinierte, gleichwertige Bezeichnung aufzufassen.

So wird ein bereits konsequentes Tal des alten Cyclus zum umgekehrt konsequenten, wenn ein Quellast der neuen Erosionsbasis langsam seine Quelle am Talgrund zurückschiebt, so daß in langsam aber stetig wechselnder Lage immer eine Talwasserscheide den konsequenten vom umgekehrt-konsequenten Flusse trennt. Das gleiche kann naturgemäß in einer subsequenter Zone geschehen, wenn nun eine Talwasserscheide vom umgekehrt konsequenten Hauptstamm aus in subsequenter Richtung ein altes subsequentes Tal eines einem anderen Strome tributären Flusses hinabwandert und dessen Talgefälle umkehrt. So entstehen umgekehrt-subsequente Flüsse. Ihre obsequenten und resequenten Nebenflüsse erscheinen dann umgelenkt. Offenbar können aber auch resequente, selten wohl auch obsequente und invers obsequente Strecken vom gleichen Schicksal betroffen werden wie subsequente und in umgekehrt-obsequente und umgekehrt-resequente verwandelt werden.

Charakteristisch für alle diese Flüsse ist also ihre Umkehr in einem alten Bett, mithin die Lage ihrer Quelle an einer Talwasserscheide. Betont sei auch nochmals, daß obsequente und resequente Flüsse nur an eine Subsequenzzone gebunden auftreten können.

Dies läßt schon erkennen, daß von der Gruppe der umgekehrten Flüsse die der umgelenkten geschieden werden muß.

Außer den schon genannten Nebenflüssen subsequenter Zonen bedürfen auch die auffallenden, spitzwinkelig den ursprünglich konsequenten Hauptstämmen zufließenden Nebenflüsse einer ihrem Verhalten entsprechenden, sinngemäßen Bezeichnung, sobald ihre Hauptstämmen zur neuen Basis umgekehrt sind, denn ihre veränderte Abflußrichtung ohne Veränderung des größten Teiles ihres Flußbettes ändert ihre morphogenetische Bedeutung.

Besonders auffallend ist ihre Erscheinung bei den Nebenflüssen umgekehrt konsequenter und resequenter Stammadern, bei denen die Nebenflüsse bis kurz vor der Mündung beiderseitig dem Hauptfluß entgegenfließen, etwa nach dem Bilde eines umgekehrt befiederten Pfeiles. Der scharfe Knick des

Mündungsknies, dessen Schärfe mit zunehmendem Alter abnimmt, ist ein Charakteristikum dieser Nebenflüsse.

Da diese Flüsse also einen völlig neuen Zug in die normale morphogenetische Entwicklung eines neuen Cyclus bringen, müssen sie auch besonders benannt werden. Ich möchte sie daher je nach ihrer ursprünglichen Anlage umgelenkt konsequente, umgelenkt resequente und umgelenkt obsequente Flüsse nennen.

Sämtliche Flüsse aber, die erst das Einschneiden der ihnen übergeordneten Täler ins Leben rief, ließen sich im Gegensatz zu den primär konsequent angelegten Stammadern zur Gruppe der sekundär konsequenten Flüsse zusammenfassen, wie v. STAFF¹⁾ das vorgeschlagen hat, der des ferneren auch noch, ganz allgemein zusammenfassend, der Gruppe der subsequenten Flüsse sämtliche anderen Flüsse der Landschaft als indifferente gegenüberstellt.

Alle diese dargestellten Taltypen und Flußtypen werden wir in unserem Gebiete auch in der Natur wiederfinden, und ihrem System alle Talzüge der Landschaft eingliedern können. Dieses System aber im Verein mit weiteren Beobachtungen der Talstruktur und der geologischen Verhältnisse gibt uns die Mittel an die Hand, nicht nur die heutige Oberflächen-gestaltung einheitlich zu erklären, sondern auch ihre historische Entwicklung zu verfolgen und in den Rahmen der geologischen Zeitrechnung einzufügen.

II.

Der Donaulauf und seine Geschichte.

a) Die Donau oberhalb Ulm.

Vergleich zwischen Donau und Rhein als Erosionsbasen. — Gefällskurven. — Relatives Alter. — Wutachabzapfung. — Wutach und Neckar als die Donau bedrohende Räuber. — Entfernung von der Erosionsbasis. — Älteste Donau. — Die praeobermiocäne Landoberfläche. — Hebung des Schwarzwaldes. — Die Anlage des Quellgebietes der Donau. — Die pliocänen Dq-Schotter. — Ihr Alter. — Ihr Vorkommen. — Ihre Verknüpfung mit der Donau. — Alter und junger Donaulauf bis Ulm. — Mäander. — Zwangsmäander. — Umlaufberge. — Blautal.

Die Wasserscheide zwischen Donau und Rhein, die heute quer durch das Gebiet verläuft, zeigt eine eigentümliche Gestaltung und nur wenig Abhängigkeit von den Höhenzügen der Berge. Dies ist das sicherste Zeichen, das sie noch jung

¹⁾ v. STAFF: a. a. O. S. 168.

und wenig stabil ist, daß sie also zwei Flußsystemen angehört, deren erosive Kräfte noch nicht aequilibriert sind.

Sie läuft von den Höhen des südlichen Schwarzwaldes herab über die Niederung des obersten Neckargebietes, betritt dann den Kamm der Alb, um aber in der Riesgegend in weitem Bogen in das tief denudierte Vorland vorzustoßen, kehrt dann zum Albrand zurück, folgt ihm aber nur auf eine kurze Strecke, durchquert dann den fränkischen Jura und läuft hinauf zu den Höhen des Fichtelgebirges. (Vergl. Fig. 1).

Dieses eigentümliche Verhalten wird genetisch noch Stück für Stück zu erklären sein, aber sicherlich ist es in seiner jetzigen Existenz die letzte Leistung der jetzigen Erosionsbasen, des Rheins und der Donau.

Werfen wir daher vorerst nur kurz einen vergleichenden Blick auf die Gefällsverhältnisse dieser beiden Ströme, um sogleich zu sehen, welcher von ihnen jetzt der begünstigtere ist, welcher also die heutige Wasserscheide vorübergehend festgelegt hat, da er der aktiv Handelnde, der Räuber, gegenüber dem Beraubten ist.

Rhein:

Austrittst. aus dem	Meereshöhe in m	Entfernung in km		Gefälle			
Bodensee	394,5 m	} ca. 95 km —	}	145 m	= 1,5 ‰		
Basel	250 "			" 115 "	"	113 "	= 0,98 ‰
Straßburg	137 "			" 115 "	"	50 "	= 0,43 ‰
Mannheim	87 "			" 60 "	"	9 "	= 0,15 ‰
Mainz	78 "						

Donau:

	Meereshöhe in m	Entfernung in km		Gefälle			
Donaueschingen	688 m	} ca. 120 km —	}	222 m	= 1,9 ‰		
Ulm	466 "			" 170 "	"	126 "	= 0,74 ‰
Regensburg	340 "			" 110 "	"	73 "	= 0,66 ‰
Passau	267 "						

Diese Zahlen ergeben für die ca. 385 km. lange Rheinstrecke ein mittleres Gefälle von 0,82‰, für die ca. 400 km lange Donaulinie 0,95‰. —

Bedenkt man aber, daß diese nur so wenig verschiedenen Zahlen im einen Fall das Gefälle des Mittellaufes eines Stromes, im anderen aber das des Oberlaufes darstellen, so ergibt sich, daß die Flußkurve des Rheins dessen größere Jugendlichkeit gegenüber der Donau klar zum Ausdruck kommen läßt.

Dies Verhältnis ergibt sich noch klarer, wenn man bei einem solchen Vergleich die oberste Donaustrecke außer acht läßt und somit nur Teile des Mittellaufes der Ströme vergleicht. Dann kommt die schwache ausgeglichene Krümmung des alternden Donaubettes noch deutlicher zum Ausdruck gegenüber dem rheinaufwärts rasch zunehmenden Gefälle dieses jugendlichen Stromes.

Als „alternd“ und „jugendlich“ sind diese Flüsse eben schon durch die Böschungen ihrer Betten charakterisiert, aber naturgemäß bezieht sich dies nur auf den heutigen Erosionscyclus, nicht aber auf die erste Anlage der Flußtäler selbst.

Die Anlage des Rheins ist ja wohl zweifellos die ältere. Sie wird mit der oligocänen Entwicklung des Rheintalgrabens zusammenfallen. Damals aber floß der Rhein nach Süden. Seine Umkehr nach Norden erfolgte erst zur mittleren Diluvialzeit. Die Anlage der Donau dagegen ist sicher nicht älter als mittelmiocän.

Daß aber für die erosive Gesamtleistung eines Flusses nicht nur die Böschungsverhältnisse und die Wassermenge maßgebend sind, sondern auch die Entfernung von der Erosionsbasis eine große Rolle spielt, zeigt sich am besten im obersten Donaugebiet. Die Donauquellen liegen viel höher als der im Süden ihnen so nahe Rhein. Trotzdem aber jene ein stärkeres Gefälle haben als dieser in dem behandelten Gebiet, verlieren sie Zufluß auf Zufluß an ihn; denn durch seine tiefe Lage gestattet er kleinen Seitenbächen ein rasches Einschneiden und Rückwärtsverlegen ihrer Quellpunkte. Münden doch hier die Rhein Nebenflüsse durchschnittlich in 200—300 m geringerer Meereshöhe in den Hauptfluß als die Nebenflüsse der Donau in diese.

Auf diese Weise kam es zu der klassischen Abzapfung der Wutach am westlichen Schwarzwaldgehänge¹⁾. Sie gehörte noch in jugendlicher Vergangenheit dem Flußsystem der Donau an. Doch fiel ihr ein jugendstark im Streichen der Schichten von Süden her vordringender kleiner Bach in die Flanke und enthauptete ihren Unterlauf, indem er ihren Oberlauf von der Überfallstelle an zum Rhein hin ablenkte. In scharfem *coude de capture* biegt der W-O gerichtete Wutach oberlauf unweit Blumberg plötzlich nach Süden um. Heute ist in der (subsequenten) Richtung dieser Anzapfung ein Bach

¹⁾ Vergl. hierzu z. B. Bl. 5 d. Übersichtskarte von Baden 1:200000 (m. braunen Höhenkurven u. blauen Flüssen).

von der Anzapfungsstelle aus bereits abermals 6 km nach Norden vorgedrungen, und droht nun den ganzen oberen Donaulauf abzufangen, da er sein Bett rascher vertieft als diese.

Die Anzapfungsstelle unfern Blumberg zeigt noch deutlich die genetische Zusammengehörigkeit von Wutachoberlauf und der heutigen Aitrach als altem Unterlauf. Abgesehen von den Terrassen, die ohne Abweichung oder Knick nur von der kurzen Quertalzone des Räubers unterbrochen von dem oberen Talstück ins untere der Aitrach sich fortsetzen, ist heute noch die Talwasserscheide bei Blumberg „eine moorige Fläche, die ihr Wasser teils durch die Aitrach zur Donau, teils durch einen



Fig. 4.

Kartenskizze der Wutachabzapfung bei Blumberg.

Maßstab ca. 1:600000.

kleinen (invers-obsequenten) Bach zur Wutach sendet, welche dicht nebenbei fast 180 m tiefer in eng eingeschnittenem Tal zum Rheine rauscht.“¹⁾

Diese Abzapfung ist meines Wissens die älteste aus Deutschland beschriebene; schon SCHILL²⁾ hatte sie ganz richtig erkannt, wenn er auch den Vorgang, entsprechend der damals allgemein herrschenden Ansicht der älteren Schule, etwas anders deutete, als man ihn heute als zu Recht bestehend erkannt hat. Da man früher die aktive Tätigkeit der Flüsse immer unter dem Gesichtspunkte verfolgte, daß ihre Bewirkung von der Quelle herab erfolge, während man heute umgekehrt ihre Wirkungen vom Unterlauf aus, bzw. von der Erosionsbasis aus nach aufwärts sich reguliert denkt, so war es nur eine logische Folge jener älteren Theorie, daß SCHILL die Wutach gewissermaßen plötzlich und gewaltsam an einer besonders begünstigten Stelle aus ihrem alten Bett ausbrechen und sich mit ihren eigenen Wassern ein neues tiefes Tal zum Rheine hin ausnagen

¹⁾ PENCK: Talgeschichte der obersten Donau. 28. H. d. Schrift d. Ver. f. Geschichte d. Bodensees u. s. Umgebung. 1899.

²⁾ SCHILL: Über Lauf und Wirkungen der Wutach im Schwarzwalde. N. Jahrb. usw. 1853, S. 806 und 1856, S. 667.

ließ, während nach der jetzigen Anschauung ja gerade umgekehrt das mit der Wutach zunächst völlig außer Zusammenhang stehende, vom Rhein ausgehende Tal durch sein rasches Wachstum in den Bereich des alten Tales kommt und es sozusagen überwuchert.

Aber auch von Norden her verliert die Donau ständig an Einzugsgebiet durch das Vordringen des Neckars. Dies wird sich im folgenden noch des näheren ergeben. Hier sei nur darauf hingewiesen, daß die starke Beeinflussung der Erosion durch die Basisferne auch im gleichen Flußgebiet gerade an Wutach und Neckar klar vor Augen tritt. Beide dringen in subsequenter Richtung auf die konsequenten Donauquellflüsse ein. Es wird noch zu zeigen sein, daß der Eschachbach die letzte wichtige Abzapfung des Neckars war. Aber jenseits dieser Stelle hat der Fluß bis zu seiner Quelle ein viel geringeres Gefälle als der korrespondierende kleine Bach, der sich jenseits der Anzapfungsstelle der Wutach entwickelt hat und gegen die Donaulinie vorgeht.

Er fällt in seinem ca. 6 km langen Lauf ca. 150 m, d. h. er besitzt ca. 2,5% Gefälle, während das Flußbett des Neckars oberhalb der Eschachmündung auf die gleiche Längserstreckung ein viel geringes Gefälle hat, das nach oben hin immer mehr verflacht und schließlich in einer moorigen Hochfläche, welche die Quellen des Neckars birgt, fast ganz aufhört¹⁾.

Trotzdem also der Neckar in tieferer Lage in den Rhein mündet als die Wutach, hat diese doch stärkere Erosionskraft infolge ihres kurzen Laufes. Wenn also auch der Neckar noch von Norden her vordringt und sein Flußgebiet vergrößert, so ist es doch vor allem die Wutach, welche von Süden her der Donau zuerst ihre Quelllaste abzufangen droht.

Diese Verhältnisse aber zeigen klar, daß ein Fluß nicht nur je ausgereifter er ist, sondern auch je weiter er von seiner Erosionsbasis entfernt ist, desto weniger befähigt ist, sein Einzugsgebiet zu vergrößern, bezw. vor Beraubung zu schützen, was für die Beurteilung der Verhältnisse im folgenden noch von Wichtigkeit sein wird.

Dies gilt auch im Großen für Rhein und Donau. Ersterer hat nicht nur später als diese seine heutige Erosionsbasis erhalten, sondern er ist ihr in dem behandelten Gebiet auch viel näher als die Donau der ihrigen in dem fernen Schwarzen

¹⁾ Vergl. Bl. Schwenningen. Geognost. Atlas v. Württemb. 1 : 50000.

Meer. Niveauänderungen der Meeresspiegel werden daher viel früher den Rhein und seine Nebenflüsse bewirken, als die Donau, da diese Bewirkung ja stromaufwärts vorschreitet und regional wirkt. Anders freilich kann dies mit Bewegungen von Schollen sein, die sich im Bereich des Flusses selbst erheben oder senken. Solche tektonische Bewegungen des festen Landes können sehr wohl selbst so lokal sein, daß sie nur wenige Nebenflüsse eines größeren Stromes beeinflussen, wofür aus unserem Gebiet ebenfalls noch ein typisches Beispiel anzuführen sein wird.

Als gesichertes Resultat dieses mehr geographisch gehaltenen Vergleiches der beiden Erosionsbasen Südwestdeutschlands im Süden und im Westen ergibt sich jedenfalls das eine, daß heute der Rhein seinen Nebenflüssen ein günstigeres Denudationsniveaubietet als die Donau den ihren.

Es wird nun zu verfolgen sein, inwieweit sich diese Verhältnisse auch für die geologische Vergangenheit bewahrheiten, bzw. in welchem Maße die Donau vom Rhein in ihrer Entwicklung gestört wurde. Denn daß der Rhein der erobernde, die Donau aber das beraubte Flußsystem ist, das hat der typische Fall der Wutachabzapfung im Süden der Donau bereits deutlich zu erkennen gegeben.

Gleiche Verhältnisse aber treten auch nördlich der Donau auf und zeigen, daß diesem Fall nicht nur lokal beschränkte Bedeutung zukommt. Bevor wir aber auf diese eingehen, sei der Entstehung des obersten Donaulaufes kurz Erwähnung getan, worüber wir PENCK¹⁾ eine vorzügliche kleine Schrift verdanken, an die sich stromabwärts dann sehr schön die Untersuchungen DIETRICHS²⁾ über die alte Donau anschließen.

PENCK wies nach, daß die Hauptrichtungen der vom Schwarzwald herabkommenden Quelläste der Donau, wie auch diese zunächst selbst konsequent sind, und die einzigen, spärlichen Reste einer früher weiter verbreiteten Entwässerungsrichtung darstellen, welche ihre Flüsse der Abdachung und dem Fallen der Schichten entsprechend auf kürzestem Wege zum nahen Meere führte.

Dieses Meer war das mittelmioäne Molassemeer, das zunächst noch weithin über die Alb transgredierte. Damals

¹⁾ PENCK: Die Talgeschichte der obersten Donau. I. c. 1899.

²⁾ DIETRICH: Älteste Donauschotter auf der Strecke Immendingen-Ulm. N. Jahrb. f. Min. usw. Beilg.-Bd. XIX. 1904.

also konnte eine Donau im heutigen Sinne überhaupt noch nicht existieren. Ebensovienig aber gab es damals bereits einen Donauabbruch wie heute. Die heutigen Schichtverbiegungen der Juratafel waren zu jener Zeit noch nicht vorhanden; zweifellos bestand aber zwischen Alpen und Alb damals bereits eine Synklinale, in der sich die Sedimente der unteren und oberen Molasse zu gewaltiger Mächtigkeit ansammeln konnten. Über Bau und Anlage derselben wissen wir nichts. Es ist aber nicht als wahrscheinlich zu bezeichnen, daß ihre Entstehung die Tafel des oberen Jura in ihrer Lagerung nennenswert beeinflusste. Andererseits ist es auch bei der so ruhigen Lage der Sedimente nur wahrscheinlich, daß die Hebung, welche die Landschaft zur oberen Jurazeit über den Meeresspiegel brachte, nur gering war und die Schichten en bloc hob, ohne ihre horizontale Lage wesentlich zu stören. Ebenso wohl wäre natürlich theoretisch auch die Annahme zulässig, daß die Juratafel stabil blieb und nur das Umland absank. Auf das relative Verhältnis von Hebung und Senkung bin ich an anderer Stelle eingegangen¹⁾.

Die tiefe Synklinale des geologischen Untergrundes der oberbayerischen Hochebene im Verein mit der relativ ungestörten Lagerung des nach Norden sich anschließenden Gebietes lassen also sehr wohl die Möglichkeit offen, daß zur mittleren Miocänzeit schon Brüche oder Flexuren parallel dem sicher jüngeren heutigen Donaubruchrand bestanden.

Die einzige durchgreifende Lagerungsstörung der Alb-schichten besteht in einer ganz leichten Verbiegung nach SO. Auf diese Verbiegung wird sich vielleicht die Wiederbelebung der Erosion im mittleren Miocän zurückführen lassen.

Von älteren Störungen aber ist hier nichts bekannt. Vom oberen Jura bis ins mittlere Tertiär lagen die Schichten also annähernd horizontal und ungestört, wenn sie auch wohl schon eine ganz geringe südliche Neigung besaßen, und machten während dieses langen Zeitraumes einen oder einige subaerische Cyclen durch. Denn marine Kreide ist heute in dem Gebiet nicht vorhanden, und es spricht nichts dafür, daß sie jemals vorhanden war. Auch das Eocän und das übrige ältere Tertiär lieferte in Gestalt von Bohnerzen nur spärliche auf festem Land gebildete Produkte.

In prämiocäner Zeit war danach die Juratafel tektonisch so gut wie ungestört; aber auch dann hätte sie längst zerstört

¹⁾ H. RECK: Über positive und negative Krustenbewegungen in Südwestdeutschland. Jahrb. d. Ver. f. vaterl. Naturk. i. Württ. 1912.

sein müssen, wenn sie sich jemals bedeutend über das untere Denudations-Niveau erhoben hätte; dies ist eine notwendige Forderung für einen derart langen Erosionscyclus, wie er vom oberen Jura bis zum mittleren Tertiär geherrscht hatte. Dieser Cyclus muß ein der Baselevelplain nahes Gelände geschaffen haben, und wir sind nach allen Erfahrungen dazu berechtigt anzunehmen, daß zuletzt vornehmlich senil konsequente Flüsse die Landschaft durchzogen, welche der neue Cyclus übernehmen konnte.

Aber schon die mittelmiocäne Peneplain hatte wie die heutige Landschaft eine Erosionsbasis im Süden und im Westen. Im Süden das Molassemeer, im Westen den Rheintalgraben. Aber auch die Meere jener Zeit waren Niveauschwankungen unterworfen, wie die Absatzverhältnisse ihrer Sedimente anzeigen. Trotzdem lag noch zu Beginn des neuen Cyclus Weißjura weithin über die Höhen des Schwarzwaldes gebreitet. Die weitgehende Erhaltung der Weißjuradecke bis ins Obermiocän ist also ein ungemein wichtiger Faktor zur Beurteilung des Wesens der mittelmiocänen Peneplain. Sie beweist, daß die älteren Schwankungen doch niemals den Charakter der Landschaft als Peneplain wesentlich hatten beeinflussen können, daß also das Land stets nur eine wenig über den Meeresspiegel erhobene Ebene gebildet hatte.

Die damalige Schaffung und Erhaltung der Peneplain erfordert aber weiterhin die Annahme, daß die erosiven Kräfte der westlichen und südlichen Erosionsbasen gut ausbalanciert waren. Nur eine ganz flache und stabile Wasserscheide konnte die beiden Flußsysteme getrennt haben.

Wo aber lag diese Wasserscheide? Hierüber haben mir meine morphologischen Studien keine sicheren Anhaltspunkte gegeben; einige diesbezügliche Vermutungen und ihre Begründung werden noch später kurz zu erwähnen sein.

Es wird in dieser Arbeit noch zu erweisen sein, daß die jungtertiären Cyclen in unserem Gebiet ausschließlich von der Donau beherrscht wurden. Diese mußte daher die Ursache für die heutige Gestaltung der Erosionsränder der Alb werden, eine Tatsache, die auch deutlich genug in der dem Donautal parallelen Erstreckung des nördlichen Erosionsrandes der Alb zum Ausdruck kommt. Das scharfe Knie, das im Altmühlgebirge der Erosionsrand des Juragebirges macht, vermag die Donau aber gerade deshalb in seiner primären Anlage nicht wohl zu erklären. (Vgl. Fig. 1.) Es findet sich auch weiter im NW, wo der harte Keupersandstein eine ähnliche, wenn auch weniger ausgesprochene Wand gegen das Muschelkalkvorland bildet, nur mehr schwach angedeutet; noch weiter nach

NW aber verklingt diese Form vollkommen. Zudem ist hier das Ausstreichen der Schichten nun in einer Richtung gelegen, welche von der des schwäbischen Albrandes durchaus abweicht, und auch in dieser Beziehung seine Unabhängigkeit von der Donaulinie dokumentiert.

Dies insgesamt aber deutet klar darauf hin, daß in NW-Richtung der Einfluß der Donauerosion immer schwächer wurde, daß hier der schon prämiocän angelegte Erosionsknick in letzter Ursache auf die von einem anderen Denudationsniveau ausgehende Erosion zurückzuführen ist, auf die Rheintalebene.

Daß der Knick der Juraschichten in ähnlicher Art wie heute schon beim Beginne des oberen Miocän bestand, ergibt sich mit Notwendigkeit aus einer Durchsicht der Arbeiten GÜMBELS¹⁾ und BRANCA²⁾. Seine Anlage dürfen wir also mit Sicherheit einem präobermiocänen Cyclus³⁾ zuschreiben.

Dies ist auch theoretisch gar nicht anders zu erwarten. Das flächenhafte Einsinken der Basis des jungtertiären Cyclus mußte auch auf die ganze Flächenerstreckung hin seine übernommenen alten konsequenten Flüsse neu beleben. Es mußte also ein in großen Zügen mit der Richtung der Erosionsbasis übereinstimmendes flächenhaftes Vordringen der Erosion nach N stattfinden. Nichts aber könnte dann den plötzlichen Wechsel auffallend starker und auffallend schwacher Erosion erklären, welcher auf einheitlich struierter Fläche ansetzend in unmittelbarer Nachbarschaft hier, in der Keuperlandschaft Frankens, die Juraschichten entfernte und ihre Unterlage wegräumte, dort aber, im Frankenjura selbst, fast nichts zu zerstören vermochte.

Dieser heutige Knick erklärt sich am einfachsten entschieden dadurch, daß er von dem obermiocänen Cyclus in seiner Anlage bereits übernommen, daß er aber ursprünglich durch einen älteren Vorstoß der Erosion vom Rheingebiet her geschaffen worden war.

Wenn dem aber so war, dann lag die präobermiocäne (mittelmiocäne) Penepplain nicht auf einheitlichem Schicht-

¹⁾ GÜMBEL: Die fränkische Alb.

²⁾ BRANCA: Schwabens 125 Vulkanembryonen. Jahrb. d. Ver. f. vaterl. Naturk. i. Württ. Stuttgart 1894, 95.

— u. FRAAS: Das vulkanische Ries bei Nördlingen. Abh. d. Kgl. preuß. Akad. d. Wiss. 1901.

³⁾ Ich werde der Kürze halber den im Anschluß an den Rückzug des mittelmiocänen Molassemeeres einsetzenden Erosionscyclus im folgenden stets als „obermiocänen Cyclus“ bezeichnen, wobei ich aber ausdrücklich betone, daß sein Anfang noch im Mittelmiocän liegt, und er auch möglicherweise noch andererseits im obersten Obermiocän bereits von dem noch zu nennenden „pliocänen Cyclus“ abgelöst wurde.

komplex, sondern schnitt wechselnde Schichtköpfe gerade ab; dann aber hatte sie auch einen bereits früher einmal bestehenden Albrand¹⁾ zerstört.

Größere Sicherheit und vielleicht beweisendes Material für diese Frage könnte man sehr wohl von einer analogen morphologischen Untersuchung des Rheintales und seiner Grenzgebiete erwarten, wie sie hier für die Donau durchgeführt werden soll. Derartige Grenzfragen am Berührungspunkte zweier großer Flußsysteme lassen sich eben nur dann zu sicheren exakten Resultaten durchführen, wenn man die Geschichte beider Gebiete stets vergleichen kann. Hierzu fehlt aber heute noch jegliche exakte Grundlage in der bestehenden Literatur.

Wenn also auch der Entwicklungsgang der präobermiocänen Peneplain noch nicht näher zu fixieren ist, so ist doch die Tatsache ihres einstigen Vorhandenseins um so sicherer und dient als Grundlage für die nun folgende Entwicklung der Landschaft.

Wir waren bei dieser Betrachtung vom Strande des mittelmiocänen Molassemeeres ausgegangen, das zur Zeit seiner größten Ausdehnung weithin über die Alb transgredierte. Wie vorher schon einmal im Oligocän, so wich dieses Meer bald zurück, wurde brackisch und schließlich ausgesüßt. Besonders das Obermiocän ist dann ausgezeichnet durch seinen Reichtum an Süßwasserbildungen. Dieser ganz allmähliche Wechsel deutet einerseits zwar auf ebenso langsame Erhebung des Landes über den Meeresspiegel, womit die Erosion des neuen Cyclus wieder einsetzte, andererseits aber zeigen schon die mittelmiocänen marinen Schichten durch rasches Auskeilen, doppelte Strandfacies²⁾ u. dgl. den etwas sprunghaften Beginn der Hebung, die vielleicht gerade damals mit der ersten Anlage des Donaubruchrandes begann.³⁾

Aber der tektonischen Tieferlegung der Erosionsbasis arbeitete damals mit Erfolg die Auffüllung des gesenkten Beckens durch Süßwasserbildungen entgegen. (Obermiocäne (obere) Süßwassermolasse); auch andere Gründe mögen die morphologische Indifferenz des Bruches zu jener Zeit mit bewirkt haben; jedenfalls aber bestand zur Mittelmiocänzeit ein Albruch, wie er heute den Südrand der Alb kennzeichnet, keineswegs, wie ich das des Näheren an anderer Stelle begründet habe.

¹⁾ Im Frankenlande aber nicht im Gebiet der heutigen Neckarniederung zwischen Schwarzwald und Alb bestehend!

²⁾ FRAAS: a. a. O. 1911.

³⁾ H. RECK: Zur Altersfrage des Donaubruchrandes. Zentr. Bl. f. Min. usw. 1912.

Dies dokumentiert sich zur Evidenz aus der noch zu besprechenden Unterbrechung des pliocänen Donaulaufes durch den Abbruch. (Vgl. S. 130ff.)

Verfolgen wir nun die Quelläufe der Donau, Brege und Brigach, so zeigt PENCK¹⁾ Arbeit und Karte sehr schön ihre konsequente Entstehung und spätere subsequente Zusammenfassung. Heute tritt die aus ihnen zusammengefaßte Donau in steilwandigem Durchbruchstal in den Albjura ein. Oben auf der Höhe der Kalkplatten aber liegen zwischen Geislingen und Tuttlingen²⁾ mehrfach kleine Reste marinen Tertiärs. PENCK faßte dies nach Funden von *Mastodon angustidens* als Obermiocän auf und verlegte deshalb, da die heutige Talbildung vollkommene Unabhängigkeit von diesen und anderen ähnlichen Vorkommnissen zeigt, die Zeit der ersten Talanlagen des heutigen Donaustems in die nachmiocäne Zeit.

Dieses Argument dürfte aber nicht ganz stichhaltig sein; denn einmal ist ein Teil jener Juranagelfluhen, um die es sich hierbei handelt, sicher marin; die jüngste marine Transgression endet aber noch im unteren Mittelmioecän; ferner ist auch *Mastodon angustidens* nicht auf das Obermiocän beschränkt, sondern greift ins Mittelmioecän hinab,³⁾ was seinerseits mit der Vergesellschaftung mit marinem Mittelmioecän hier sehr gut übereinstimmt. Zudem betrachtet PENCK selbst neuerdings *Mastodon angustidens* an anderer Stelle als Leitform des Mittelmioecäns⁴⁾. Man kann also bezüglich der Zeit der Talbildung hieraus nur feststellen, daß sie sicher nicht älter als mittelmioecän war.

Die marine Juranagelfluhe PENCKs aber hat, nach diesem vielfach den Habitus schuttkegelartiger Aufschüttung. Sie besteht stellenweise fast nur aus einem Konglomerat von Weißjurageröllen. Dies ist beweisend für die noch zu jener Zeit weit auf den Schwarzwald hinaufgreifende Erstreckung der Weißjuradecke, deren Vorhandensein ja auch durch anderweitige Funde⁵⁾ erwiesen wurde.

Das Auftreten von Juraschuttkegeln mit grobem Material gerade am Fuße des Schwarzwaldes scheint mir aber noch weiter wichtig zur Feststellung der Tatsache, daß hier jugendliche Flüsse entstanden waren, welche in konsequenter Richtung auf kürzestem Wege ihre Wasser zum nahen Meere führten.

¹⁾ PENCK: Talgeschichte usw. a. a. O.

²⁾ Bl. Tuttlingen. Geognost. Atl. 1: 50000.

³⁾ z. B. ZITTEL: Grundzüge der Paläontologie. II. 1911.

⁴⁾ PENCK-BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter. I. S. 83.

⁵⁾ STEINMANN: Die Neuaufschließung des Alpersbacher Stollen. Ber. 35. Vers. d. oberrhein. geol. Ver. 1902.

Dies geschah zur Zeit der größten mittelmioocänen Meeresstransgression, bevor noch eine Donau oder ein Donauabbruch im heutigen Sinne bestand.

Die sich hieraus im Verein mit der späteren Entwicklung dieses Teiles der Landschaft ergebenden Konsequenzen für den Charakter der tektonischen Krustenbewegungen, welche die Grundlage der morphogenetischen Entwicklung sind, habe ich an anderer Stelle niedergelegt¹⁾. Hier mag es genügen, darauf zu verweisen, daß nur positive und negative Bewegungen, Hebungen und Senkungen, nicht aber nur in einer Richtung stattfindende Differenzialbewegungen die in der Natur gegebenen Erscheinungen befriedigend zu erklären vermögen.

Ein höheres als mittelmioocänes Alter der Schwarzwald-erhebung und damit der ersten Anlage der heutigen Donauquellen scheint deswegen ausgeschlossen, weil die Juranagel-fluhen fast ausschließlich aus Jurageröllen bestehen. Die Decke des Weißjura lag also zu jener Zeit noch unzerstört über den gehobenen Schichten. Die älteren Gesteine, deren Gerölle durchweg fast gänzlich fehlen, waren also noch nirgends im Bereich dieser Flüsse in nennenswerter Weise entblößt. Dies aber ist ein sicheres Anzeichen der Jugendlichkeit der damaligen Hebung.

Die Donau muß sich andererseits in unmittelbarem Anschluß an den Rückzug des Meeres entwickelt haben, denn wir finden sichere Spuren ihres Laufes nach DIETRICH'S²⁾ Studien im ältesten Pliocän. Damals aber lag sie bereits als seniler Fluß über einer Peneplain. Zu solcher Ausreifung aber müssen ihr Teile des mittleren und das Obermioocän genügt haben. Aus der relativen Kürze dieser Zeit aber ergibt sich, daß der vor der Peneplainisierung vielleicht schon angelegte Donauabbruch als morphologischer Faktor jedenfalls keine wesentliche Rolle gespielt hatte. — Das Land war trotz der vorangegangenen tektonischen Störungen seines Untergrundes zur Pliocänzeit eine Fastebene auf weite Strecken hin geworden. Die Notwendigkeit der Annahme dieser Fastebene weit nach Norden hin wird sich noch aus dem Verlauf des Donaulaufes und seiner Nebenflüsse ergeben. Im Süden haben sie bereits PENCK-BRÜCKNER) für das Alpenvorland erwiesen.

Der älteste bekannte Donaulauf wurde auf Grund von Schottervorkommnissen von DIETRICH²⁾ bis in die Gegend von Ulm verfolgt. —

¹⁾ H. RECK: Über positive und negative Krustenbewegungen in Süddeutschland. Jahrb. d. Ver. f. vaterl. Nat. K. i. Württ. 1912.

²⁾ DIETRICH: Älteste Donauschotter auf der Strecke Immendingen-Ulm. N. Jahrb. f. Min. usw. Beilg.-Bd. XIX. 1904.

Die Herkunft dieser Schotter, war lange in völliges Dunkel gehüllt. Die alten württembergischen Landesgeologen¹⁾ hatten sie als Dq-Schotter zum alten Diluvium gestellt, aber doch ihre Eigenart durch die eigene Bezeichnung gekennzeichnet. Später schlossen sich auch E. FRAAS²⁾ u. ENGEL³⁾ der Ansicht einer alpinen Herkunft an, während BRANCA⁴⁾ als Erster ihre jungtertiäre, außeralpine Entstehung annahm, wengleich Ort und Art der Entstehung nicht näher präzisiert sind, sondern er nur zur Annahme einer Entstehung in situ als Rückstand zerstörter Tertiärschichten hinneigt. Dagegen spricht allerdings die enge Verknüpfung ihres Vorkommens mit dem alten Donautal. Ihr höheres, also pliocänes Alter aber ergibt sich aus einem Vergleich derselben mit den nahen Vorkommnissen von ältestem Deckenschotter, also mit den ersten diluvialen Bildungen. Von diesen unterscheiden sie sich nicht nur durch die Verschiedenheit im petrographischen Habitus und in der Gesteinszusammensetzung, sondern auch durch ihre durchweg höhere Lage. Besonders letzteres ist beweisend für die Altersverschiedenheit beider Ablagerungen im Sinne eines höheren Alters des Donauschotters, während der petrographische Habitus nur insofern auf sein höheres Alter hinweist, als er sich dadurch gewissermaßen als Restschotter kennzeichnet; er ist fast nur noch aus quarzitischen Geröllen zusammengesetzt, da heute alle weicheren Bestandteile seiner ursprünglich wohl viel gemischteren Zusammensetzung infolge seines hohen Alters chemisch oder mechanisch zerstört sind. Unter seinen Geröllen sind Buntsandstein, Keuper und Rättsandstein gefunden worden, die seine Herkunft von Westen, also vom Schwarzwald her notwendig machen. Im Pliocän war also, wie sich aus den Schottern ergibt, die im Mittelmiocän noch weit umsichgreifende Weißjuradecke des Schwarzwaldes bereits weitgehend zerstört.

Da ferner das Vorkommen der Schotter eng an die Höhen zu beiden Seiten des alten Donaulaufes geknüpft ist, ergeben sich hieraus auch die engsten genetischen Beziehungen zwischen beiden, zumal auch die wohlausgeglichenen Gefällsverhältnisse der Schottersohle, also ihrer Auflagerungsfläche, durchaus für

1) O. FRAAS: Begleitworte zu Blatt Ulm S. 14. — QUENSTEDT: Begleitworte zu Blatt Blaubeuren S. 20.

2) E. FRAAS: Beschreibung des Oberamts Ulm I. 1897. S. 286.

3) ENGEL: Über die jurassische Nagelfluhe auf der Ulmer Alb. Jahrb. H. d. Ver. f. vaterl. Naturk. i. Württ. 1882. S. 73. Schwabenalb 1897, S. 78.

4) BRANCA: Vulkanembryonen. a. a. O. S. 65.

ihren Absatz aus einem weitgehend ausgereiften Flusse sprechen.

Das Alter dieser Schotter wird nun nach unten dadurch ziemlich genau festgelegt, als sie gelegentlich auf zweifellos primärer Lagerstätte auf obermiocänem Sylvanakalk aufruhcn. So werden sie durch eine obere wie eine untere Grenze ins Pliocän verwiesen; welchem Abschnitt des Pliocäns sie aber angehören, das scheint mir eine heute noch nicht sicher entscheidbare Frage; sie könnten doch wohl ebenso gut als jung- wie als altpliocän oder aber auch noch als jüngstobermiocän angesehen werden.¹⁾

Schon ganz nahe der Stelle, wo die Donau heute die Alb in tiefem Tal durchbricht, beginnt das Vorkommen der Dq-Schotter. Während die Donau vorher in relativ breitem, gestrecktem Tal der Richtung des Schichtreichens folgt, biegt sie bei Mühlheim²⁾ plötzlich scharf um und setzt unter gleichzeitiger Verengung des Tales quer über die Albtafel weg; bei Sigmaringen³⁾ erreicht sie die Südseite der Alb. (Vgl. auch Fig. 7.) Oberhalb Längenbrunn aber finden wir die ersten Dq-Vorkommnisse eingetragen, deren Vorkommen sich zu beiden Seiten des Flusses auf der Durchbruchstrecke noch öfters wiederholt; noch öfters wohl übrigens in der Natur, als dies auf der Karte eingezeichnet ist.

Auf dieser Strecke fällt vor allem die eigenartige Krümmung der Talwände auf. Sie setzt bei Mühlheim ebenso plötzlich ein, wie sie bei Sigmaringen endet, sobald der Fluß die Juratafel verläßt. (Vgl. Fig. 5.) Solche Krümmungen sind längst anderwärts als die festgelegten Mäander eines einst auf einer ebenen Fläche zwanglos hin und her pendelnden Flusses erkannt worden, eines Flusses also, wie er besonders für die Peneplain charakteristisch ist.

Eine jung einsetzende Hebung bringt die Wasser einer alten Fastebene da zum erneuten Erödiereu, wo sie sich im Momente der Hebung gerade befanden. Durch die damit verbundene Vertiefung des Flußbcttes aber verliert der Fluß die Möglichkeit, die früher wahllos eingeschlagenen Windungen und Krümmungen wieder zu verlassen. Seine Mäander sind zu Zwangsmäandern geworden. Schwindet aber der Fluß aus einem derartigen Tal, so bleibt doch die Form der Talwände

¹⁾ Auch hier nenne ich der Kürze halber den nach der Ablagerung der Sylvanakalke beginnenden Cyclus den „pliocänen Cyclus“, wobei jedoch obige Angaben über seine genauere zeitliche Erstreckung stets im Auge zu behalten sind.

²⁾ Bl. Tuttlingen. Geognost. Atlas. 1:50000.

³⁾ Bl. Friedingen. Geognost. Atlas. 1:50000.

erhalten, und die Talmäander sind die untrüglichen Zeichen seiner einstigen Anwesenheit. Diesen Fall werden wir sogleich im Blautal verwirklicht sehen.

Mäander bildet kein junger Fluß. Wohl mögen lokale Verhältnisse ihn zwingen, gelegentlich einzelne mäanderähnliche Schlingen zu bilden, aber niemals wird eine lange Reihe ununterbrochen oder in kurzen Abständen sich folgender regelmäßiger Schlingen bestimmter Größenordnung auf derart lokale Verhältnisse zurückzuführen sein können. Sie sind vielmehr der Ausdruck eines allgemeinen Gesetzes im physikalisch-mechanischen Verhalten eines Flusses. Dies ergibt sich auch aus der bestimmten Größenordnung der Mäander, die mit zunehmender Wassermenge des Flusses, also stromabwärts immer bedeutendere Schwingungsradien erreichen. Auch dieser Tatsache werden wir bei Verfolgung des Donaulaufes noch begegnen. Dies folgt ferner auch daraus, daß bis heute noch keine Kraft und kein Vorgang in der Natur beobachtet wurde, welche Mäanderbildung erzeugen; außer eben dem träge fließenden Wasser eines senilen Flusses. Die Mäanderbildung beginnt daher naturgemäß im Unterlauf eines Stromes schon während dessen Reifestadium und schreitet quellwärts langsam vor. Je größere Strecken eines Flusses je mehr Flüsse innerhalb einer Landschaft mäandrieren, desto mehr nähert sich die Landschaft der reifen Peneplain.

Die stark entwickelte Tendenz jugendlich gehobener und belebter Flüsse, ihren Lauf wieder zu strecken, und alte übernommene Zwangsmäander zu zerstören, kommt sehr schön in der Bildung von Umlaufbergen zum Ausdruck, wie z. B. das Blautal bei Schelklingen in typischer Weise zeigt¹⁾. (Vgl. Fig. 6.) Der alte mäandrierende Fluß wurde tiefer gelegt und schürfte sich das heutige Blautal aus, zunächst unter Beibehaltung der alten Mäander als Zwangsmäander. Dann aber durchsagte die erosive Kraft des Flusses die schmale Barre der die Windung verursachenden Landzunge, womit natürlich der weite Umweg des Flusses über die Talschlinge aufhörte, und dieser den geraden, kürzeren Weg wählte. Nur so ist die Tieferlegung alter Zwangsmäander, die dann vom Fluß verlassen wurden, erklärlich. Dabei ist es natürlich gleichgültig, ob das alte Haupttal heute vom Fluß verlassen ist oder nicht, denn auch der Neckar hat z. B. bei Lauffen schöne Umlaufberge abgeschnitten.

Diese Ausführungen schienen mir deshalb hier notwendig, weil gerade in der neueren Literatur unseres Gebietes die hier auf-

¹⁾ Bl. Blaubeuren. Geognost. Atlas 1:50 000.

tretenden Mäander mehrfach Deutungen unterworfen wurden, welche ohne Berücksichtigung der neueren morphologischen Literatur und der dort niedergelegten Erfahrungen und Prinzipien gegeben wurden, und, da sie keinerlei begründete neue Gesichtspunkte bringen, bereits durch die zahlreiche ältere Literatur als unhaltbar charakterisiert sind¹⁾.

Übertragen wir die sich aus diesen Betrachtungen ergebenden Konsequenzen auf die hier geschilderte Donaustrücke zwischen Mühlheim und Sigmaringen, so folgt mit Notwendigkeit, daß die Donau, bevor sie ihr heutiges Tal eintiefte, auf breitem, flachem Talboden uneingeengt auf der peneplainisierten Hochfläche der Alb mäandrierte. Hierin tritt uns das Endstadium des vorletzten Denudationscyclus in unserer Landschaft entgegen. Die breite Zone der Dq-Schotter liegt auf jener Höhe, auf der einst die Donau träge dahinpendelte, und daß damals keine steilen Talwände wie heute den Fluß beengten, zeigt eben die Breite der Auflagerungsfläche der fluviatilen Schotter in annähernd gleichem Niveau. Hier also decken sich junge heutige und alte pliocäne Donau in bezug auf ihre Lage.

Wie aber die Donau mit schön geschwungenem Zwangsmäander bei Sigmaringen die Juratafel verläßt und mit völlig anders geartetem Charakter in das Diluvium eintritt, so betritt sie mit ebensolcher Schwingung für eine kurze Strecke die Juratafel wieder bei Zell²⁾. In der Zwischenstrecke aber kennzeichnet nichts einen alten Donaulauf; hier tritt uns nur der junge in der Landschaft entgegen, dessen Jugendlichkeit sich ja schon dadurch kennzeichnet, daß er im jungen Diluvialgebiet eingeschnitten ist. Der pliocäne Donaulauf muß unter der Decke jüngeren Gesteins verborgen liegen.

DIETRICH³⁾ freilich nimmt an, daß er oben auf der Alb gelegen habe; daß die alte Donau von Sigmaringen quer über das Knie der alten Lauchert bei Hitzkofen weggelaufen und im Norden des Tertiärmassivs des Teutschbuchs entlang geflossen sei, um dann das Achbett von Zwiefalten aus zu benutzen und, dieses herabkommend, wieder mit seinem heutigen Tal zusammengetroffen sei.

Doch dagegen spricht alles. Wie weiter oberhalb der Donaulauf durch charakteristische Quarzgerölle auf den Höhen

¹⁾ Vergl. z. B. die auf Eiswirkungen zurückgeführten Mäander GUGENHAHNS in: Die Vergletscherung der Erde von Pol zu Pol. S. 13/14. Berlin 1906; oder die jugendlicher Flußerosion zugeschriebene Mäanderbildung der Altmühl in SCHWERTSCHLAGER: Altmühl und Altmühlgebirge. Eichstädt 1905.

²⁾ Bl. Riedlingen. Geognost. Atlas 1:50000.

³⁾ DIETRICH: a. a. O.

gekennzeichnet war, so werden wir diese in völlig analoger Weise weiter stromabwärts abermals finden. Hier aber fehlen sie. Das ist höchst auffallend und schon nicht ohne weiteres erklärlich. Wir werden sogleich noch das Blautal als ein Stück des alten Donautales kennen lernen. Auch dies ist durch begleitende Quarzgerölle als solches charakterisiert. Aber wenn es auch die Donau heute längst verlassen hat, so ist doch der alte Talzug mit markanter Schärfe erhalten. Hier im Norden des Teutschbuchs ist hingegen ein alter Talzug auch nicht in Spuren zu erkennen.



Fig. 5.

Der Donaulauf und seine Zuflüsse. Nach der Generalstabkarte sowie Skizzen von PENCK und DIETRICH zusammengestellt von H. RECK. Die Oleate gibt die Rekonstruktion des pliocänen Donaulaufes und seiner Quellflüsse. (Die punktierte Linie gibt die Grenze des diluvialen Rheingletschers.)

Drittens endlich bleibt sich der Charakter des nachgewiesenermaßen alten Donautales völlig gleich, solange es im Jura bleibt. Also hat auch das Talstück Sigmaringen—Scheer gleiche Geschichte, denn nichts könnte seine morphologisch so gleichartige und gleichwertige Entwicklung erklären, wenn man hierzu nicht die alte Donau heranzieht; diese aber soll nach DIETRICH ja schon bei Sigmaringen ihr heute noch so deutliches Tal verlassen und eine Fortsetzung gehabt haben, die sich heute nicht mehr morphologisch nachweisen läßt. Dazu gesellt sich auch noch die schwer verständliche Annahme der Lauchertüberquerung am Lauchertknie bei Hitzkofen. Denn die Lauchert ist nicht etwa ein jüngerer Fluß. Wir werden ihre präpliocäne Anlage noch kennen lernen. Dies erscheint also unmöglich.

Das gleiche Bild wiederholt sich übrigens auch bei dem Wiedereintritt der Donau in die Alb bei Zell. Wie sollten hier die typischen alten Zwangsmäander, die wir weiter oben als charakteristisch für das alte Donaubett erkannt haben, erklärt



gekennzeichnet war, so werden wir diese in völlig analoger Weise weiter stromabwärts abermals finden. Hier aber fehlen sie. Das ist höchst auffallend und schon nicht ohne weiteres erklärlich. Wir werden sogleich noch das Blautal als ein Stück des alten Donautales kennen lernen. Auch dies ist durch begleitende Quarzgerölle als solches charakterisiert. Aber wenn es auch die Donau heute längst verlassen hat, so ist doch der alte Talzug mit markanter Schärfe erhalten. Hier im Norden des Teutschbuchs ist hingegen ein alter Talzug auch nicht in Spuren zu erkennen.

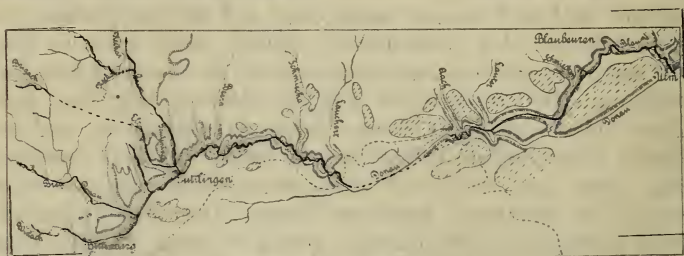


Fig. 5.

Der Donaulauf und seine Zuflüsse. Nach der Generalstabkarte sowie Skizzen von PENCK und DIETRICH zusammengestellt von H. RECK. Die Oleate gibt die Rekonstruktion des pliocänen Donaulaufes und seiner Quellflüsse. (Die punktierte Linie gibt die Grenze des diluvialen Rheingletschers.)

Drittens endlich bleibt sich der Charakter des nachgewiesenermaßen alten Donautales völlig gleich, solange es im Jura bleibt. Also hat auch das Talstück Sigmaringen—Scheer gleiche Geschichte, denn nichts könnte seine morphologisch so gleichartige und gleichwertige Entwicklung erklären, wenn man hierzu nicht die alte Donau heranzieht; diese aber soll nach DIETRICH ja schon bei Sigmaringen ihr heute noch so deutliches Tal verlassen und eine Fortsetzung gehabt haben, die sich heute nicht mehr morphologisch nachweisen läßt. Dazu gesellt sich auch noch die schwer verständliche Annahme der Lauchertüberquerung am Lauchertknie bei Hitzkofen. Denn die Lauchert ist nicht etwa ein jüngerer Fluß. Wir werden ihre präpliocäne Anlage noch kennen lernen. Dies erscheint also unmöglich.

Das gleiche Bild wiederholt sich übrigens auch bei dem Wiedereintritt der Donau in die Alb bei Zell. Wie sollten hier die typischen alten Zwangsmäander, die wir weiter oben als charakteristisch für das alte Donaubett erkannt haben, erklärt

werden, wenn alte und neue Donau sich erst weiter stromab, an der Achmündung getroffen hätten?

Dies alles läßt mich zu dem Resultat kommen, daß wir zwischen Scheer und Zell den pliocänen Donaulauf nicht kennen, weil er unter diluvialen Geröllern begraben ist. Möglich, ja wahrscheinlich ist es sogar, daß einmal die Donau, wie auch GUGENHAHN das ungefähr so will¹⁾, eine Zeitlang Schichtgrenzfluß zwischen Tertiär (bezw. Jura) und Diluvium gewesen ist. Dafür könnte man geltend machen, das der letzte alte Mäander bei Zell unmittelbar bis zum Rande der Altmoräne aushält und unwillkürlich die ursprüngliche Fortsetzung des zu ihm gehörigen alten Flusses in der Richtung und Nähe des Südfußes des Teutschbuches vermuten läßt. Auch die eigentümliche inselbergartige Erosionsform des Osterberges könnte dafür sprechen, sowie endlich das Auftreten einer fluviatilen Geröllfläche nördlich von Heudorf, unmittelbar am Fuße des Jura, die allerdings als alluvial (1888) kartiert²⁾ ist, deren Herkunft sich aus der heutigen Orographie aber nur schwer erklärt. Ob dies aber ein lange bestehender Flußlauf war oder ob er etwa mit dem pliocänen Donaulauf ident war, darüber ist nichts bekannt.

Jedenfalls stellt sich von Zell bis Munderkingen³⁾, wo der Fluß abermals aus der Alb auf deren Vorland übertritt, sofort der Talcharakter der alten Donau, wie wir ihn oberhalb Sigmaringen kennen gelernt hatten, unverändert wieder ein. (Vgl. Fig. 5.) Hier also haben wir abermals ein Stück der pliocänen Donau vor uns.

Aber noch einmal wiederholt sich das Spiel; der alte Donaulauf taucht unter die Moränenmassen des Vorlandes unter, um uns erst bei Ehingen abermals vor Augen zu treten. Auf dieser Zwischenstrecke ist allerdings ein Tal bekannt, das heute ein breites Trockental ist: das Kirchener Tal. Es hat auch teilweise der Donau zum Abfluß gedient; wie die darin abgelagerten fluviatilen Schottermassen deutlich erkennen lassen³⁾, aber es war, wie schon der morphologisch differente Charakter sowie auch das Fehlen der pliocänen Quarzgerölle sofort zeigt, keinesfalls das primäre, konstante Bett einer pliocänen Donau. GUGENHAHN deutet es vielmehr, und wohl mit Recht, als eine Art Notauslaß für die durch die Alpengletscher zur Zeit der größten Vergletscherung aufgestauten Donauwasser.

¹⁾ GUGENHAHN: Zur Talgeschichte der oberen Donau. Jahr. H. d. Ver. f. vaterl. Naturk. i. Württ. 1903. S. 240.

²⁾ Blatt Riedlingen. Geognost. Atlas 1: 50000.

³⁾ Blatt Ehingen. Geognost. Atlas 1: 50000.

Aber von Ehingen aus können wir auf lange Strecke hin das alte Donautal verfolgen. Zwar wird es heute nicht mehr von der Donau selbst benützt, die hier wohl durch Anzapfung infolge der mit der weiterschreitenden Ausräumung des Alpenvorlandes Hand in Hand gehenden Tieferlegung der Erosionsbasis am Albrand gleichsam von der Alb herabglitt, aber trotzdem ist sein Charakter als altes, den oberen Laufstücken oberhalb Munderkingen und Sigmaringen entsprechendes Flußbett der pliocänen ältesten Donau unverkennbar. Dies ergibt sich einmal aus den Quarzschottern, den Dq-Schottern der Karte, die DIETRICH zwischen Ehingen und Ulm allenthalben auf den Höhen zu beiden Seiten des jetzigen Blau- bzw. Schmiechtales nachweisen konnte, die völlig ident mit den das Donautal oberhalb Sigmaringen begleitenden Schottern sind, sodann aus morphologischen Gründen. Übrigens hatte auch schon früher PENCK¹⁾ das Blautal als alten Donaulauf angesehen. (Vgl. Fig. 6.)

Das Blautal kann unmöglich von seinem heutigen Fluß geschaffen worden sein. Noch bei seiner Mündung fällt das Mißverhältnis auf, in dem Wassermenge und Talbreite stehen. Wie verloren pendelt der Fluß in zahllosen kleinen Mäandern auf dem breiten Talboden hin und her, ohne ihn jemals auszufüllen. Wandern wir flußaufwärts, so kommen wir bei Blaubeuern bald zum Blautopf, den Quellen der Blau. — Aber die Talwände bleiben steil und weit voneinander gerückt, ohne Rücksicht auf das Dasein, Fehlen und Verhalten der Blau. Eine kaum merkliche Wasserscheide führt zur Quelle eines im gleichen Tal gelegenen, aber entgegengesetzt fließenden Baches, der inversen Schmiechen. Wir haben hier auf seine ganze Erstreckung hin ein gleichmäßig tiefes und breites, nach beiden Seiten hin geöffnetes Tal vor uns, ein Tal also, das ohne Hintergehänge ist. Ein solches Tal aber, das seine genetische Unabhängigkeit von der heutigen Hydrographie sofort klar erkennen läßt, kann nur ein übernommenes Flußstück eines anderen Flußlaufes sein. Daß dies hier nur der alte Donaulauf gewesen sein kann, zeigt aber nicht nur die allgemeine Lage und Orientierung des Talzuges, die vollkommene morphologische Gleichwertigkeit geht auch aus der gleichen Ausbildung der Talmäander und Zwangsmäanderschlingen hervor.

Die einst freien Mäander der alten Peneplain sehen wir in allen Stadien der Entwicklung fixiert. Vom spitzen Tal-

¹⁾ PENCK: Über Periodizität der Talbildung S. 50. (Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde?)

sporn bei Weiler führt die Entwicklungsreihe über die fast abgeschnürte Schlinge bei Blaubeuren zu der vollendeten und heute versumpften Abschnürung und Schaffung des schon erwähnten Umlaufberges bei Schelklingen. Auch die große Schleife der Geländevertiefung südlich von Schelklingen, mit dem Schelklinger See, erscheint nur als das Relikt eines alten, großen Mäander.

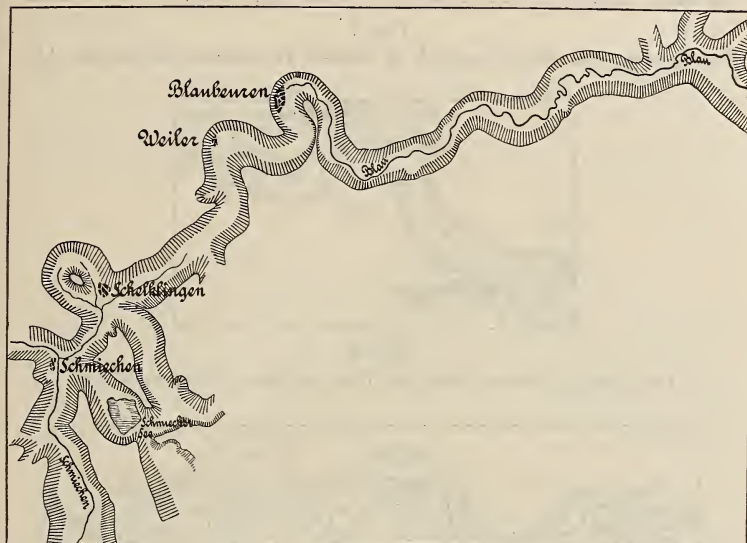


Fig. 6.

Das Blautal.

Talmäander des pliocänen Donautales mit Talsporen und Umlaufbergen.

Wenn aber auch das Vorhandensein der Zwangsmäander den Charakter des Tales der Blau und der Donau etwa oberhalb Sigmaringen als gleichartig erscheinen läßt, so besteht doch ein Unterschied zwischen beiden, der aber ihre genetische Zusammengehörigkeit nur um so stärker unterstreicht. Ich habe schon erwähnt, daß das Mittel des Schwingungsradius der Mäanderschlingen in einem gewissen Verhältnis zur Wassermenge des Flusses steht. Die Mäander nehmen daher flußabwärts generell an Größe zu. Dies gilt natürlich auch ebenso für die Talmäander und Zwangsmäander, also in diesem speziellen Falle für die Schwingungen der Talwände des verglichenen Donautalstückes bzw. des Blautales. (Vgl. Fig. 7, 8, 9.)

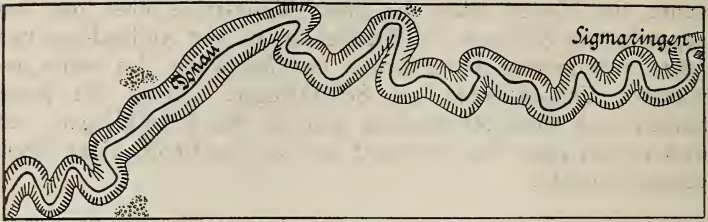


Fig. 7.

Das heutige und alte Donautal in seinem Durchbruch durch die Alb.



Fig. 8.

Das heutige Blautal oberhalb Ulm als altes Donautalrelikt.



Fig. 9.

Das heutige Wellheimer Trockental und Altmühltal bei Eichstätt als altes einheitliches Donaurelikt.

Fig. 7, 8, 9.

Vergleichende Darstellung von Zwangs- und Talmäanderstrecken der pliocänen Donau in gleichem Maßstabe zur Demonstration der flußabwärts zunehmenden Größenordnung der Schwingungsradien der einstigen Mäander.

Die Größenverhältnisse der Talmäander der Donau oberhalb Sigmaringen gruppieren sich ohne wesentliche Abweichungen um einen Mittelwert, der nennenswert kleiner ist, als das Mittel der Größenordnung, der die Blautalmäander angehören. Dieses Verhalten müssen wir bei der ja bereits bewiesenen ursprünglichen Zusammengehörigkeit der beiden Talstücke erwarten; denn im Blautal befinden wir uns immerhin schon wesentlich weiter stromabwärts als im Donautal bei Sigmaringen.

Die Tatsache des Vorhandenseins dieser Größendifferenz aber ist besonders dann ein wichtiger Hinweis auf die genetische Einheit verglichener Talstücke, wenn dieselbe auf Grund anderweitiger Untersuchungen vorher noch nicht sicher erwiesen war. Darauf wird sogleich noch zurückzukommen sein.

b) Die Donau unterhalb Donauwörth.

Fortsetzung der pliocänen Donau in östlicher Richtung. — Das Wellheimer Trockental. — Seine Beziehungen zur Altmühl, desgl. zur alten Donau. — Die pliocänen Quarzschotter. — Die Treuchtlinger Gerölle. — Herkunft. — Zusammensetzung. — Die Gerölle von Siegellöh. — Identifikationsversuche nach Alter und Herkunft. — Folgerungen. — Der Donaulauf von Kelheim bis Regensburg. — Pliocäne Donauschotter bei Passau.

Bei Ulm mündet die Blau in das junge Donaubett, das im wesentlichen dem heutigen Albruchrande folgt. Von da ab aber verlieren sich die bisher nachgewiesenen Spuren des pliocänen Donaulaufes. Man kann nicht annehmen, daß hier die alte Donau einstmals endete. Hier war zur Pliocänzeit kein Meer, kein See, in den sie münden konnte, und auch sonst ist kein Grund denkbar, der ihr plötzliches Verschwinden rechtfertigen würde. Wir müssen also annehmen, das ihr weiterer Lauf nachträglich zerstört worden ist. Auf der erhaltenen Juratafel unterhalb Ulm kann er nicht gelegen haben, denn dort wären bei dem gleichen Charakter des Gesteins für seine Erhaltung die gleichen, günstigen Bedingungen gegeben gewesen, wie weiter oberhalb. Wie aber dort seine Schotter noch gelegentlich über Resten obermiocänen Süßwasserkalkes gefunden werden, so müssen wir annehmen, daß er hier völlig auf die obermiocänen Süßwasserbildungen übergetreten ist und mit diesen bis heute zerstört worden ist.

Nach Süden zu, im Kalkgebirge der Alpen dürfen wir aber den alten Lauf ebensowenig suchen wie nach Norden. Denn auch damals kamen ja alle Flüsse von den Alpen herab nach

Norden zu; von der Alb aber strömten ihnen südwärts gerichtete Wasseradern entgegen. Wir müssen also annehmen, daß der Donaulauf in seiner Richtung verharrete und nach Osten strebte.

Hier finden wir denn auch unterhalb Donauwörth abermals Relikte eines höchst auffallenden Flußbettes: Das Trockental von Wellheim. Man hat es längst als diluvialen Donaulauf angesprochen, aber wir werden sehen, daß es in seiner Anlage zweifellos älter ist.

Betrachten wir das hydrographische Netz der Blätter:

Weißenburg	Beilngries
Eichstädt	Ingolstadt

 der Generalstabskarte des Deutschen Reiches 1:100000, so springt dessen Eigenart sofort in die Augen. Bei Rennertshofen öffnet sich zwischen den hohen Jurafelsen ein breites Tal gegen die heutige Donau und das flache südliche Vorland. Eine kurze Strecke dringt es nach Norden ins Kalkgebirge ein, um dann das Altmühltal zu treffen und mit ihm nach Osten umzubiegen. Auf große Strecken ist heute der weite Talboden flußlos. Nur einige kleine Bäche verlieren sich gleichsam in ihm. Charakteristisch für die Art des Tales ist ganz besonders der nördliche, kleine bei Dollnstein mündende Restfluß, und der südlich gerichtete inverse Bach bei Rennertshofen. Es ist genau das gleiche Bild, das der alte verlassene Donaulauf oberhalb Ulm mit Blau und Schmiechen bot.

Die Schutter, die in der Mitte des Talzuges ihren Ursprung hat, dasselbe aber bald verläßt, wird noch kurz zu erwähnen sein.

Das Tal zieht sich unter steilen Wänden in vielgewundenen Schlingen dahin; bei Wellheim ist es sogar zur Abschnürung eines Inselberges gekommen. Dieser morphologische Charakterzug des Tales ändert sich in keiner Weise bei seiner Umbiegung nach Osten. Vielmehr zeigt die bei Dollnstein sich mit ihm vereinigende Altmühl, allerdings in kleinerem Maßstab, ein genau korrespondierendes Verhalten ihrer Talwände, solange sie sich flußaufwärts noch im Jura-gebiet der Alb befinden.

Vergleichen wir aber die bei Dollnstein zusammentreffenden drei Talstücke: mittleres Altmühltal, unteres Altmühltal und Wellheimer Trockental, so zeigt sich, daß morphologisch heute nicht mittleres und unteres Altmühltal gleichwertig sind, wie man das erwarten sollte, sondern Wellheimer Trockental und unteres Altmühltal.

Dies zeigt einmal schon das Verhalten der Altmühl selbst. Von Treuchtlingen bis Dollnstein erscheint ihre Wassér-

menge dem Flußbett wohl angepaßt. Der Fluß füllt die Tal-schlingen völlig aus und erodiert noch die Seitenwände. Anders unterhalb Dollnstein. Plötzlich wird das Flußbett breiter, und die Altmühlwasser pendeln wie in zu weitem Gewande in freien kleinen Mäanderschlingen auf dem breiten, flachen Talboden hin und her, nur noch an vereinzelt Stellen, dessen steile Uferwände bespülend. Aus der normalen Flußentwicklung der Altmühl selbst läßt sich dies in keiner Weise erklären. Hier müssen andere Faktoren mit im Spiel gewesen sein.



Fig. 10.

Wellheimer Trockental, unteres und mittleres Altmühlthal.

(Das Bild läßt deutlich die völlige morphologische Gleichwertigkeit des Trockentales mit dem unteren nicht aber mittleren Altmühlthal erkennen.)

Diese ergeben sich aus der vergleichenden Betrachtung der Talzüge, ohne Berücksichtigung der heutigen Flüsse. Das Wellheimer Trockental setzt sich ohne die geringste Unterbrechung der Breite seines Talbodens in das untere Altmühlthal fort. Auch die Entwicklung der Talmäander zeigt nicht die leiseste Störung. Der große Dollnsteiner Mäander, der heute zur Hälfte dem Trockental, zur anderen Hälfte dem Altmühlthal angehört, setzt ohne Unterbrechung aus einem Tal in das andere fort, gerade an der Stelle, wo die Altmühl mit ihrer

Einmündung in die Mäanderschlinge die eigenartige Divergenz in der Entwicklung ihres Talbodens nach oben und unten hin zeigt.

Aber auch das früher schon benützte Gesetz der von der Wassermenge eines Flusses abhängigen Größenordnung der Mäanderradien kommt hier deutlich zum Ausdruck. (Vgl. Fig. 7, 8, 9.) Die Mäander der Altmühlstrecke Treuchtlingen-Dollnstein ordnen sich unverkennbar einem wesentlich kleineren Mittelwert unter, als die Mäanderschlingen zwischen Dollnstein und Rennertshofen, bzw. zwischen Dollnstein und Eichstädt. Die Mäander dieser beiden letzten Strecken aber haben in offenkundigster Weise gleiche Schwungweite ihrer Talschlingen.

Dadurch dokumentiert sich morphogenetisch mit unabweisbarer Notwendigkeit:

1) Die Talstücke Rennertshofen-Dollnstein, Dollnstein-Eichstädt haben eine einheitliche Entwicklungsgeschichte durchlaufen, sie wurden, da sie morphologisch völlig gleichwertig sind, von einem und demselben Flusse geschaffen.

2) Die Talstücke Treuchtlingen-Dollnstein und Dollnstein-Rennertshofen einerseits, Dollnstein-Eichstädt andererseits sind morphologisch nicht völlig gleichwertig, sie verdanken ihre Entstehung daher verschiedenen Flüssen.

3) In bezug auf das Alter in Cyclus und Stadium erscheinen alle drei Flüsse morphogenetisch völlig gleichwertig. Die Ausbildung der Talzüge aber läßt in den verglichenen Stücken deutlich das Verhältnis von Hauptfluß und Nebenfluß hervortreten; d. h. die primäre Altmühl mündete bei Dollnstein in einen von Rennertshofen gegen Eichstädt fließenden primären Hauptstrom. —

Welches war nun dieser primäre Hauptstrom? Wo kam er her? Diese Fragen sind um so wichtiger, als wir hier einen gewaltig breiten Talzug von senilem Habitus vor uns haben, dessen Größe und Bedeutung kein anderer Fluß des gesamten Gebietes erreicht. Also schon die Größenordnung des Flusses weist auf die Stammader der ganzen Entwässerung: die alte Donau. Für die Stütze dieser Annahme gibt es aber eine ganze Reihe greifbarer Tatsachen:

a) Der bei Rennertshofen auftretende weite Talzug muß notwendig bereits eine weite Strecke durchlaufen haben. Seine in der Hauptsache ostwärts weisende Fließrichtung läßt seine Quellen im Westen vermuten. Dort aber kommt nur der Donauoberlauf als Quellgebiet in Frage.

b) Das alte obere Donautal zeigte an dem Beispiel des verlassenen Blautales eine Tendenz, nach Süden im Laufe der Entwicklung von der Alb abzugleiten. Alte Flußlaufstücke werden daher vornehmlich im Norden des heutigen Flusses zu suchen sein. Dies trifft auch für unseren Fall zu.

c) Die allgemeine Richtung der Talentwicklung der pliocänen oberen Donau ging — natürlich mit vielen lokalen Unterbrechungen — nach Osten. Dies ist auch hier der Fall.

d) Die Zwangsmäander des obersten Donaulaufes zeigen, wie erwähnt, eine geringere Größenordnung ihrer Schwingungsradien als die Talmäander des Blautales. Die des Blautales sind aber ihrerseits wieder kleiner als die hier vorhandenen. Das ist die zu erwartende Entwicklung in der Entfaltung von Mäandern in einem einheitlichen großen Strom einer Peneplain.

e) Die Basis der Quarzschotter des oberen Donautales fällt leicht gegen Osten. Auch hier fällt die Auflagerungsfläche alter Quarzschotter nach Osten.

f) Die Höhenlage der Quarzschotter fällt vom obersten Donaulauf an ganz regelmäßig. Sie liegen am höchsten oberhalb Sigmaringen wo sie 900 m Höhe übersteigen, sie fallen bis in die Gegend von Blaubeuren auf 600—700 m, erfahren dann oberhalb Ulm eine geringe, wohl nachträgliche Verbiegung ihrer Sohle bis zu 547 m tiefster Lage, treten in dem hier behandelten Talstück bei ca. 500 m Höhe auf und fallen noch weiter bis in die Passauer Gegend, wo sie in Höhen von ca. 400 m angetroffen werden.

g) Als eines der sichersten Argumente für die Fortsetzung der alten Donau im Wellheimer Trockental muß das Auftreten von Quarzschottern bezeichnet werden.

Es würde zu weit führen, hier des näheren auf deren Bewertung einzugehen, und muß ich diesbezüglich auf meine Darlegungen a. a. O. hinweisen¹⁾.

Kurz zusammengefaßt konnte gezeigt werden, daß die lange als diluvial angesehenen, durch die sorgfältigen Begehungen SCHWERTSCHLAGERS²⁾ bekannt gewordenen Höhengschotter von Sigellöh und anderen Orten entlang dem Wellheimer Trockental und unteren Altmühltal, bei näherer Betrachtung sowohl stratigraphisch wie petrographisch als Äquivalente der Dq-Schotter der Ulmer Gegend sich erweisen lassen, also auch ihrem Alter nach wie diese an der Grenze von Pliocän und

¹⁾ H. RECK: Ein Beitrag zur Kenntnis des ältesten Donaulaufes in Süddeutschland. Zentr.-Bl. f. Min. usw. 1912.

²⁾ SCHWERTSCHLAGER: Altmühl und Altmühlgebirge. Eichstädt 1905.

Miocän¹⁾ stehen. Ihr höheres als diluviales Alter hatte auch PENCK schon erkannt. Damit aber bekunden sie nicht nur durch Lagerung und Habitus, sondern auch durch ihr Alter ihre genetische Zugehörigkeit zum ältesten bekannten Donaulauf.

Eng verknüpft mit diesen Untersuchungen war natürlich auch die Frage nach der Berechtigung der so vielfach vertretenen Annahme eines einstigen Durchbruches der alten Donau durch das heutige Altmühltal nach Norden zum fränkischen Becken und Rhein hin. Aber die Hauptstütze dieser Theorie, der Fund alpiner Gerölle am nördlichen Fuße der Albtal, konnte einer kritischen Nachprüfung nicht standhalten²⁾, und es muß gegenüber THÜRACH, SCHWERTSCHLAGER u. a. hier ebenso betont werden, wie weiter stromaufwärts gegenüber den HAAGSchen Donauablenkungsgedanken, daß die Donau in jungtertiärer Zeit völlig die Hydrographie beherrschte und durch den Rhein keineswegs — wie etwa heute — in ihrer Existenz bedroht war.

Hat man aber einmal die Fortsetzung des alten bei Ulm unter den Diluvialmassen des abgesunkenen Vorlandes verschwundenen Donaulaufes bei Rennertshofen wieder erkannt und seinen Lauf über Dollnstein ins Bett der unteren Altmühl weitergeführt, so ist es leicht, ihm bis in die Regensburger Gegend zu folgen.

Auch auf dieser Strecke verdienen noch einige morphologische Eigentümlichkeiten Erwähnung.

Südlich des alten Donautales vom Trockental abzweigend, zieht ein der unteren Altmühl lange Zeit nahezu paralleler, heute versumpfter Talzug nach Osten, der nur der kleinen bei Ingolstadt mündenden Schutter zum Abfluß dient. Hier müssen einst größere Wassermassen die Weite des Tales geschaffen haben: Wir haben hier nach ziemlich allgemeiner Annahme ein vorübergehendes Tal der Donau vor uns, das sie benützte, als sie im Begriffe war, zur mittleren Diluvialzeit endgültig ihr altes Tal zu verlassen.

Auf diese Zeit führt ihr Durchbruch durch die Jurafelsen von Steppberg zurück.

Verfolgen wir aber das pliocäne Donautal über das Wellheimer Trockental hinaus, so müssen wir dem heutigen Altmühlunterlauf folgen, wie das bereits dargelegt wurde. Bei Kelheim treffen dann junges und altes Donautal wieder zusammen. Von dort ab benützt heute noch der Fluß sein terti-

¹⁾ H. RECK: Zur Altersfrage des Donaubruchrandes. Zentr.-Bl. f. Min. usw. 1912.

²⁾ H. RECK. Ein Beitrag usw. a. a. O.

äres Bett. Wenn auch meines Wissens bis jetzt auf dieser Strecke noch keine Quarzschotter von den das Tal begleitenden Höhen bekannt geworden sind, so liegt dies sicher nicht an ihrem Fehlen, sondern an dem Mangel an diesbezüglichen Untersuchungen. Wenn wir also hier auch vorläufig noch auf dieses Beweismittel verzichten müssen, so ergibt sich die gene-



Fig. 11.

Das heutige und tertiäre Donaubett unterhalb Kelheim.

(Zeigt die durch die bikonvexe Talwandererosion dokumentierten, nach Osten rasch abnehmenden Interferenzerscheinungen der spitzwinklig aufeinanderstoßenden Flußschwingungsrichtungen der tertiären und heutigen Donau.)

tische Zusammengehörigkeit der ganzen Flußstrecke von Rennertshofen über das Altmühltal bis Regensburg dennoch zur Evidenz aus der morphologisch völlig gleichartigen Entwicklung des Talzuges, die nur bei gleicher Geschichte, bei Schaffung durch einen und denselben Fluß verständlich ist.

Die eigenartig verwischt aussehende Talschlingenform direkt unterhalb der Altmühlmündung bei Kelheim ist hiervon nicht etwa eine Ausnahme, sondern nur eine eigenartige Modifikation durch das Zusammentreffen zweier nicht gleichzeitig in Tätigkeit gewesener Krafrichtungen der Erosion.

Während in der normalen Talentwicklung und Mäanderbildung dem konvexen Ufer des Flusses oder der konvexen Seite des Tales auf der gegenüberliegenden Flußseite eine konkave Seite entspricht, treffen wir hier auf eine starke Talerweiterung, deren Begrenzungswände beide konvex nach außen gekrümmt erscheinen. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich stromabwärts, doch mit abnehmender Schärfe, um dann bald endgültig sich zu verlieren.

Während die Talerweiterung allein auf eine besonders kräftige Erosionstätigkeit hinweist, ist die beiderseits gleichgerichtete Talkrümmung aus dem einheitlichen, normalen Entwicklungsgang eines Flußlaufes nicht erklärbar.

Aber die Lage dieser merkwürdigen Erscheinung gibt uns die Erklärung an die Hand. Sie treten gerade da am stärksten auf, wo die beiden Donautäler aufeinanderstoßen, wo die Stoßkraft der Donauwasser also aus verschiedener Richtung wirkte. Dies war aber nicht gleichzeitig der Fall, sondern geschah nacheinander. Wir müssen also annehmen, daß die heutige Talgestaltung hier erst eine jugendliche ist. Das Tal war ursprünglich in gewöhnliche Zwangsmäanderschlingen gelegt, als aber die tertiäre Donau im mittleren Diluvium ihr neues Bett wählte, stieß, wie die Karte zeigt¹⁾, ihr Wasser aus veränderter Richtung gerade auf den Talsporn des ursprünglichen Mäanders und mußte diesen beseitigen, um ihren eigenen Schwingungsbogen ausführen zu können. Die hierbei entstehenden Reibungen an den Talwänden wie durch die nun seitlich einmündende kleinere Altmühl mußten die Kraftlinien bald wieder einheitlich zusammenfassen, so daß diese Art der Talbildung stromabwärts sich rasch verlor.

Erst unmittelbar vor Regensburg tritt die heutige Donau in ihrem tertiär angelegten Bett aus der Juratafel aus.

Aber auch hier verlieren wir noch nicht die letzte Spur ihrer tertiären Fortsetzung. Zwar liegt es außerhalb des Rahmens dieser Arbeit, das alte Flußtal noch weiter stromab zu verfolgen; aber es schließt die Kette unserer Beobachtungen und Folgerungen, hier noch auf ein altes Geröllvorkommen bei Passau kurz hinzuweisen, dessen Entstehung ebenfalls in völliger Übereinstimmung mit dem bisher Gesagten, auf die alte, pliocäne Donau hindeutet, und wegen dieser Übereinstimmung hinwiederum auch für das bereits Ausgeführte eine Stütze ist.

¹⁾ Vergl. Bl. Kelheim (596) der Karte des Deutschen Reiches 1 : 100000.

Schon DIETRICH hatte den Gedanken ausgesprochen, daß die Gerölle oberhalb Passau Aequivalente der altpliocänen Höhenschotter der Donau oberhalb Ulm seien, diesen Gedanken aber leider nicht weiter verfolgt. Wie dankbar und richtig er aber war, scheint mir aus den Mitteilungen PENCK'S¹⁾ hervorzugehen, der das Vorkommen gänzlich unabhängig von diesem Gedankengang schildert, worauf ich auch an anderer Stelle bereits eingegangen bin²⁾.

Er betrachtet den Hausruckschotter nach den Funden von Mastodon angustidens als mittelmiocän³⁾, trennt aber davon das Quarzgeröll, welches u. a. im Neuburger Walde oberhalb Passau die Höhen überdeckt und bis auf über 500 m Höhe aufsteigt. Dieses hält er, seiner tieferen Lage entsprechend, für jünger und stellt es ins Obermiocän.

Noch 100—120 m tiefer, also in ca. 400 m Meereshöhe folgt nun abermals ein Quarzgeröllhorizont, der sich vielleicht Donauabwärts in den Geröllen bei Pechlarn usw. in ca. 300 m Höhe fortsetzt. Seiner tiefen Lage entsprechend hält PENCK diesen Schotter für pliocän, zumal derselbe noch wesentlich höher liegt als die ältesten diluvialen Schotter der Umgebung.

GÜMBEL hatte die ganze Folge dieser Schotter als jünger aufgefaßt und entsprechend die hier als pliocän angesehenen Flußgerölle als diluvial kartiert. Doch spricht hiergegen neben anderen schon von PENCK angegebenen Punkten auch das regelmäßige Gefälle dieses petrographisch so gleichartigen fluviatilen Geröllhorizontes auf der ganzen Linie Sigmaringen—Ulm—Wellheim—Passau—Pechlarn, welches den Gedanken sehr nahelegt, daß sie alle einem einheitlichen Strom ihr Dasein verdanken und daher auch gleichen Alters sind. Dann aber können sie nur pliocän sein.

c) Zusammenfassung.

Fassen wir nun die an den einzelnen Lokalitäten gewonnenen Resultate kurz zusammen, so kommen wir zu folgendem einheitlichen Bild eines ältesten Donaulaufes und seiner landschaftlichen Umgebung zwischen Schwarzwald und Böhmerwald:

Die Donau in ihrem heutigen Charakter als großer Sammelfluß kann erst nach dem Rückzug des mittel-

¹⁾ PENCK-BRÜCKNER: a. a. O. S. 83.

²⁾ H. RECK: Ein Beitrag zur Kenntnis des ältesten Donaulaufes in Süddeutschland Centr. f. Min. usw. 1912.

³⁾ Vgl. diese Arbeit S. 120.

miocänen Molassemeeres entstanden sein; denn dieses bedeckte vielerorts die Gegend ihres heutigen Laufes. Die Anlage des obersten Donaulaufes war aber durch den kurz vorher erfolgten Beginn einer Heraushebung des Schwarzwaldes über das Niveau der **prämittelmiocänen Peneplain** bereits zur Zeit des Molassemeeres erfolgt.

Mit dem Rückzug des Molassemeeres nach Osten und Süden aber muß auch die Donau als Sammelader der Oberflächengewässer immer mächtiger sich entwickelt haben.

Die Bewegungen des Landes waren bis zum mittleren Miocän stets nur geringe und von da ab wenigstens sowohl positiver wie negativer Natur gewesen. Sie hatten, wie die wiederholten Meerestransgressionen und ihre allmähliche Aussüßung zur älteren bis mittleren Tertiärzeit, sowie die Mächtigkeit der dabei gebildeten Sedimente nahelegen, sehr langsam und zugleich durch sehr lange Zeiträume stattgehabt. Die stärksten und wohl auch plötzlichsten Niveaudifferenzen schuf erst das jüngste **Obermiocän** mit der Absenkung des südlichen Albvorlandes und der heutigen Schrägstellung der Albtal.

Das **peneplainisierte Mittelmiocän** also, das einen vorangegangenen älteren Erosionscyclus zur notwendigen Voraussetzung hat, diente einem neuen Erosionscyclus als Unterlage. Dieser aber reifte bis zur **Pliocänzeit** weitgehend aus, wie uns der Charakter der alten Täler zeigt.

Daß diese Anlage vor ihrer Störung durch den folgenden Cyclus mindestens **altpliocän** war, ergab sich:

a) aus der Feststellung, daß die alten Flußgerölle bei Ulm über obermiocänem Sylvanakalk lagen, ferner daraus, daß

b) diese Gerölle überall höher liegen, als der älteste Deckenschotter, also älter sind als dieser, endlich daraus, daß

c) analoge Gerölle bei Passau tiefer liegen als obermiocäne Gerölle, also jünger sind.

Diesen alten Flußlauf aber zerstückelte der altpliocäne bis höchstens jüngstobermiocäne Donauabbruch.

Folglich muß dieser älteste feststellbare Donaulauf **obermiocän** gewesen sein.

Daß dieser Fluß zuletzt tatsächlich auf einer **Peneplain** floß, ergab sich:

a) aus dem morphologischen Verhalten des alten Tales, das heute noch fast auf seine ganze Erstreckung regelmäßig an Größe zunehmende Zwangsmäander zeigt.

b) aus der Tatsache, daß **PENCK** auch für das südlich an die Donau grenzende Landgebiet der oberbayerischen Höch-

ebene das Vorhandensein einer subaerisch gebildeten Denudationsfläche, also einer Peneplain, unter den ältesten Diluvialgebilden feststellte.¹⁾

c) daraus, daß auch die Albnebenflüsse dieser alten Donau den Charakter der Peneplain, über die sie damals flossen, deutlich bis heute im Talcharakter festgehalten haben, wie im folgenden noch zu erweisen sein wird.

Die völlige Ausreifung des zweiten bekannten Denudationscyclus zur Peneplain in obermiocäner Zeit kann daher nicht in Zweifel gezogen werden.

Daß ein geographischer Cyclus aber so weitgehend die Stadien seiner Entwicklung durchlaufen konnte, ohne ganz wesentlich durch den Horizontalabtrag von Schichtkomplexen den Charakter der Landschaft zu verändern, kann nur dem glücklichen Zusammentreffen einer Reihe der Erhaltung der Schichten besonders günstiger Umstände zugeschrieben werden.

Unter diesen sei hier nur auf die in horizontaler Richtung gegen die Erosion so resistente Beschaffenheit der Albkalke, welche nur in vertikalen Schnitten zerstört werden, einerseits, auf die starke Auffüllung der Senke des Alpenvorlands durch fluviatile Alpensedimente und mächtige Süßwasserseebildungen während der ganzen Obermiocänzeit andererseits hingewiesen, welche die morphologische Wirkung eines etwa schon vorhandenen Abbruchrandes durch Verschüttung eliminieren halfen. Der Albabbruch kam zu Ende des obermiocänen Cyclus an der Oberfläche nicht zum Ausdruck, wie ich dies anderwärts bereits ausgeführt habe.

Die Tieferlegung der Erosionsbasis im südlichen Vorlande erfolgte nun wohl hauptsächlich durch starke Bewegungen an den Rändern des Verwerfungsrandes sowie auch durch die rasche Ausräumung des Molasselandes durch die Tätigkeit der durch die Alpenhebung und später auch durch den infolge der klimatischen Änderungen eingetretenen größeren Wassergehalt neu belebten Alpenflüsse.

Erst der neue, pliocäne Cyclus bringt den Albabbruch zu morphologischer Wirksamkeit.

So legte die pliocäne Erosion die Täler an, welche die Glazialzeit vorfand und weiter vertiefte.

Denn zweifellos war die Glazialzeit im Gegensatz zu den vorher herrschenden Verhältnissen eine Zeit zwar wechselnd

¹⁾ PENCK-BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter. S. 75.

starker aber doch überwiegender Erosion. „Gegenüber einer fluvioglazialen Akkumulation von insgesamt ca. 80 m fand eine Erosion von ca. 170 m statt, so daß das heutige Tal ca. 90 m tiefer liegt, als die ursprüngliche Oberfläche der Gegend.“¹⁾

Im Zusammenhang mit diesen Verhältnissen aber ist die offenbare Tendenz der jungen Donau, aus ihrem alten hochgelegenen Bett auf der Albtafel zum tieferen Vorland im Süden hinabzugleiten und sich dort eine neue Rinne anzulegen, leicht verständlich.

Mit der starken Erosionskraft des Postpliocäns konnte die Erosion der Albtäler bei der der Zerstörung so wenig günstigen Beschaffenheit des Gesteins, natürlicherweise nicht Schritt halten.

Auf diesen Ursachen und Bedingungen beruht im wesentlichen das heutige größtenteils noch unreife Stadium dieses jugendlichen Cyclus, das nur langsam zu größerer Reife fortschreitet, weil auch die im Postglazial zunehmende Trockenheit des Klimas der Weiterarbeit der Flüsse hindernd im Wege steht. Dies ist allerdings nicht so handgreiflich und deutlich bei der großen Sammelader der Donau selbst zu beobachten, als vielmehr an ihren nördlichen Nebenflüssen, deren Täler uns, dank der so schwer angreifbaren Beschaffenheit des Gesteins, in das sie eingegraben sind, gerade am besten die Züge ihrer Geschichte bis ins Tertiär zurückverfolgen lassen, wie dies sogleich zu zeigen sein wird.

III.

Die schwäbische Alb und ihr nördliches Vorland.

a) Der Südwesten der schwäbischen Alb.

Prim-Faulenbachtal. — Seine Morphogenese. — Die Berechtigung der HAAGSchen Annahme einer hier nordwärts fließenden diluvialen Donau. — Talweite und Flußgröße. — Beera. — Morphogenese.

Kehren wir nochmals zurück zu den westlichen Teilen unseres Gebietes, zum obersten Donaulauf. Es wurde bereits gezeigt, daß die Donau gegenüber der früheren Ausdehnung ihres Einzugsgebietes im Süden an Terrain verloren hat, und von dort her heute überhaupt in ihrer Existenz stark bedroht wird. Die Wutachabzapfung hat dies gezeigt. Noch viel weitgehender aber erweist sich ihr Verlust im Norden.

Unmittelbar nach ihrem Eintritt in den Jura bei Geisingen zeigt die Donau eine deutliche subsequente, dem Albrand pa-

¹⁾ PENCK-BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter. S. 33.

rallele Richtung, bevor sie sich bei Mühlheim zum Albdurchbruch entschließt.

Auf dieser Strecke Geisingen - Mühlheim aber faßt die Donau linkseitig eine ganze Anzahl eigenartig entwickelter Täler zusammen, die sämtlich keine Fortsetzung am rechten Donauufer haben, also jünger sind als diese. Die Höhen des rechten Donauufers aber krönen die Reste der oberen Meeresmolasse.



Fig. 12.

Das Prim-Faulenbachtal mit der flachgelegenen Talwasserscheide bei Balgheim.

(Nach der Karte 1:50000 des geognost. Atlas von Württemberg gez. und verkleinert.)

Die Täler sind sämtlich unverhältnismäßig breit im Vergleich zu den kümmerlichen Wasseradern, die sie beherbergen. Man gewinnt sofort den Eindruck, daß diese Bäche die Täler nicht geschaffen haben können. Die Talwände sind steil und gehen mit scharfem Knick oben in die Hochfläche des Jura-plateaus über. Aber es sind sämtlich offene Täler, denen das Hintergehänge fehlt. Die kleinen Bäche haben ihre Quellen

sämtlich außerhalb der Täler im geologisch tieferen Vorland. Es sind echte Durchbruchstäler.

Bei weitem das größte und auffälligste derselben ist das Prim-Faulenbachtal, das ich hier als Typ für die anderen etwas eingehender behandeln muß.

Das Tal durchbricht in einer Länge von ca. 12 km die Albtafel, und hat dabei grobenteils eine Breite, welche selbst die des Donautales übertrifft. Wenn hier einst ein alter Fluß zur Donau floß, so war dieser einst die Hauptquelle derselben.

Daß er dies tatsächlich tat, ist nicht schwer zu erweisen. Es sei vorausgeschickt, daß bei der fast ungestörten Lagerung der Schichten tektonische Störungen außer acht gelassen werden können, da sie jedenfalls zu gering waren, um das morphologische Bild der Oberfläche nennenswert zu beeinflussen. Die Flüsse haben keinen Zug, der an die Tektonik gebunden schiene, an sich. Umso reiner tritt hier das Bild normaler Morphogenese durch äußere Faktoren hervor.

Heute streiten sich zwei kleine Bäche um den Besitz des Tales. Im Süden der Faulenbach, im Norden die Prim. Dies können keine primären Verhältnisse sein. Der weite offene Talzug, muß von einem großen Fluß geschaffen worden sein, der in einer Richtung seine Wassermassen einheitlich dahinführte. War dieser nun ein Nebenfluß des Rheins oder der Donau? An die Entscheidung dieser Frage knüpft sich sogleich die Antwort für eine weitere: Ist die Donau hier Räuber oder Beraubte?

Nächstliegend ist wohl nach den vorausgegangenen Ausführungen die Annahme, daß wir hier ein altes Tal haben, das einst einen breiten Fluß, welcher der Schwarzwaldböschung folgend von Nordwesten kam, in spitzem Winkel, wie dies bei normaler Entwässerung gewöhnlich der Fall ist, der Hauptsammelader zuführte. Es ist heute ein Durchbruchstal, wie alle anderen benachbarten; eine Quelle, die heute ins Tal hineingerückt ist, muß aber einst über das offene Talende im NW hinausgegriffen haben. Die Talwände sind steil und gerade im Gegensatz zu den gewundenen Schlingen der Donautalwände unterhalb Mühlheim. Wenn übrigens auch die Donau stretche Geisingen-Mühlheim heute ziemlich gestreckt erscheint, so verrät das Tal doch, daß es auch hier früher Mäanderwindungen gefolgt war, wie heute noch oberhalb Möhringen, so früher auch bei Tuttlingen und Neudingen. Das bekunden die schlingenartig abgelagerten, heute trockengelegten Geröllvorkommnisse.

In den gerade gestreckten Wänden der vom nahen Schwarzwald herabführenden Täler aber liegt ein markanter Unterschied

zum Verhalten der schwarzwaldfernerer Täler, die stark mäandrierenden Flüssen, wie noch zu zeigen sein wird, als Bett dienten. Flüsse annähernd gleicher Größenordnung in einem und demselben Cyclus aber sollten bei gleicher Entfernung von der Erosionsbasis und völlig gleicher geologischer Unterlage auch morphologisch gleichen Habitus aufweisen. Der Unterschied ist aber offenbar lokalisiert und durch die Schwarzwaldnähe bedingt, also müssen wir in ihm auch die Ursache seines Entstehens suchen. Dies kann aber dann nur eine lang andauernde oder öfters erneute langsame Heraushebung des Schwarzwaldmassives sein, welches die Flüsse bis zum heutigen Cyclus jugendlich erhielt.

Die Anlage des Prim-Faulenbachtals geht auf dieselbe Zeit zurück, wie die der Donauquellen; denn es folgt derselben alten Konsequenzrichtung vom Schwarzwald herab, wie diese. Es erscheint aber durch die Subsequenzzone des vordringenden Neckar heute geköpft, seines Oberlaufes beraubt, den wir im Schwarzwald suchen müssen.

Es ist zu betonen, daß dieses breite Tal völlig dem gleichen Bauplan folgt und die gleiche Entwicklung zeigt, wie die benachbarten kleinen Flüsse und Täler z. B. die Elta, der Kraienbach, der Mühlwiesenbach im Süden, der Beerabach u. a. noch zu besprechende im Norden.

Dies spricht an sich sehr gegen die zweite der oben genannten Möglichkeiten, daß nämlich dies Tal seine Breite und heutige Ausgestaltung einem nach Norden zum Rhein hin gerichteten, alten Donaustrom verdankt. Dann würde das Prim-Faulenbachtal eine Ausnahmestellung einnehmen, wie HAAG¹⁾, der die Donau hier durch glazialen Aufstau zum Neckar hin abgelenkt sein läßt, dies auch tatsächlich will, und worin ihn ein äußerer Umstand, die einzig dastehende Breite des Tales, vielleicht bestärkte; oder aber alle die genannten Paralleltäler mußten einst umgekehrt wie heute von ihren Bächen durchlaufen worden sein. Das aber hat noch niemand behauptet.

HAAG gilt als Beweis seiner Annahme die Tatsache, daß er Schwarzwaldgerölle zwischen Weißjurageröllen in ca. 690 m Höhe auf dem Hohenberg gefunden hat. Besonders beweisend aber scheint ihm der Fund eines Keupersandsteines zwischen 677 und 689 m, wobei auch noch angenommen werden darf, daß die ursprüngliche Ablagerungsstelle möglicherweise etwas höher gelegen war, da durch Verrutschung und dergleichen die Gerölle in tieferes Niveau gelangt sein können. Die heutige

¹⁾ HAAG: Zur Talgeschichte der oberen Donau. Zentr.-Bl. f. Min. uws. 1903. Nr. 19.

Wasserscheide zwischen Prim und Faulenbachtal liegt etwas höher; allerdings höchstens 10 m, denn die heutige Wasserscheide bei Balgheim liegt auf 689 m Höhe.

Diese Angaben scheinen mir nun durchaus kein zwingender Beweis. Wenn wir bedenken, daß mit dem Vordringen der Zerstörung der älteren tertiären Konsequenzentwässerung die Ausräumung der Neckarniederung entsprechende Fortschritte nicht nur in der Ausdehnung nach Süden, sondern auch in ihrer Verbreiterung machen mußte, so ist ein seitliches rasches Zurückweichen des Albrandes und damit auch der Keuper-Jurastufe selbstverständlich. Mit diesem Zurückweichen der gegen den Schwarzwald hin allerdings nur ganz gering ansteigenden Schichten mußte aber notwendig eine Erniedrigung der Schichtköpfe Hand in Hand gehen, und es wäre erstaunlich, wenn diese bei der überall so starken Vertiefung und Ausräumung, welche seit Beginn des pliocänen Cyclus die ganze Umgebung betraf, hier nicht einmal 10—12 m erreicht hätte.

Es kann vielmehr wohl als sicher gelten, daß im Westen des Primtales zur älteren Glazialzeit, in welche HAAG die Ablenkung der Donau verlegt, die Keupersandsteine noch mindestens 10 m höher ausstrichen als heute, und somit damals noch in höherer Lage vorkamen, als sie die heutige Wasserscheide hat. Dann aber können auch W-O strömende Flüsse die Gerölle gebracht haben, die HAAG auf weitem Umweg durch das oberste Donautal schließlich von O nach W transportiert sein läßt.

Weiter bestärkt HAAG der Fund von Schwarzwaldgeröllen insbesondere von Buntsandstein in 660 m Höhe zwischen Frittlingen und Neufra in seiner Ansicht. Aber in diesen Geröllablagerungen ist vor allem der Mangel an Weißjureröllen auffallend. Ihre Abwesenheit läßt sich leicht bei einer südöstlich gerichteten Strömung erklären, da hier die Wasser erst eine kurze Strecke vorher den Weißjura betreten hatten; sie wird aber unverständlich, sobald man eine Strömung aus Süden annimmt, die notwendig ihre Wasser erst ein weites Stück Wegs durch den Jura geführt haben muß. Auch durch Zerstörung infolge hohen Alters läßt sich dieser Mangel nicht erklären, da andere gleichalterige wenn nicht ältere Ablagerungen (z. B. Hohenberg) massenhaft Jurakalke enthalten.

Zu alledem aber kommt noch, daß HAAGS Höhenangaben wenigstens vom Hohenberg in ihrer Exaktheit von GUGENHAHN¹⁾

¹⁾ GUGENHAHN: Zur Talgeschichte der oberen Donau. Jahr. H.-d. Ver. f. vaterländ. Naturk. i. Württ. 1903. S. 240 ff.

bezweifelt wurden. Hierüber könnte nur eine erneute Untersuchung entscheiden, aber selbst unter der Annahme ihrer Richtigkeit enthalten die von HAAG angeführten Tatsachen kein Material, welches für einen diluvialen wenn auch nur vorübergehenden S-N Lauf der Donau durch dieses Tal beweisend wäre.

Aber ein Punkt muß bei der HAAGSchen Auffassung noch besonders betont werden. Er nimmt offenbar eine ältere Entstehung des Tales durch einen ursprünglich NW-SO gerichteten Fluß an. Wenigstens betont er ausdrücklich seine Übereinstimmung mit PENCK in dieser Frage; dieser aber sieht im heutigen Eschachtal im Schwarzwald das Relikt des Oberlaufes des einst so mächtigen Stromes, dessen kümmerliches Überbleibsel der heutige Faulenbach ist, während erst im Anschluß an die jüngere Abzapfung des Neckars der Primbach als invers-obsequenter Renegat das Gefälle des alten Talbodens umkehrte.

In dieser Auffassung liegt als notwendige Prämisse bereits das Wandern der Talwasserscheide nach Süden im Anschluß an die Abzapfung. Auch diese erkennt HAAG an, denn er bemerkt ausdrücklich, daß die Wasserscheide zur Zeit des Aufstaus der Gewässer wohl über die bedeutend nördlicher gelegene Frittlinger Höhe gezogen sei.

Damit aber bliebe nur die Annahme übrig, daß der Fluß ursprünglich nach Süden geflossen, dann infolge Aufstaus nach Norden, dann durch junge Erosion der Donau wieder nach Süden abgelenkt worden sei. Abgesehen von der Unwahrscheinlichkeit dieses labilen Hin- und Herpendelns eines großen Stromes und seiner Rückgabe an ein alterndes Flußsystem, nachdem er einmal einem jugendkräftigen zum Opfer gefallen war, müßte man doch Spuren dieser Wechsel zu finden erwarten dürfen, wie schon GUGENHAHN mit Recht betont¹⁾.

Gewiß mag ein geringer Aufstau der Donau ins Faulenbachtal gelegentlich stattgefunden haben, dafür spricht die Altmoräne, die noch HILDENBRAND bis über Wurmlingen hinaus ins Tal eindringend kartiert hat. Aber ein Aufstau bis zur alten Wasserscheide müßte notwendig auch große Teile des Donauoberlaufes aufgestaut haben, bevor die Wasser nach Norden überfließen konnten. Jedoch weder die dem entsprechenden Strandlinien, noch Terrassen, noch die zu erwartenden Seesedimente oder Gletscherablagerungen konnten bis heute nachgewiesen werden. Die zeitweilige Schotterauffüllung des Neckartales aber darf man wohl nicht ohne weiteres als beweisend mit diesen Ver-

¹⁾ GUGENHAHN a. a. O.

hältnissen in Zusammenhang bringen, wie HAAG dies gern möchte. Eine solche Auffüllung der Täler zur Glazialzeit ist eine viel zu allgemeine, besonders auch in der Umgebung überall beobachtete Tatsache, um hier besondere Schlüsse lediglich aus der Tatsache ihres Vorhandenseins heraus rechtfertigen zu können.

Die Betrachtung der geologischen Verhältnisse des Prim-Faulenbachtals selbst rechtfertigt also nicht die Annahme, daß es einst von der Donau in nördlicher Richtung durchflossen wurde. Die zugunsten dieser Annahme vorgebrachten Tatsachen lassen eine natürlichere Deutung auf anderem Wege zu, das Fehlen anderweitigen positiven Materials spricht entschieden gegen die Richtigkeit dieser Hypothese.

Aber noch ein Drittes widerlegt sie. Das ist die morphologische Entwicklung der Umgebung. Eine Ausnahmestellung eines Tales in der einheitlichen Entwicklung einer Landschaft, wie sie HAAG für dieses Tal fordert, muß einmal ganz besondere Gründe haben, und diese Gründe müssen auch morphologisch in der Natur zum Ausdruck kommen. Dies ist aber nicht der Fall.

PENCK¹⁾ hatte aber an dieser Stelle längst die einheitliche Entwicklung der gesamten Flüsse dieses kleinen Gebietes betont, an dem Wutachbeispiel erläutert und in einer Kartenskizze zum Ausdruck gebracht.

Die Donauquellen sind das letzte Relikt der alten, tertiären konsequenten Entwässerung vom Schwarzwald zur Donaubasis. Diese alten Konsequenzflüsse kennzeichnen sich heute sämtlich als Durchbruchstäler, sie sind einander morphologisch völlig gleichwertig und stehen fast parallel zueinander. Das Faulenbach-Primtal fügt sich völlig in diesen Rahmen, es ist nur das größte dieser Täler. Es muß folglich auch gleiche Entwicklung für dasselbe gefordert werden wie für die anderen.

Wie schon früher auf ebensowenig stichhaltiger Grundlage im Altmühltal der Versuch gemacht wurde, die alte Donau nach Norden abfließen und dem Rhein tributär werden zu lassen, so auch hier. Diesen an so verschiedenen Orten einsetzenden Versuchen steht also um so schärfer die einheitliche Tatsache gegenüber, daß das alte Donausystem niemals dem Rheine

¹⁾ PENCK: Talgeschichte usw. a. a. O.

tributär war, sondern sich nach einheitlichem Prinzip selbständig entwickelt hatte.

Danach aber müssen wir auch erwarten, daß die Züge der alten Konsequenzentwässerung auf der Alb um so verwischter werden, je weiter wir uns mit der Abbiegung des Jurazuges von dem heute letzten Relikt entfernen. Je breiter die Alb und Schwarzwald trennende Niederung wird, desto mehr werden sich neue morphogenetische Züge einfinden, und da sie auch desto älter sind, umsomehr die ursprünglichen Leitlinien zerstört haben.

Dies trifft in der Natur völlig zu. Die südlichsten der genannten, der Donau am nächsten liegenden Flüsse sind noch etwa zu $\frac{1}{3}$ ihrer Länge außerhalb des Weißjura gelegen, den sie im Unterlaufdurchbrechen. Nach Norden zu fortschreitend aber finden wir die Wasserscheide rasch an die Albmauer herangerückt. So mußte der Faulenbach und auch die nordwärts folgende Beera das Vorland der Malmstufe bereits ganz den jungen Räubern überlassen; heute spielt sich hier der Kampf um die Wasserscheide bereits unmittelbar am Fuße des Jura-Steilrandes ab. Weiterhin folgt diese noch eine Strecke dem Steilabfall, zuletzt aber rückt sie im Brenztal schon weit in die Juraplatte selbst hinein.

Die Beera ist heute bereits der nördlichste und letzte der Flüsse, welche ihre Quelle noch jenseits des Albplateaurandes haben. Es ist aber auch der erste, welcher bereits weit genug dem Hebungsbereich des Schwarzwaldes entrückt ist, um sein obermiocänes Tal bis zur Mäanderbildung ausgereift haben zu können.

Die Beera stellt den Typ der nun nach Nordosten zu sich anschließenden Flüsse und ihrer Täler dar. In viel zu breitem tiefem Tal, das deutlich die Windungen alter Mäander konserviert hat, schlängelt sich träge ein kleiner Fluß nach SO. Offenbar ist dieser dem Tal nicht angepaßt, und kann dasselbe daher auch nicht zu seinem heutigen Aussehen gestaltet haben.

Überall auf der Alb treffen wir dieses Mißverhältnis zwischen der Größe des Flusses und der des Tales. Zwei Gründe sind es vor allem, welche dies verständlich erscheinen lassen. Die Albtäler haben, so weit wir sie schon kennen gelernt haben, und wie sich auch weiterhin noch zeigen wird, sämtliche ihren primären Ursprung jenseits der Alb, in ihrem nördlichen Vorlande gehabt. Durch den Verlust des einstigen Oberlaufes ihrer Flüsse infolge Abzapfung verloren diese also an Wassermasse und flossen daher dann als relativ kleine Flüsse in einem größer angelegten Flußbett. Eine Schwankung des Wasser-

standes aber brachte ferner die Glazialzeit. Nach ihrem Anbrechen, wurde das Klima wiederholt feuchter; wiederholt stieg und fiel entsprechend auch die Wassermenge und Erosionskraft der Flüsse, (Terrassen!) bis sie sich im Postglazial infolge des trockener werdenden Klimas endgültig reduzierte und abermals pendeln heute die Flüsse wie in zu weitem Gewande durch die breiten Täler.

Diese beiden Faktoren sind zeitlich getrennt. Ohne Rücksicht auf den Cyclus aber hatte wohl auch stets noch das Karstphänomen einen gewissen, wenn auch schwer kontrollierbaren Einfluß auf die Wasserführung der Flüsse durch unterirdischen Entzug von Wasser. Auf die Bedeutung dieses Faktors für die obere Donau hat z. B. PENCK bereits hingewiesen, indem er zeigte, daß der obere Donaulauf noch viel weniger durch die Wutach als vielmehr durch unterirdischen Wasserentzug zum Bodensee in seiner Existenz bedroht wird. Schon jetzt soll nach ENDRISS's u. a. Angaben der Fluß bei Möhringen in trockenen Jahren völlig versitzen, eine Gefahr, welche mit der stetigen Vergrößerung der Abzugslöcher stetig wächst, und welcher man nur durch Verstopfen dieser begegnen könnte. Tatsächlich brachte nun auch der heiße, trockene Sommer 1911 bereits eine wochenlange völlige Trockenlegung des Flußbettes zustande. Das Karstphänomen aber ist heute noch zu wenig bekannt, um genaue Anhaltspunkte über seine Bedeutung für die Alb geben zu können; sicher ist nur, daß es die Wassermassen vor allem im Sinne des Schichtgefälles arbeiten und dem nächsten Austrittspunkte als der Stelle größter Druckentlastung zustreben läßt, daß es also im allgemeinen besonderen Gesetzen folgt, welche nicht mit denen des stadienweise heranreifenden Erosionscyclus der Oberfläche sich decken.

Ich fasse zusammen: Das Tal der Beera ist gleichmäßig breit von Anfang bis zur Mündung. Ohne Hintergehänge läuft es in unverschälertem Durchmesser am nördlichen Eskarpelement aus, über das die Quellen noch hinaustreten auf das Vorland. Talabwärts aber begegnen wir hier zum erstenmal der Erscheinung, daß die Talwandungen in den harten Kalken der Alb in unverkennbare Schlingen und Windungen ausgezogen sind, wie sie nur durch festgelegte Mäander geschaffen werden konnten. Heute aber ist der Fluß diesen Krümmungen nirgends mehr angepaßt und wirft seine eigenen, kleinen, feinen Mäanderschlingen auf den breiten Talboden.

Diese Verhältnisse tragen die Geschichte des Flusses in sich. Vor dem heutigen kleinen Bach floß ein mächtiger Fluß zur Glazial- und Pliocänzeit durch das Tal, der es in seiner jetzigen

Breite geschaffen. Er aber hatte auch die Zwangsmäander festgelegt. Vor ihm muß also bereits ein noch älterer großer, weitgehend ausgereifter Fluß in freien Mäandern der Richtung des heutigen Tales über die Albhochfläche herabgefolgt sein.

Aber dieses Tal endet heute im N abrupt am Albrand. Hier kann sein Anfang ursprünglich nicht gelegen haben. Der offene Talmund deutet auf den Schwarzwald, und dort werden wir auch noch Relikte einer Entwässerung finden, welche ihrerseits auf die Alb weist. (S. 155 ff.) Aber den ursprünglichen Zusammenhang hat heute die tief eingreifende *junge Neckarniederung bereits gänzlich zerstört.

Die morphologische Analogie der Entwicklung dieses Nebenflusses mit der seines Hauptflusses läßt auch gleiche Geschichte für beide mit Notwendigkeit voraussetzen, zumal da, wie wir sehen werden, auch die anderen Albflüsse demselben Schema folgen. Die völlige Übereinstimmung der Stadien- und Cyclencharakteristika läßt also auch gleiches Alter voraussetzen. Hier wie dort ist demnach zu erkennen:

1. Der pliocäne bis rezente Cyclus, der mit der Wiederbelebung der Erosion zu Beginn der Pliocänzeit begann.

2. Der obermiocäne Cyclus, der mit der Bildung der präpliocänen weitgehend ausgereiften Peneplain beendet wurde, und in seinen Anfängen bis ins Mittelmiocän zurückgreift.

3. Ihm war eine mittelmiocäne Peneplain mit prämittelmiocänem Erosionscyclus vorausgegangen.

b) Die Albtäler zwischen Beera und Brenz.

Schmiecha. — Lauchert. — Vehla. — Albbuchten. — Große Lauter. — Lone. — Brenz.

Sie bilden entwicklungsgeschichtlich völlige Analoga zu dem Beeratal und können daher in Kürze behandelt werden. Gemeinsam ist ihnen heute die Eigenschaft, ihre Quellen ausnahmslos auf der Alb selbst zu haben. Je weiter wir nach Osten fortschreiten, desto mehr rückt die Wasserscheide südlich.

Der Talcharakter aber nimmt keinerlei Rücksicht auf die Wasserscheide. Die Talböden bleiben stets gleich breit, die Talwände gleich weit von einander entfernt bis zu ihrem plötzlichen Abbrechen am Albrande. Immer wieder werden wir darauf verwiesen, die Quellen der ursprünglichen Flüsse dieser Täler weit außen im nördlichen Vorlande, hoch über dem Niveau

der heutigen Landschaft zu suchen, auch da noch, wo der Albrand längst vom Schwarzwald abgebogen ist.

Diese Verhältnisse zeigt als erste die Schmiecha. Besonders klar treten bei ihr auf dem Kartenbilde¹⁾ die alten Zwangsmäander zutage. Die Analogie mit der oberen Donau wird noch verstärkt durch das Auftreten von Juranagelfluhe rechts und links des alten Tales, welche sich streng an die



Fig. 13.

Das Schmiechatal mit wohl entwickelten Zwangsmäandern im Unterlauf. (Die gestrichelten Flächen bezeichnen die Lage der Reste der mittelmiozänen Meeresmolasse.) (Nach der Karte 1:50 000 des geognostischen Atlas von Württemberg gezeichnet und verkleinert.)

Höhen hält und nirgends in heutige Talsenken herabsteigt, damit eben ihr höheres Alter im Vergleich zu diesen dokumentierend.

Ganz analoge Verhältnisse treffen wir nach Osten fortschreitend bei Lauchert und Vehl²⁾, deren Quelle heute inmitten einer offenen Talflucht an flacher Talwasserscheide unweit des Albrandes liegt, durch den von Norden her in breiter offener Bucht der Steilwand ein Quellast der Starzel vorzuziehen sucht.

Offenbar hat der schwache, obsequente Starzelbach die große Bucht, in der er in die Alb eintritt ebensowenig ge-

¹⁾ Blatt Ebingen. Geognost. Atlas von Württemb. 1:50 000.

²⁾ Blatt Ebingen und Blatt Tübingen. Geognost. Atlas 1:50 000 sowie Blatt Reutlingen 619, der Karte des Deutschen Reiches. 1:100 000.

schaffen, wie das breite Tal in dem er fließt. Dieses scheint viel eher den Größendimensionen der Albbucht zu entsprechen. Wir finden auch heute noch überall solche Buchten, wo ein großer Fluß in die Alb eintritt. Dies Verhalten legt es nahe, zu vermuten, daß die stets spitzwinklig einschneidenden Buchten der Alb größtenteils durch Flüsse geschaffen wurden, welche einst die Alb durchströmten. Tatsächlich finden wir mehrfach auch gerade da Buchten, wo heute trockene oder doch nur schwach bewässerte große Täler in der Verlängerung der Winkelhalbierenden der sich spitzwinklig schneidenden Buchtwände auf der Alb auftreten, und so noch einen früheren Zusammenhang auch da zu erkennen geben, wo er heute längst unterbrochen ist, wie ein späteres Beispiel noch zeigen soll. Es ist auch theoretisch gar nicht anders zu erwarten, als daß die Zerstörung des Albrandes in unmittelbarer Nähe großer Flüsse am intensivsten ist; dies aber bedingt zunächst die Bildung von Buchten, ohne Rücksicht auf die Richtung des Abflusses der Gewässer. Dann erst wird bei weiterem seitlichen Einschneiden die Lösung größerer Stücke von der Albtalwand und schließlich deren Auflösung in einzelne Zeugenberge erfolgen können.

Auch das Talende der sich nach O anschließenden Großen Lauter¹⁾ zeigt neben gleicher Entwicklung wie die gleichaltrigen Täler die Verknüpfung mit einer Albrandbucht.

Ein weiterer Fluß gleichen Typs ist die Lone²⁾ wenigstens in ihrem Oberlauf. Ein tiefer Einschnitt der Albwand mündet auf der Albhöhe auf ein weites Trockental mit großen Zwangsmäanderwindungen, deren Tiefenlinie auch die Bahn folgt. Im Tale selbst entspringt an flacher Schwelle der Fluß.

Unerwartet aber endet der alte konsequent südöstlich gerichtete Talzug mit dem scharfen Umbiegen der Lone nach Osten. Diese neue Richtung aber geht der heutigen Donau und dem Bruchrande parallel. Ganz entsprechend fängt auch die Lone jüngere Bäche und Trockentäler, welche von NW her auf sie stoßen, ab, und führt deren Gewässer vereint in subsequenter Richtung zur Brenz.

Alle Nebentäler aber münden von Norden in die Lone; ihr südliches Ufer ist kaum skulpturiert; und so ist wohl auch der Unterlauf des alten Flusses, dessen Spuren im oberen Lonetal noch unverkennbar deutlich waren, infolge des räuberischen Einfalls der Lone wasserlos geworden und mit der Zeit geschwunden. Dies aber weist auf ein schon recht hohes Alter der subsequenten Lone hin.

¹⁾ Blatt Ehingen (620) Karte des Deutschen Reiches, 1:100 000.

²⁾ Blatt Heidenheim (607), Karte des Deutschen Reiches, 1:100 000.

Die Ursache der Herausbildung einer Subsequenzzone parallel der Donau und nahe dem südlichen Bruchrande bedarf erst noch einer Untersuchung. Die Tatsache ihres Vorhandenseins tritt aber auf dem Kartenbilde deutlich genug hervor. Möglich wäre als Grund für ihre Ausbildung ja eine Weichheitszone im Albgestein, möglich ist aber auch tektonische Störung und Zerrung durch das System des nahegelegenen Donauabbruches. Vielleicht ist schon das der heutigen Donau parallele alte Bett im Blautal eine erste Spur dieser Subsequenzzone. In markanter Weise tritt sie jedenfalls an dem auffallenden Verhalten der Nau vor Augen, wie auch an der nur etwa 2 km weiter nördlich in paralleler Richtung fließenden Flütz. An diese beiden aber schließt sich der lange subsequente Lauf der Lone an.

Auffallend an all diesen Flüssen ist ihr einheitliches Abfließen nach Osten hin. Die Hauptader, welcher sie zueilen, liegt nie im Westen ihrer Quellen. So kommt morphologisch schon in schönster Weise durch die halbseitig entwickelte Subsequenz die tektonische Schiefstellung der Alb im Ganzen zum Ausdruck.

Der Albkörper selbst weist sonst keine andere derartige Subsequenzzone mehr auf. Seine harten Schichten haben im übrigen nur eine indifferente Entwässerung konserviert. Erst jenseits des Erosionsrandes, am nördlichen und westlichen Fuße der Alb, werden wir einer noch viel markanteren Subsequenz im Flußgebiet des Neckars wieder begegnen. Dort aber sind sicher nicht Brüche, sondern starke Härtedifferenzen der austreichenden Gesteinsköpfe die maßgebenden Faktoren für ihre mächtige Entwicklung geworden.

Wenn also hier auch Spalten als Schwächelinien und infolgedessen als prädestinierte Bildner einer Subsequenz durchaus möglich, ja sogar vielleicht wahrscheinlich sind, so müssen sie dennoch erst nachgewiesen werden. Jedenfalls aber halte ich es für verfehlt und unzulässig, lediglich auf Grund der Richtung der Flüsse nun ein kongruentes Netz von Brüchen zu konstruieren, und damit nur aus der Hydrographie auf die spezielle Tektonik der Landschaft zu schließen, wie GUGENHAHN¹⁾ dies für die Brenz und ihre Nebenflüsse will. Zudem zeigen diese Flüsse doch recht bedeutende Abweichungen von den Richtungen, welche GUGENHAHN theoretisch von ihnen fordern muß. Das so konstruierte tektonische Bild kommt denn auch

¹⁾ GUGENHAHN: Zur Talgeschichte der Brenz. Jahrb. H. d. Ver. f. vaterländ. Naturk. i. Württemb. 1903. S. 232 ff.

morphologisch — wenn wir nun von den ja als Beweismitteln gebrauchten Flüssen absehen — gar nicht zum Ausdruck, stratigraphisch ist es natürlich ebensowenig nachgewiesen.

Ich kann daher das Brenztal¹⁾ keineswegs als Bruchtal ansehen, solange dies nicht anderweitig exakt bewiesen ist. Denn das Verhalten des Flusses macht diese Annahme durchaus nicht notwendig. Seine und seines Tales morphologische Entwicklung fügt sich genau dem Rahmen der bisher beschriebenen Fälle ein. Also wird auch eine gleiche Entwicklungsgeschichte für dasselbe anzunehmen sein. GUGENHAHN selbst fielen übrigens die alten Talmäander auf, welche gerade auch dieses Tal als morphologisch gleichwertig den anderen zur Seite stellen. Zwischen Bollheim und Giengen kam es sogar zu Entwicklung und unverwischter Erhaltung eines Umlaufberges durch Abschnürung einer alten Flußschleife. Aber nicht am Albrande, sondern tief im Albkörper liegt hier inmitten des breiten Tales die Brenzquelle, während jenseits der Talwasserscheide die Wasser zu dem nordwärts strömenden Kocher sich vereinigen.

Daß früher auch hier die Wasser des gesamten Vorlandes einheitlich nach Süden zur Donau durch das breite Brenztal zogen, hat SCHEU schon erwiesen. Wir werden darauf noch zurückkommen, ebenso wie auf die jugendliche Umkehr der Gewässer zur mittleren Diluvialzeit.

Bevor wir jedoch auf der Alb weiter nach Osten schreiten, wo jetzt die Entwässerung plötzlich neue Züge erkennen läßt, müssen wir noch einmal zurückkehren und nach den Resten der Quellen und Oberläufe der alten Flüsse suchen, deren breite, große Talböden wir soeben stets nur in ihren unteren Strecken erkennen konnten, während die Neckarniederung in nach Osten hin zunehmendem Maße die alten Mittelstücke zerstörte.

c) Die Flüsse des östlichen Schwarzwaldgehänges.

Eschach. — Glatt. — Nagold. — Die morphologische Zugehörigkeit dieser Flüsse zu den Flüssen des Albkörpers.

Zuerst sei hier nochmals auf das Verhalten der alten Wutach hingewiesen, die früher in konsequentem Laufe zur Donau floß. Während aber heute ihr Unterlauf zum Rhein abgelenkt ist, hat ihr einstiger Oberlauf die alte Konsequenzrichtung noch unverändert bewahrt und dokumentiert dadurch ihre einstige Zugehörigkeit zum Donausystem.

¹⁾ Blatt Heidenheim (607).

In ähnlicher Weise wurden längst auch die südöstlich gerichteten Laufstücke von Brege und Brigach von PENCK als Teile eines alten konsequenten Entwässerungssystems, die erst in jüngerer Zeit subsequent zusammengefaßt wurden, gedeutet.

Weiter nach Norden hin tritt nun die frühere Abhängigkeit der heutigen linken Neckar Nebenflüsse von der alten Donau nicht minder deutlich hervor.

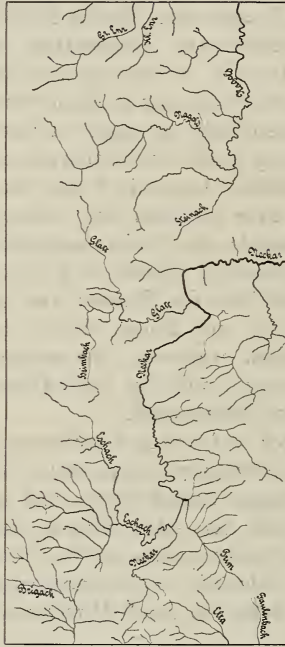


Fig. 14.

Der Neckaroberlauf mit seinen Zuflüssen.

(Die alte, konsequente, zur Donau orientierte Richtung der Flüsse des östlichen Schwarzwaldgehänges tritt deutlich hervor.) (Nach der Generalstabskarte 1:100000 gezeichnet und verkleinert.)

Da, wo das alte Prim-Faulenbachtal nach Norden hin sich öffnet fließt heute ein junger umgekehrter Renegat, die Prim, nach Norden zum Neckar. Dies wurde schon aus dem Bau des Talzuges abgeleitet, aber auch die Flüsse selbst, die zwischen Lauffen, Neufra und Rottweil zusammentreffen¹⁾,

¹⁾ Blatt Villingen (632), Karte des Deutschen Reiches 1:100'000, und Blatt Balingen. Geognost. Atlas von Württemb. 1:50'000.

geben hierüber Aufschluß. Neckar- und Eschachtal laufen meist fast parallel, zuletzt etwas spitzwinklig, um endlich in kurzer Querstrecke zusammengefaßt zu werden in der Richtung gegen das Trockental hin. Beide laufen in tiefen Zwangsmäandern über die Muschelkalkebene; beide bieten morphologisch mithin das gleiche Bild und müssen als gleichwertige altübernommene konsequente Talstücke angesehen werden¹⁾.

Aber die Flüsse dieser Täler sind heute nicht mehr gleichwertig; während die Eschach noch heute die alt konsequente Richtung beibehalten hat, läuft heute der benachbarte parallele Neckar in entgegengesetzter Richtung nach Norden. Zu seinem Flußsystem gehört auch das kurze subsequente Stück der erwähnten heutigen Verbindungsstrecke der beiden alten Flußläufe. Der Neckar von heute aber ist der junge Räuber, der zerstörend in ein altes Flußsystem eingriff. Nach SCHEUS Ausführungen liegt der Beginn des Hauptraubzuges des Neckars im mittleren Diluvium. Er verleibte sich zunächst das der Richtung seines Vorstoßes zuerst im Wege stehende östliche, ursprünglich nach Süden entwässernde Flußstück zwischen Oberndorf und Rottweil ein und kehrte den alten Fluß in seiner Richtung um. Durch weiteres Vordringen seiner Quellen und entsprechendes Rückwärtswandern der Wasserscheide wurde dann auch der Eschachbach abgezapft und der Donau geraubt. So aber blieb bis heute die Eschach ein zum Rheinsystem ganz fremdartig orientierter, umgelenkter Fluß, der durch seine Richtung klar erkennen läßt, daß er genetisch einem anderen Entwässerungsplan zugehört: dem Flußsystem der Donau.

Gehen wir die beiden genannten einst konsequent angelegten Flußstücke aufwärts, so finden wir auch im Quellgebiet derselben eigenartige hydrographische Verhältnisse, die auf junge Störungen im normalen Entwicklungsgang schließen lassen²⁾.

Der Eschachquellfluß biegt von Seedorf aufwärts etwas gegen Westen aus, doch führt die Verlängerung seiner Richtung über einen nur schmalen und flachen Rücken zu dem heute nach Norden fließenden Heimbach, dessen eigentümliche Gestaltung ebenfalls eine wechselvolle Geschichte durchblicken läßt, und den Gedanken nahelegt, daß er früher in umgekehrter Richtung fließend, ein Quellast der Eschach war. Doch könnte für diesen Gedanken erst die Auffindung entsprechender Terrassen oder die Verfolgung und der Vergleich der Schotter in beiden Tälern sichere Beweise erbringen. —

¹⁾ Blatt Freudenstadt. Geognost. Atl. von Württemb. 1: 50 000.

²⁾ Blatt Freudenstadt (618), Karte des Deutschen Reiches 1: 100 000.

Heute ist der Heimbach ein Nebenfluß der Glatt, fällt aber sofort als fremdes, umgekehrtes Glied in der normalen Entwicklung des Flußgeäders auf.

Gleiches gilt von dem anderen alten Flußstück, das heute ein Teil des Neckarlaufes ist. Verlängert man es über Oberndorf hinaus nach Norden, so fällt diese Linie mit dem Flußlauf der Glatt zusammen, die aber in entgegengesetzter Richtung fließt wie der Neckar selbst, also noch die ursprüngliche alte Konsequenzrichtung beibehalten hat; faßt man sie nun als ein vom vordringenden Neckar abgezapftes Stück Oberlauf des alten auf den Albrand zuströmenden Flusses auf, so ist zugleich eine Erklärung für das so auffallende Entgegenfließen von Haupt- und Nebenfluß gegeben. Das Verhältnis von Glatt und Neckar stellt sich also danach als völlig das gleiche heraus, wie das von Eschach und Neckar. Die Abzapfung geschah auch hier mittels eines vom vordringenden Neckar aus besonders kräftig im Streichen der Schichten zurückschneidenden Quellastes; dies ist die fast rechtwinkelig zur alten Konsequenz gestellte subsequente Flußstrecke zwischen Bettenhausen und Glatt.

Am auffallendsten ist bezüglich dieser Verhältnisse das Landschaftsbild der Nagold¹⁾. (Vgl. Fig. 14.) Ihr Eingegschnittensein in tiefen Zwangsmäandern ist ein Zeichen ihrer morphologischen Gleichwertigkeit mit den bisher genannten Flußstrecken. Daß sie von rechts fast keine Nebenflüsse erhält, ist bei der nahen Nachbarschaft des jugendlich die Landschaft ausräumenden Neckars leicht erklärlich. Um so auffallender aber ist der Habitus ihrer linksseitigen Zuflüsse von der Quelle an abwärts. Alle vom Schwarzwald herabkommenden Nebenflüsse haben die Richtung, die wir schon im Vorangehenden stets als alte Konsequenzrichtung erkannt hatten, bewahrt; der oberste Nagoldlauf selbst wiederholt die gleiche Erscheinung, indem er bis Nagold in NW-SO Richtung ausharrt, dann aber in scharfem Knick in das heute hier die Schwarzwaldrandgewässer sammelnde nach Norden sich entwässernde Haupttal umbiegt. Wie bei Kocher und Jagst haben wir im Nagoldsystem das Bild eines verkehrt, allerdings nur einseitig befiederten Pfeiles, eines im neuen Cyclus umgelenkten Flusses vor uns.

Aber ebenso wenig wie bei Kocher und Jagst kann daher diese Flußanlage eine primäre sein. Die verkehrte Richtung der Nebenflüsse weist mit zwingender Notwendigkeit auf einen anderen, damals in umgekehrter Richtung entwässernden Hauptstamm hin.

¹⁾ Blatt Calw (604), Karte des Deutschen Reichs 1:100 000 und Blätter Calw und Altensteig. Geognost. Atl. v. Württemb. 1:50 000.

Diese Verhältnisse finden wir aber nicht mehr im Nagoldunterlauf. Etwa von Calw an verliert sich die Erscheinung des Entgegenfließens von Haupt- und Nebenfluß rasch. Dies deutet auch auf verschiedene Bedingungen der Genese der dem Hauptfluß nunmehr normal in spitzem Winkel zufließenden Nebenflüsse. Damit haben wir nach Norden hin die Grenze erreicht, innerhalb der die alte Donauerosionsbasis die Flüsse direkt beeinflusste, indem sie die Richtlinien der Abflußrinnen entstehen ließ, die sich heute noch im Landschaftsbild erhalten haben. Auf die Bedeutung dieser Tatsache wird noch im nächsten Abschnitt zurückzukommen sein.

Zusammenfassend lassen die östlichen Schwarzwaldflüsse in ihren Oberläufen ausnahmslos noch deutlich die alte tertiäre Konsequenzentwässerungsrichtung erkennen. Diese ist älter als der Neckar, also auch älter als die Entstehung der Neckarniederung, die ihrerseits wiederum der Tätigkeit des Neckars ihr Dasein verdankt. Der Neckar fiel zerstörend in das alte Flußsystem ein, indem er nach S zu vordrang. Die ältesten Abzapfungen liegen also im Norden. Dort ist daher auch die von ihm geschaffene Neckarniederung am breitesten.

Ob auch der Neckar als Nebenfluß der Donau entstand, und dann erst dem Rhein zum Opfer fiel, wird sogleich noch zu besprechen sein. Heute jedenfalls ist er der hauptsächlichste Zerstörer der alten Entwässerung.

Aber trotz seiner Tätigkeit haben sich im Schwarzwald noch die gegen die Albtafel hin gerichteten Quellläste zu den breiten kopflosen Talzügen des Albkörpers selbst finden lassen, deren direkter Zusammenhang bei der weitgehenden Zerstörung der alten Landoberfläche heute um so weniger mehr im einzelnen zu beweisen ist, je weiter wir nach Norden fortschreiten. Daß er aber tatsächlich bestanden haben muß, das zeigt die völlige Analogie der Entwicklung mit den Beispielen weiter im Süden, wo dieser Zusammenhang noch unzweideutig nachgewiesen werden konnte.

d) Der Neckar und die Neckarniederung.

Die morphologische Ungleichwertigkeit von Oberlauf und Unterlauf. — Das Neckarknie bei Flochingen. — Neckarunterlauf als umgekehrt konsequenter Donaunebenfluß. — Anhaltspunkte hierfür. — Kocher und Jagst. — Ursachen der Flußumkehrungen. — Ihr Alter. — Die Entwicklung des Neckaroberlaufes. — Zur Lage der ältesten Wasserscheide. — Die Zone der Flußumkehrungen. — Die Zone junger Zwangsmäander.

Die Untersuchungen über die geschichtliche Entwicklung des Neckars und seiner Zuflüsse wird wohl am besten mit einer Betrachtung des morphologischen Charakters der Täler beginnen.

Die größere Jugendlichkeit des Neckars gegenüber der alten, wohlausgereiften Flußentwicklung des vorhergehenden Cyclus, der während der jüngeren Tertiärzeit die Landschaft in das Stadium der Peneplain überführt hatte, wurde schon betont. Ebenso, daß der Neckar heute noch raubend seine Quellen nach Süden verlegt und auch in jüngster Zeit noch in seinem Oberlauf deutlich kontrollierbare Abzapfungen begangen hat.

Die Quellen des Neckars liegen heute in einer moorigen Hochfläche. Am Fuße des Keupers, parallel dem Ausstreichen seiner Schichtköpfe fließt dann der junge Fluß gegen NO. Die vorherrschende Subsequenzrichtung des oberen Neckar, welcher sich fast stets parallel dem Albrand hält, ist ebenso typisch wie in die Augen fallend. Nur kurze zwischengeschaltete Strecken unterbrechen die Subsequenz des Flusses, wie wir eine solche z. B. unterhalb Rottweil bereits kennen gelernt haben.

Anders aber wie die so merkwürdig orientierten westlichen Nebenflüsse des Neckars verhalten sich die von der Albwand herabkommenden östlichen. Es sind obsequente junge Flüsse welche im spitzen Winkel ihrem Hauptfluß zuströmen und offenbar erst im Anschluß an die Entwicklung des Neckars selbst entstanden sind, wenngleich die Täler fast aller größeren in ihrer Anlage meist älter zu sein erscheinen. Sie haben ihre Quellen meist in breiten Buchten der Albwand, welche in ihrer Größe den kleinen und jugendlichen Quellästen nur wenig proportioniert erscheinen, und ein höheres Alter sowie die Entstehung durch größere Flüsse eo ipso wahrscheinlich machen. Der Anschluß solcher Buchten an große, nach Süden hin auf der Alb entwickelte offene Täler, mit heute ebenfalls nur kleinen Flüssen, bestätigt diese Auffassung; es sei diesbezüglich nur an die Prim erinnert. Solche Flüsse also sind Renegaten von invers obsequenter Natur.

Aber eine auffallende Eigentümlichkeit ist allen diesen Flüssen gemeinsam. Sobald ihre Täler in den Muschelkalk austreten, beginnen sie deutlich zu mäandrieren, was bei ihrer Jugendlichkeit und dem sonstigen Fehlen von Mäandern nicht zu erwarten wäre. Ich verweise nur auf das Verhalten der Schlichem und der Eyach, der Starzel u. a.¹⁾

Genau das gleiche läßt sich beim Neckar selbst beobachten. Derselbe mäandriert im Muschelkalkgebiet nicht nur in der Flußstrecke unterhalb Rottweil, sondern auch in den jungen subsequenten Strecken, wengleich hier vielleicht etwas schwächer. Aber das Generelle der Erscheinung ist doch nicht zu verkennen; um so weniger, als ganz plötzlich bei Rottenburg der Talcharakter des Neckars sich mit dem Übertritt vom Muschelkalk zum Keuper völlig ändert.²⁾ Das Tal ist gerade gestreckt und plötzlich breit geworden — Diese Verhältnisse bleiben auch im Lias bestehen, den der Neckar stromabwärts bald betritt. Eine Änderung tritt erst wieder ein bei Cannstatt, wo der Fluß abermals die Muschelkalkebene betritt.³⁾

Vorher jedoch hat der Neckar bereits das scharfe Knie bei Plochingen⁴⁾ gemacht, und dies ist zugleich der Punkt, der den Neckar in zwei morphologisch völlig ungleichwertige Teile trennen läßt. Flußaufwärts ein junger Räuber, dessen relativ schwache Mäander an den Muschelkalk gebunden erscheinen, flußabwärts ein nach allen Merkmalen alt angelegter Talzug, der nur von einem eindringenden jungen Räuber, dessen Tätigkeit entsprechend, umgekehrt wurde, das Tal eines alten, senilen Flusses mit weitausholenden Mäanderwindungen und Umlaufbergen von ganz anderem Habitus und anderer Größenordnung wie weiter stromauf. Zwar treten vom Albrande weg auch diese Mäander mit dem Beginne des Muschelkalkes plötzlich auf, sie sind aber dennoch nicht an den Muschelkalk gebunden, denn sie setzen sich unverändert stromabwärts auch im Buntsandsteingebiete und quer durch das Massiv des Odewaldes hin fort. Dies sind alles untrügliche Kennzeichen eines alten, neubelebten Flußlaufes und wichtige Unterschiede zum oberen Neckarlauf. Hier im unteren Teil ist der Fluß auch offenbar genetisch vom Albrande unabhängig, denn er ist an-

¹⁾ Blätter Freudenstadt (618) und Reutlingen (619), Karte des Deutschen Reiches 1: 100 000 und Blatt Horb. Geognost. Atl. v. Württemberg 1: 50 000.

²⁾ Blätter Horb und Tübingen. Geognost. Atlas von Württemb. 1: 50 000.

³⁾ Blatt Stuttgart. Geognost. Atlas von Württemb. 1: 50 000.

⁴⁾ Blatt Kirchheim. Geognost. Atlas von Württemb. 1: 50 000.

nähernd senkrecht dazu in seiner Laufrichtung orientiert, während dagegen die subsequente Gebundenheit des oberen Neckars an den Albrand schon erwähnt wurde.

Plochingen stellt sich also als ein Punkt von morphologisch eminenter Bedeutung dar. Die Verhältnisse dieser Gegend müssen daher noch etwas näher ins Auge gefaßt werden. Überblicken wir das Gesagte in umgekehrter Reihenfolge, so dürften wir auf dem genetisch richtigen Wege sein:

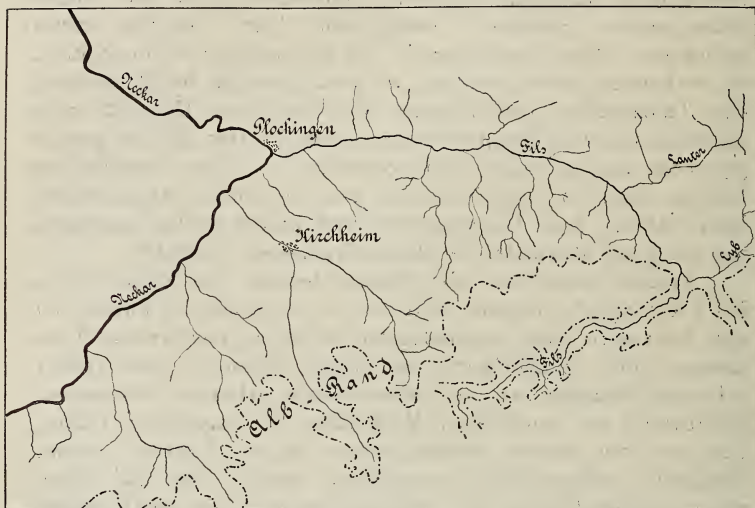


Fig. 15.

Der Neckar vor dem Albrande bei Plochingen.

(Der umgekehrt konsequente untere Neckar biegt bei Plochingen in den zum Albrand subsequenten oberen Neckar um. Zudem zeigt die Karte in typischer Weise die nach Osten und Westen [in Neckar und Vils] verschieden stark zur Entwicklung gekommene Subsequenz an). (Nach der Generalstabkarte 1:100 000 gezeichnet und verkleinert)¹⁾.

Auf der alt-(prämittel-)miocänen Peneplain floß ein Fluß nach Süden auf die Alb zu. Wo seine Quelle, d. h. wo damals eine Wasserscheide lag, wissen wir nicht, aber der Albrand bestand damals noch nicht. Daß dieser alte Fluß aber bereits ein Nebenfluß der ältesten Donau wurde, das läßt sich aus Verschiedenem erkennen.

Daß nämlich dieser alte, große Fluß nicht in der südwardigen Verlängerung des noch erhaltenen Talstückes seine Quelle gehabt

¹⁾ Auf der Abbildung wurde durch ein Versehen leider „Fils“ statt „Vils“ geschrieben.

haben kann, ergibt sich aus der Überlegung, daß es damals, als er noch auf der Albhochfläche floß, ja für ihn im Süden keine Erhöhung gab, woher er seine Quellen hätte beziehen können. Die Neigung der Juratafel war nach Störung ihrer primären horizontalen Lage sogleich nach Süden zu geschehen. Die Richtung des heutigen Flusses ergibt sich darnach als eine der ursprünglichen entgegengesetzte.

Wir haben aber auch andere, positive Anhaltspunkte dafür, daß dieser Fluß einst tatsächlich den Albkörper betrat und nach Süden hin zur Donau durchfloß.

Heute erscheint der Fluß am Jurarande aufgespalten. Der alte Hauptstamm gabelt sich in zwei fast um 180° divergierende subsequente Äste, den stark entwickelten, jungen Neckar nach Westen, die kleine Vils nach Osten. Das können unmöglich primäre Verhältnisse sein; diese subsequenten Flüsse sind an den Albrand gebunden; dieser existierte aber damals noch nicht, wenigstens sicher nicht an dieser Stelle, da ja der Weißjura zu Beginn des Obermiocäns noch mindestens bis über Stuttgart hinaus sich erstreckte. Die so einseitig entwickelte Flußgabelung, die sich übrigens auch im Oberlauf der Vils wiederholt, habe ich als eine Folge der Heraushebung des Geländes gegen den Schwarzwald zu bei gleichzeitiger relativer Ruhe des Landes gegen Osten hin bereits zu deuten versucht¹⁾.

Auf den Zusammenhang des alten Flusses mit der Alb weisen nun zunächst zwei breite Talzüge im Albvorlande am Fuße der Alb hin, welche sich durch ihre Größe in markantester Weise von den kleinen, jugendlichen, obsequenten Tälchen ihrer Nachbarschaft unterscheiden und damit bereits eine ältere übernommene Anlage bekunden.

Das Tal von Kirchheim und das Tal von Kuchen, in dem sich heute die unverhältnismäßig kleine Vils dahinschlängelt. Die Kirchheimer Lauter wäre nach dieser Auffassung ein invers obsequenter Renegat; allerdings läßt sich oben auf der Alb selbst das alte Tal nicht mehr sicher nachweisen, das dem alten Fluß entsprechen würde. Aber einmal ist zu bedenken, daß gerade hier die erste und älteste direkte, durchgreifende Veränderung in der Entwässerung des Albkörpers durch einen nach Norden umgekehrten Neckar stattfand, daß folglich hier auch die alten Entwässerungsverhältnisse von den neuen am stärksten verwischt worden sein müssen.

Sodann aber spricht noch ein wichtiges Argument für diese Auffassung. Auf der Alb bei Kirchheim und auch anderen Orts

¹⁾ H. Reck: Über positive und negative Krustenbewegungen usw. a. a. O.

kommen mehr oder minder sporadisch, keineswegs aber als eine Art „Albüberdeckung“ alte Quarzsande in Spalten und Klüften, meist zusammen mit Bohnerz vor, mit deren Vorhandensein und Auftreten uns vor allem WEIGER¹⁾ vertraut gemacht hat. Auch BRÄUHÄUSER²⁾ hat uns solche Vorkommnisse kennen gelehrt.

Sie müssen zum Teil schon recht hohen Alters sein, denn gelegentlich läßt sich ihre Zwischenlagerung zwischen die Residua altobermiocäner Tuffe nachweisen. Ihrer Zusammensetzung nach sind es vornehmlich Quarzsande mit durchweg wohlgerundeten Körnern. Es kommen ferner Rutil, Zirkon, Glimmer, Magnetit und andere Mineralien, selten auch Andalusit und Disthenkrystalle, alle in wohl abgerundeter Form, vor.

Zwar gibt WEIGER verschiedentlich die Einwirkung von Oberflächengewässern bei der Ablagerung der Sande zu, aber deutet sie doch im wesentlichen als durch südliche Winde ausgeblasene Bestandteile der miocänen Meeresmolasse. Als Sedimente des Windes aber muß er sie deshalb ansehen, weil er die Unwahrscheinlichkeit eines damals nach Norden zu fließenden Flusses über die südlich geneigten Albschichten betont, weil er aber andererseits ihre Herkunft aus Süden als gegeben ansieht, und eine anderweitige Herkunft gar nicht in den Kreis seiner Betrachtungen zieht. Dagegen läßt sich jedoch zunächst einwenden, daß wir weder wissen, ob tatsächlich damals starke südliche Winde herrschten, die bei der zwar im allgemeinen feinkörnigen und gleichmäßigen, gelegentlich aber doch 2 mm Korngröße übersteigenden Beschaffenheit des Materiales anzunehmen nötig wären, noch auch irgend welche Beweise dafür haben, daß die Sande tatsächlich aus dem Tertiär des südlichen Albvorlandes stammen, wie FRAAS, KÖKEN, WEIGER u.a. das wollen, oder alpiner Herkunft sind, wie QUENSTEDT³⁾ das meinte.

Ihre Herkunft aus dem Süden aber scheint mir vor allem deshalb unwahrscheinlich, weil an einen Wassertransport der Sande dann tatsächlich nicht zu denken ist. Gegen die Annahme eines Transportes durch den Wind aber scheinen mir andererseits schwerwiegende Bedenken nötig.

Die Spaltenausfüllungen lassen vielfach eine regelmäßige Schichtung erkennen, mehrfach ist sogar das Material in Lagen abgesetzt, die einer Sonderung des Materials nach dem spezifischen

¹⁾ WEIGER: Beiträge zur Kenntnis der Spaltenausfüllungen im weißen Jura auf der Tübinger, Uracher und Kirchheimer Alb.

²⁾ BRÄUHÄUSER: Diluvialbildungen der Kirchheimer Gegend. N. Jahrb. f. Min. usw. 1904. Beilage Bd. XIX.

³⁾ QUENSTEDT: Begleitworte zu Blatt Urach 1869, S. 11

Gewichte entspricht; mir ist dagegen in keinem Falle eine Kreuzschichtung des Materiales bekannt, wie sie für Windablagerungen so charakteristisch ist. All dies läßt mir die Annahme eines fluviatilen Transportes der Sande wahrscheinlicher erscheinen. Ein solcher Fluß aber kann dann nur ein von Norden nach Süden fließender gewesen sein, und muß zum Teil wenigstens sein Material aus dem Schwarzwald oder Odenwald bezogen haben. Für das einstige Vorhandensein eines solchen supponierten Flusses sprechen nun ja auch noch andere, bereits genannte morphologische Hinweise.

Hier sei in diesem Zusammenhang nur noch auf einen Punkt aufmerksam gemacht, der ebenfalls die Annahme südlich gerichteter Gewässer auf der Alb notwendig macht. KOKEN¹⁾ war bereits zu dieser Annahme gekommen, um die in den Samendinger Sanden vorkommenden Versteinerungen aus dem untersten Weiß-Jura und dem oberen Braun-Jura zu erklären, deren Muttergestein im Norden ihrer heutigen Lagerstätte ansteht. Nur ein südlich gerichteter Fluß kann der Anlaß dieser Verfrachtung geworden sein.

Die Fortsetzung eines Tales auf der Höhe der Alb, die wir bei Kirchheim vermissen, läßt sich dagegen jenseits des Endes des breiten Kuchener Tales feststellen. Die Bahn folgt von Kuchen dem tief in den Albkörper einschneidenden obersten Talende, und läuft über einen nur flachen Rücken in ein altes breites Trockental, dessen einstige Zwangsmäander die Topographie noch deutlich hervortreten läßt.²⁾ Weiter abwärts in diesem Tale entspringt an flacher Talwasserscheide die zur Donau gehende Lone, die bei den Albflüssen bereits besprochen wurde. Das Trockental aber ist das wichtige Bindeglied, welches uns auch hier den notwendigen einstigen Zusammenhang der heute noch erhaltenen Donauzuflüsse mit den alten Flüssen über dem heutigen Vorland der Alb im Norden erkennen läßt.

Sind wir also nach dem Gesagten genötigt, das Tal des heutigen Neckars unterhalb Plochingen mit seinen weitausholenden Mäandern und Umlaufbergen als altübernommene, umgekehrt konsequente Talanlage anzusprechen, so ergibt sich hieraus auch, daß genetisch der heutige Neckarlauf oberhalb Plochingen mit diesem alten Fluß nicht gleichwertig, vielmehr ein junger, wahrscheinlich umgelenkter Seitenzweig desselben ist.

¹⁾ KOKEN, Beitrag zur Kenntnis des schwäbischen Diluviums. N. Jahrb. f. Min. usw. 1901. Beilage Bd. XIV.

²⁾ Blatt Heidenheim (607). Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000.

Das morphogenetische Prinzip, das die Entwicklung des nördlichen Vorlandes der schwäbischen Alb beherrscht, hat SCHEU¹⁾ bereits an dem Beispiel von Kocher und Jagst dargelegt, auf die er die DAVIS'sche Entwicklungstheorie übertrug. Das Verhalten der Flüsse in der Natur entspricht nun so vollkommen den Forderungen der Theorie, daß diese Übereinstimmung in allen wesentlichen Punkten an sich schon ein starker Beweis der Richtigkeit der Ableitungen ist, wenn auch unbedeutendere Details gelegentlich einer anderen Erklärung zugänglich sein mögen.

Kocher und Jagst werden überzeugend als die einstigen Oberläufe früher zur Donau quer durch die Alb abfließender Ströme dargetan, die durch die Tieferlegung des Neckars und des Neckarlandes angezapft, umgekehrt und dem Rheinsystem tributär gemacht wurden. Die Nebenflüsse der beiden Ströme aber zeigen noch heute in dem Gebiet zwischen der Alb und dem Muschelkalkplateau die ursprüngliche Richtung, d. h. sie sind umgelenkt, weisen nach Süden und laufen der Richtung ihres heutigen Hauptflusses entgegen. Im Süden auf der Alb aber öffnet sich noch jetzt der weite Talgrund, in dem Kocher und Brenz zu beiden Seiten einer flachen Talwasserscheide entspringen, welcher einst diese Gewässer zur Donau geleitet hatte.

Auf die Verhältnisse der Morphogenese hier näher einzugehen, erübrigt sich, da diesbezüglich auf die ausführlichen Darlegungen SCHEUS verwiesen werden kann. Den morphogenetischen Verhältnissen dieser beiden Flüsse ist aber schon deswegen weitere umfassende Gültigkeit zuzuschreiben, weil sie nur Teile eines einheitlichen, größeren Flußsystems in tektonisch und stratigraphisch ziemlich einheitlicher Landschaft betreffen. Die Teile dieses Systems aber werden sich im Prinzip nicht anders entwickelt haben können als das Ganze. Einzelne prinzipielle Abweichungen müßten auch lokale Ursachen finden lassen. Tatsächlich zeigt ja auch die Gesamtentwicklung der Landschaft die geforderten einheitlichen Grundsätze bis in Einzelheiten.

Den Raub und die Umkehr von Kocher und Jagst hat SCHEU auf Grund seiner geologischen Untersuchungen ins mittlere Diluvium verlegt. Daß die Zeit der Umkehr noch keinesfalls weit zurückliegt, dafür sprechen auch alle morphologischen Tatsachen, so nicht nur das Flußgefälle und die Gestaltung der

¹⁾ SCHEU: Zur Morphologie der schwäbisch-fränkischen Stufenlandschaft. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. Bd. XVIII, Heft 4, 1909.

Talzüge, sondern vor allem auch die Erscheinung, daß die Hauptflüsse die Richtung ihrer Nebenflüsse noch nicht beeinflussen und der neuen Hauptströmungsrichtung anpassen konnten. Wir werden daher für das ganze Albvorland den Beginn des neuen glazialen Cyclus in die gleiche Zeit verlegen dürfen, welche durch eine kräftig einsetzende Zerstörung alter Entwässerungsrichtlinien gekennzeichnet ist.

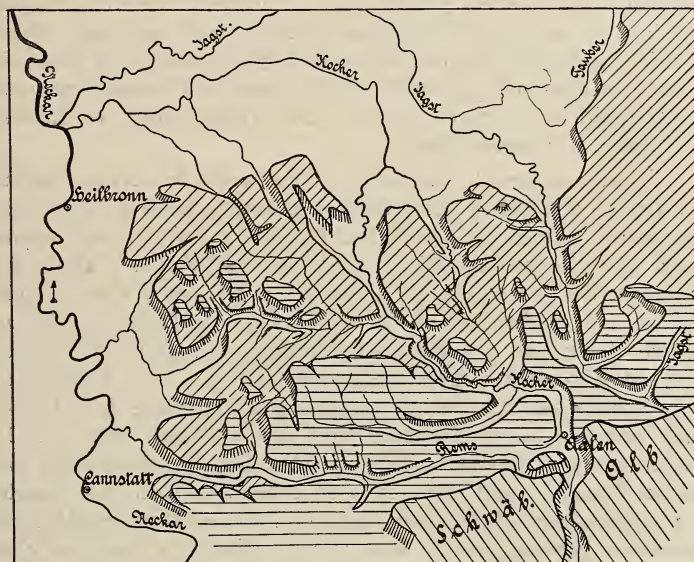


Fig. 16.

Blockdiagrammatische Darstellung des nördlichen Albvorlandes im Flußgebiet des Kochers und der Jagst nach SCHEU.

Der Grund, den SCHEU für den Beginn des neuen Cyclus angibt, scheint mir allerdings nicht maßgebend zu sein. Er sieht dafür die Verbiegung der Neckartafel an, welche sich aus der Lage von Schotterhorizonten bestimmen läßt. Hierbei wurde der ältere Höhenschotter KOKENS¹⁾ noch mitverbogen. Auch andere unbestreitbare diluviale tektonische Störungen, welche wohl vornehmlich in Absenkungen des Albvorlandes bestanden, kommen hier in Betracht.²⁾ Aber ich muß all dies doch als nebensächlicher Natur bezeichnen, da es im Gegenteil die Flüsse

¹⁾ SCHEU: a. a. O.

²⁾ KOKEN: a. a. O.

nur sehr wenig beeinflussen und in ihrem Vordringen lokal sogar behindern konnte.

Das junge räuberische Vordringen derselben vom Rhein aus ist vielmehr ein allgemeines, nicht auf das Neckarland beschränktes. Wir haben es schon im Süden gesehen bei der Wutach, wir werden ihm auch noch im Osten begegnen beim Main; aber nicht nur universell ist die Erscheinung des Rheinraubzuges in unserem ganzen Gebiet, sondern die Abzapfungen scheinen ihrem morphologischen Habitus nach auch alle einem Stadium anzugehören und sämtlich sehr jugendlich zu sein; sie erscheinen also auch gleichalterig, und zwar nach Analogie mit dem stratigraphisch erwiesenen Alter der Abzapfungen an Kocher und Jagst, als mitteldiluvial.

Diese universell das Gebiet beherrschenden Abzapfungen, die sich so einheitlich zusammenfassen lassen, müssen auch einen, das ganze Gebiet beeinflussenden Urheber gehabt haben; dieser kann aber dann unmöglich im Gebiet des Neckars allein gesucht werden. Um ihn zu finden ist es also nötig einen Schritt weiter, zur nächsttieferen Erosionsbasis, zum Rhein selbst zu gehen. Denn nur von hier aus konnten auch Main und Wutach in ihrer Erosionstätigkeit beeinflußt werden. Die verbogenen Schotterterrassen am Neckar und Senkungen seines Rücklandes sind vielmehr lokale Erscheinungen des Neckargebietes, welche den Gang der normalen morphologischen Entwicklung nicht aufhalten konnten; viel weniger aber können sie dann die Ursache der allgemeinen Wiederbelebung der Flüsse auch außerhalb ihres Bereiches gewesen sein. Wie weit sie allerdings lokal der Entwicklung des Neckars dienlich waren, darauf wird sogleich zurückzukommen sein.

Für den Rhein fällt aber nun auch eine wichtige Episode seiner Entwicklungsgeschichte gerade in das mittlere Diluvium. Während er noch im Altdiluvium seine Wasser nach Süden zum mediterranen Meer führte, gelang ihm im Mitteldiluvium der Durchbruch durch das Rheinische Schiefergebirge zur nahen Erosionsbasis der Nordsee.¹⁾ Hand in Hand damit ging eine rasche Umkehr des Talgefälles und eine jugendliche Tiefenerosion. Diese ist heute noch durchaus kräftig, wie zahlreiche Stromschnellen in dem noch unausgeglichenen Flußbett beweisen, und mußte notwendig auch auf seine sämtlichen Nebenflüsse übergreifen. In diesem Moment aber sehe ich die Ursache für die beschriebene Umkehr so zahlreicher Flüsse und für die Verdrängung

¹⁾ REGELMANN: Erläuterungen usw. 1911.

der Donau aus einem ihr lange Zeit hindurch tributären Gebiete.

Damit ist jedoch keineswegs gesagt, daß der junge Neckar oberhalb Plochingen erst nach dieser Umkehr entstand. Im Gegenteil; seine Anlage ist wahrscheinlich viel älter und im unmittelbaren Anschluß an die Entwicklung des Jurasteilrandes herausgebildet. Aber dann floß dieser Teil des Neckars nicht nach Norden, sondern brach zusammen mit dem genannten Oberlauf durch den Jura bei Plochingen nach Süden durch; Verhältnisse, wie sie ähnlich noch heute im Wörnitzgebiet herrschen, die auch nördlich ihrer Austrittsstelle aus der Alb in subsequenter Richtung fließend zunächst auf die Alb zulaufende Flüsse zusammenfaßt und in gemeinsamem Arm durch die Juratafel führt.

Die Entwicklung des oberen Neckars steht in inniger Verknüpfung mit der Entwicklung des Albrandes, wie ich soeben ausgeführt habe. Über letztere aber ist unsere Kenntnis gering. Doch haben wir immerhin einige Anhaltspunkte. Die mittelmioäne Peneplain lag wahrscheinlich noch größtenteils über Weißjura, wenigstens in den südlichen Teilen unseres Gebietes. Sie war weitgehend ausgereift; das Bestehen eines scharf ausgesprochenen Jurasteilrandes zu jener Zeit scheint also wenig wahrscheinlich. Dennoch waren auch damals bereits andere Schichten bloßgelegt als Weißjura; bei Georgensgmünd liegen obermioäne Süßwassergebilde, nur wenige Kilometer vom heutigen Albrand entfernt, auf Keuper; im Ries fanden hart am heutigen Albrand Überschiebungen großer Schollen über eine denudierte Braunjura- und Liasoberfläche statt. Bei Stuttgart aber lag damals noch Weißjura, wo jetzt der Albrand über 20 km weiter nach Süden zurückgewichen ist, und ebenso wissen wir von den Höhen des Schwarzwaldes, daß sie zu jener Zeit noch weitgehend mit Jura bedeckt waren, der in ununterbrochener Tafel nach Osten zog, und dessen Reste eben der heute noch erhaltene Tafeljura sind.

All diese Feststellungen beziehen sich ungefähr auf die Zeit postmittelmioän beginnender Zerschneidung; sie erlauben uns also in ganz großen Zügen die damalige Lage des Erosionsrandes der Malmkalke wenigstens zu schätzen. Dieser Zeitpunkt aber muß deshalb für unser Betrachtungen als besonders geeignet erscheinen, weil er ja ungefähr mit dem Beginn des obermioänen Erosionscyclus zusammenfällt. Damit freilich, daß wir wissen, daß bei Stuttgart und auf den westlichen Schwarzwaldhöhen damals Weißjura lag, wissen wir noch nicht, wie weit derselbe noch nach Norden und Westen reichte. Dies ist gänzlich unbekannt.

Immerhin aber lassen diese Verhältnisse zweierlei mit großer Deutlichkeit erkennen:

1. Die Erosion des jungtertiären Zyklus griff im Westen wesentlich rascher um sich als im Osten; die Verlegung der Erosionsbasis beeinflusste die Gewässer also im Osten nur wenig, im Westen dagegen sehr stark. Bei den einheitlichen tektonischen Verhältnissen am Südrande der Alb scheint mir diese Tatsache nur durch die Annahme einer gleichzeitigen Heraushebung des Schwarzwaldmassives erklärbar.

2. Der nördliche Juraerosionsrand des Jungtertiärs war dem heutigen nicht parallel. Auch dieser Punkt scheint von morphologischer Bedeutung, denn heute zieht sich der Jura im allgemeinen als breites Band mit parallelen Rändern im Süden und im Norden dahin. Wie aber im Süden die Donau die Grenze des Jura ist, so scheinen ihre Zuflüsse auch die Lage des Nordrandes im allgemeinen parallel dazu eingestellt haben, denn es ist nicht zu vergessen, daß ja vor der mitteldiluvialen Umkehr das Land weithin lange unter dem alleinigen Einfluß der Donaubasis sich entwickelt hatte, daß aber die seit dem Mitteldiluvium verflossene Zeit noch nicht tiefgründig das Landschaftsbild umgestalten konnte, worauf ebenfalls schon mehrfach hingewiesen werden konnte.

Abweichungen von dieser Parallelität der Ränder ergeben sich heute in nennenswertem Ausmaß nur im äußersten Osten, wo eben u. a. die östlichen Randgebirge die Ursache anderer Erosionsverhältnisse wurden, so daß das Juraband fast rechtwinkelig vor ihrem Fuße umbiegt und ohne Rücksicht auf die Donau nach Norden streicht, sowie im äußersten Westen, wo der dem Rhein tributäre Neckar die Landschaft besonders rasch ausräumte.

Daß aber die heutige Parallelität der Juraränder im Mittelmiocän noch nicht bestand, weist wiederum darauf hin, daß die damals ausgereifte Peneplain offenbar zu einer anders orientierten Erosionsbasis sich eingestellt hatte, welche von Westen her gegen Osten hin das Land weitgehend ausgeräumt hatte. Dies würde dann auf ein prämittelmiocänes, also altmiocänes und vielleicht oligocänes Herrschen der Rheinbasis hinweisen. Dieses früheste Vorwalten einer westwärts gerichteten Erosion ist durchaus nicht überraschend. Wir werden Hinweisen darauf auch bei der Betrachtung des fränkischen Jura begegnen. Zudem ist ihr Vorhandensein auch rein theoretisch zu erwarten, denn der Rheintalgraben war im Oligocän zum Einbruch gekommen, und wahrscheinlich hatten sich noch früher auch die oberen Jura-meere wenigstens zum Teil in dieser Richtung aus Deutschland

zurückgezogen. Wenn auch mit dem Juraerosionsrand der Peneplain des mittleren Miocäns nicht notwendig die derzeitige Wasserscheide des Gebietes zusammenfiel, so mußte sie doch wohl in enger Wechselbeziehung zu derselben gestanden haben, und dürfte weder große Richtungsabweichungen noch große Entfernung von dieser Linie gezeigt haben.

Aber wo die damalige Wasserscheide lag, das ist heute noch unbekannt. Wir kennen somit auch nicht die größte Ausdehnung des einstigen Donaueinzugsgebietes. Hierüber könnte man nur aus einem vergleichenden Studium der hydrographischen Formelemente in allen benachbarten Gebieten, im Schwarzwald, Odenwald, Spessart, Aufschluß erhoffen; solche Untersuchungen aber würden trotz ihres großen morphologischen Interesses den Rahmen dieser Arbeit weit überschreiten.

Auch SCHEU geht stillschweigend über diese Frage hinweg, indem er lediglich von einer alten Peneplain, welche bis an den Albrand herantrat und über dem Muschelkalk lag, spricht, und diese Peneplain als gegebenen Ausgangspunkt für die jüngere Entwicklung der Landschaft nimmt.

Vielleicht gibt ein morphologisches Moment diesbezüglich einen Hinweis. SCHEU hat bereits darauf hingewiesen, daß das auffallende Entgegenfließen von Haupt- und Nebenfluß aufhört, sobald wir aus den Vorbergen des Jura heraustreten und auf die Muschelkalkebene des Vorlandes kommen.

Im Schwarzwald hört das Entgegenfließen der Nebenflüsse mitten im kristallinen Gebiet, im Bereich der unteren Nagold auf. Verbinden wir nun die äußersten Grenzpunkte dieser Vorkommnisse durch eine Linie, so läuft diese im Zwischenland zwischen Schwarzwald und Alb nicht weit von dem nördlichsten nachgewiesenen Weißjuravorkommen in vulkanischen Tuffen des Obermiocäns vorbei. Sie geht ungefähr über Stuttgart und entlang der Grenze der Keuperlandschaft im Süden, gegenüber der Muschelkalkebene im Norden. Auffallender Weise fällt mit dieser Linie dann auch noch die Nordgrenze des eigenartigen Keuperspornes zusammen, dessen Ausläufer etwa von Stuttgart aus weit nach Westen gegen den Schwarzwald hin in das Vorland hinausgreifend bis heute der Erosion erfolgreich Widerstand geleistet haben. Da aber ferner das Aufhören einer Umkehr der Flüsse nicht auf das Muschelkalkgebiet beschränkt ist, vielmehr auch im Schwarzwald wieder auftritt, so kann man diese Erscheinung keinesfalls als eine Besonderheit des Muschelkalkes deuten, wie vielleicht eine andere, gleich noch zu besprechende Erscheinung. Es liegt hier meines Erachtens der Gedanke am nächsten, daß nördlich der genannten Linie eben vom neuen Cycclus keine südlich gerichteten alten Täler mehr zu übernehmen waren, daß also nördlich dieser Linie ein anderes Entwässerungsnetz entwickelt gewesen war. Dann würde diese Linie die ungefähre Lage einer alten Wasserscheide darstellen.

Die chronologische Fixierung dieser hypothetischen Wasserscheide fällt allerdings schwer, da sie höchst wahrscheinlich doch wohl nicht gleichzeitig entwickelt war mit dem Bestehen eines ältesten, weit nach Norden vorgreifenden Neckars, dessen Vorhandensein im Vorangehenden bereits ausgeführt wurde, oder aber, bei der Annahme gleichen Alters, müßte diese Wasserscheide gerade im Neckargebiet eine auffallende Ausbuchtung aufgewiesen haben, was ja nach Analogie mit heute noch bestehenden Verhältnissen weiter im Osten nicht als ausgeschlossen

gelten darf. Aber wo die alten Neckarquellen lagen und in welchen Beziehungen die eben angedeuteten Verhältnisse zu einander stehen, wage ich auf Grund meiner Untersuchungen, die sich hier weder auf Spezialuntersuchungen, noch irgendwelche Literatur stützen können, nicht sicher zu entscheiden.

Ebenfalls nur erwähnt sei noch eine zweite morphologische Eigentümlichkeit des Gebietes, für die ich eine ganz befriedigende Lösung nicht zu geben vermag. Es ist das die Erscheinung des Mäandrierens der Flüsse sobald sie den Muschelkalk betreten. Scheu hatte ebenfalls für sein Gebiet schon darauf hingewiesen, sich aber begnügt festzustellen, daß die Mäander anderer Entstehung seien, als sonst üblich.

Mir scheinen für das Studium dieser Verhältnisse drei Punkte maßgebend:

1. Die Mäander scheinen tatsächlich anderer Entstehung zu sein, als die gewöhnlichen Flußmäander, denn trotzdem sie stellenweise schon recht stark ausgebildet sind, scheinen sie doch nicht von der letzten Peneplain übernommen zu sein, wie der nächste Absatz zeigt, somit sehr jugendlicher Entstehung. Sie unterscheiden sich daher sehr wohl auch von den altübernommenen Zwangsmäandern des unteren Neckarlaufes. Umlaufberge fehlen ihnen in allen Fällen.

2. Diese Mäander treten nicht nur in dem möglicherweise auch älteren Vorlandgebiet von Kocher und Jagst auf, sondern ebenso in dem sicher jung ausgeräumten Gebiete des oberen Neckar. Der Neckar selbst mäandriert leicht in seinem subsequenten Laufstück oberhalb Rothenburg. Das gleiche tun die jungen, sekundär konsequent vom Albrand herbeiströmenden rechten Nebenflüsse, sobald ihre Sohle den Muschelkalk anschneidet. Man wird also zu dem merkwürdigen Schluß gedrängt, daß die Mäanderbildung hier durch den Gesteinscharakter bedingt wird, daß sie eine Eigentümlichkeit des Muschelkalkes sei. Auffallend und schwer verständlich ist dann allerdings wohl die Tatsache, daß nicht auch die Flüsse anderer Muschelkalkgebiete oder etwa auch nur die Flüsse des Maingebietes in gleicher Weise prinzipiell mäandrieren, sobald sie den doch regional so sehr gleichmäßig ausgebildeten Muschelkalk betreten. Zudem ist auch sonst ein genetischer notwendiger Zusammenhang zwischen Gesteinscharakter und Mäanderbildung meines Wissens nicht bekannt.

3. Dies aber läßt es doch nicht ausgeschlossen erscheinen, daß das Zurückweichen der Juratafel mit ihrer Genese in irgend welchem Zusammenhang steht. Zumal das Auftreten der Mäanderbildungen entlang einer bestimmten Zone erfolgt, welche gegen SW hin sich dem Albrande immer mehr nähert, aber doch, im Großen betrachtet, diesem annähernd parallel läuft. Sind also die Mäander ganz jugendlicher Anlage, so könnte man vielleicht auch an einen vorübergehenden Stillstand der Erosion vor dem Albrande infolge lokaler tektonischer Ereignisse etwa von der Art, wie ich sie im Vorangehenden gerade in ihrer morphogenetischen Bedeutung für die Neckarniederung schon erwähnt habe, denken, welche die Tiefenerosion der Flüsse des Vorlandes durch eine mehr nach der Seite hin wirkende vorübergehend ersetzte.

Doch sind dies alles Fragen, welche bei dem heutigen Stand unserer Kenntnis noch offen bleiben müssen.

Die Wörnitz und Altmühl im Gebiete der Alb und ihres nördlichen Vorlandes.

a) Das Ries.

Das vulkanische Ries als Störungselement der normalen morphologischen Albentwicklung. — Ansichten über die hydrographischen Verhältnisse des Rieskessels im Obermiocän. — Die lokale Erosionsbasis des Kessels. — Konsequente und subsequente Flüsse.

Wir waren im vorigen Abschnitt bis zur Betrachtung des Brenztales gegen Osten fortgeschritten und hatten gesehen, daß jugendliche, mitteldiluviale Abzapfung und Umkehr des alten nach Süden gerichteten Flußsystems das Tal seines einstigen Stromes beraubt hatten.

Weiter nach Osten schließt sich nun die Wörnitz als nächster großer Fluß an, der von den bisher beschriebenen völlig abweichende Verhältnisse aufweist, indem er noch heute gegen SO hin die Alb in tiefem Tal durchbricht.

Aber die morphologische Entwicklung des Wörnitzgebietes war in altobermiocäner Zeit durch vulkanische Eruptionen unterbrochen worden. Wie stets, griff hier der Vulkanismus als störendes Element in die normale Entwicklung des die Anlage der heutigen Landschaftsformen geschaffen habenden pliocänen Cyclus ein, indem er viele morphologische Elemente zerstörte, hier allerdings auch einige solche konservierte, auf deren Bedeutung noch zurückzukommen sein wird.

Doch da der Vulkanismus hier lokal auch neue Einzeltzüge im Landschaftsbild schuf, welche aus der Entwicklung des Ganzen herauszufallen scheinen, da sie nicht den allgemeinen morphologischen Richtlinien der Albentwicklung folgen, sondern lediglich auf den Einfluß des Vulkanismus zurückzuführen sind und sich auch völlig aus ihm erklären lassen, so seien diese das Gesamtbild verwischenden Einzelelemente vorerst herausgegriffen und zusammengestellt.

Es handelt sich hierbei natürlich vor allem um das Ries. Die anderen vulkanischen Vorkommnisse der Alb sind zu unbedeutend und scheinen die Oberfläche zu wenig beeinflußt zu haben, um großzügig auch morphologisch zur Geltung zu kommen. Auf die geologische Geschichte des Rieses brauche ich hier nicht einzugehen, da diese durch die Arbeiten BRANCA und FRAAS¹⁾ genügend geklärt ist. Nur die Anhaltspunkte

¹⁾ W. BRANCA und FRAAS: Das vulkanische Ries bei Nördlingen. Abh. kgl. preuß. Akad. d. Wissensch. 1901.

über die früheren hydrographischen Verhältnisse des Rieskessels, welche so verschieden bislang gewertet wurden, seien hier zu kurzer Würdigung zusammengefaßt.

Für die morphologische Entwicklung ist vor allem die Tatsache bedeutungsvoll, daß der Rieskessel schon zur Zeit seiner Entstehung in den Nordrand der Albtafel eingesenkt wurde. Dies geht unabweisbar aus der Tatsache hervor, daß die Weißjuraklippen, welche sich am Nordrand des Rieses finden, auf Braunjura und Lias überschoben wurden¹⁾. Die nördliche Begrenzung war daher damals schon Braunjura und Lias. Andererseits aber war unser Gebiet zur Zeit der Eruptionen weitgehend peneplainisiert gewesen. Wir müssen daher annehmen, daß eine scharf ausgesprochene Albwand, wie etwa heute, damals noch nicht bestand. Die morphologische Entwicklung bis zum heutigen Tage wirkte also vornehmlich dahin, den Erosionsrand als steile Wand herauszubilden; nach Süden zurückgewichen ist derselbe seit obermiocäner Zeit aber nur wenig.

Die weitgehende Ausräumung der Landschaft bereits vor der Entstehung des Rieskessels gibt auch KOKEN zu, der bei Besprechung der von ihm s. Z. so abweichend aufgefaßten Klippenzone davon spricht, „daß einzelne Schollen einer schon tief erodierten und denudierten Landschaft in verschiedenen Richtungen gegeneinandergekippt und disloziert sind“²⁾.

Die allgemein anerkannte Tatsache einer bereits primären Öffnung des Rieses nach Norden hin, hatte ohne weiteres allgemein auch die Annahme nach sich gezogen, daß das Ries früher auch nach Norden entwässert wurde. Freilich, über die Art und das Prinzip dieser der heutigen gerade entgegengesetzten Entwässerung herrscht solche Übereinstimmung nicht.

BRANCA und FRAAS gehen nicht näher auf eine Untersuchung des alten Gewässernetzes ein; sie geben nur eine weitgehende Ausräumung der Landschaft nach Norden hin an.

Doch muß betont werden, daß eine solche Entwässerung möglicherweise einem noch älteren Cyclus angehört haben kann; denn sowohl im Westen (Neckar!) wie im Osten (Altmühl) flossen zu jener Zeit die vulkanisch nicht gestörten Flüsse bereits gegen SO, und es ist mir kein Grund bekannt, welcher dazu nötigen würde, einen zur Zeit der Entstehung des Rieskessels nordwärts fließenden Fluß dort anzunehmen, da die

¹⁾ a. a. O. S. 43 und 94 ff.

²⁾ E. KOKEN: Geologische Studien im fränkischen Ries II. Folge. N. Jahrbuch Beilg.-Bd. XV S. 434.

Entwicklung des gesamten bisher untersuchten Gebietes sich als eine überaus einheitliche dargestellt hat.

v. KNEBEL¹⁾ nimmt zu dieser Frage dahingehend Stellung, daß die Überschiebungszone des Rieses im allgemeinen einem heute noch gültigen Relief folgte. Wichtig ist vor allem dabei die Feststellung, daß das heutige große Egertal damals schon angelegt war.

Auch KOKEN nimmt das alte Vorhandensein des Egertales an, wenn er auch seine früher mit KNEBEL übereinstimmende Ansicht, daß die Oberflächengestaltung des quartären Rieses der heutigen ähnlich sei,²⁾ völlig verließ und nunmehr die Ansicht vertritt, daß durch postglaziale Senkungen im Riesessel „die Abflußverhältnisse fast in das Gegenteil verkehrt“³⁾ wurden. „Gewässer, die wie die Eger jetzt von Westen her in das Ries einströmen, hatten ein umgekehrtes Gefälle. Konnte aber das Wasser aus dem Ries in das jetzige Jagsttal fließen, so waren derartige Täler auch die naturgemäße Abzugsstraße der Gletscher, die sich hier gesammelt hatten“⁴⁾.

Aber dies ist eine rein hypothetische Annahme, welche sich auf keine zwingende Beobachtung in der Natur stützen kann. Das Gefälle des Egertales hätte sich dann in genau umgekehrter Weise verhalten, wie das der benachbarten Kocher und Jagst. Auch würde diese Annahme völlig aus dem Rahmen des hydrographischen Gesamtbildes herausfallen; denn es ist eben nichts bekannt, was uns ein nach NW geneigtes Flußbett zu altobermiocäner Zeit anzunehmen gestattet. Vorzüglich dagegen würde sich die alte KOKENSche und v. KNEBELSche Auffassung dem Gesamtbilde einfügen.

Ehe jedoch hierauf einzugehen ist, sei noch GÜMBEL⁵⁾, ebenfalls von den vorhergehenden abweichende Ansicht erwähnt. Er, der in dem Ries ein großes Maar erblickt, wollte das

¹⁾ v. KNEBEL: Die vulkanischen Überschiebungen bei Wemding am Riesrand. Diese Zeitschr. 1903, S. 439. — Beiträge zur Kenntnis der Überschiebungen am vulkan. Ries von Nördlingen. Diese Zeitschr. 1902, S. 56. — Weitere geologische Beobachtungen am vulkanischen Ries von Nördlingen. Diese Zeitschr. 1903, S. 23. — Studien über die vulkanischen Phänomene im Nördlinger Ries. Diese Zeitschr. (bes. S. 38 ff) 1903, S. 236.

²⁾ KOKEN: Ber. üb. d. 31. Versammlg. des oberrhein. geol. Ver. S. 36—42.

³⁾ KOKEN: Geologische Studien im fränkischen Ries. I. Folge. N. Jahrbuch f. Min. usw. Beilg.-Bd. XII. 1899 (bes. S. 271), S. 479.

⁴⁾ a. a. O. S. 498.

⁵⁾ GÜMBEL: Der Riesvulkan. Sitz.-Ber. d. Kgl. bayer. Akad. d. Wissensch. München 1870.

radiale Zusammenströmen der Gewässer nach der ursprünglich tiefsten Stelle desselben bei Klosterzimmern erkennen. Während er aber die jetzige Entwässerung des Kessels als eine jugendliche, durch die Anzapfung der Wörnitz geschaffene anspricht, sucht er die primär aus dem Ries ausgetretenen Wasseradern im Norden und Osten.

Das Ergebnis dieses Umblickes in der Literatur ist also ein recht wenig einheitliches. Nach Norden, Westen, Osten und Süden hat man bereits die primäre Riesentwässerung gerichtet sein lassen. Aber offenbar können doch nicht alle diese Annahmen — wenigstens gleichzeitig — das Richtige getroffen haben, wenn ich von der zweifellos ganz vorübergehenden Entwicklungsphase eines Riesberges absehe.

Es sei vorausgeschickt, daß, wie bereits erwähnt, der Weißjurarand schon durch einen anderen Cyclus bis an die Riesgrenze gerückt worden war. Im obermiocänen Cyclus aber muß nach Analogie mit der Nachbarschaft eine südöstliche Entwässerungsrichtung als normal vorausgesetzt werden. Doch handelt es sich darum festzustellen, ob Spuren einer solchen auch noch im Riesgebiete vorhanden sind, und wie weit sie durch die vulkanischen Erscheinungen gestört, bzw. unterbrochen wurden. Denn zweifellos hatte eine solche Unterbrechung des gewöhnlichen Entwicklungsganges stattgefunden, wie die Bildung eines Sees im Rieskessel beweist.

Möglicherweise war der Aufstau dieses Sees durch rein vulkanische Kräfte erfolgt. Wahrscheinlicher allerdings will es mir scheinen, daß auch der normale morphologische Entwicklungsgang der Landschaft an der Seenbildung mitgewirkt hat; denn wir finden nach Osten hin die großen, nichtvulkanisch beeinflussten Albbuchten in obermiocäner Zeit ebenfalls zu Seen aufgestaut.

Die Entwicklung des Riesees und die am Boden des Rieskessels lang anhaltenden Bodensenkungen, welche nach den noch gelegentlich auftretenden Erdbeben zu schließen, auch wohl heute noch nicht abgeschlossen sind, mußten diesen zu einer lokalen Erosionsbasis für seine nähere Umgebung umbilden, welche, solange der See noch nicht zur Donau entwässert wurde, von der Donaubasis völlig unabhängig war, und auch später nur in bezug auf den Abzugskanal des anzapfenden Flusses unmittelbar von ihr beeinflusst wurde. Mittelbar ging dieser Einfluß, wenn er auch unbedeutend war, freilich weiter, indem durch ihn mit der Höhenlage bzw. Existenz des Seespiegels auch die Höhenlage der lokalen Erosionsbasis mitbestimmt wurde.

Die Entwicklung dieser engbegrenzten, lokalen Erosionsbasis zeigt in lehrreicher, modellartiger Weise die Vorgänge im kleinen, welche die ganze Landschaft im großen betroffen hatten. Freilich geriet das hierbei sich entwickelnde Flußsystem in Kollision mit dem bereits bestehenden normalen Entwässerungsnetz der Umgebung, das zudem schon



Fig. 17.

Das Flußsystem der Würnitz mit der morphologischen Störungszone des vulkanischen Rieses.

(Nach der Generalstabkarte 1:100 000 gezeichnet und verkleinert).

vorher durch die vorübergehende Entwicklung eines Riesberges aus der Ordnung gekommen war. So ergibt sich als Gesamtbild ein scheinbares Durcheinander von Flüssen, das sich jedoch sehr wohl harmonisch nach älteren und jüngeren Gruppen zerlegen läßt.

Das verwischte, ältere Bild der vorvulkanischen Zeit wird sich aber leichter erfassen lassen, wenn zunächst die Wirkungen der jüngeren lokalen Erosionsbasis zusammengefaßt und geordnet werden.

Der entstehende Kessel mußte Anlaß für die Entwicklung radialer Wasserfäden werden, welche von den Wänden des Riesrandes sich zurückschneidend ihr Einzugsgebiet zu vergrößern bestrebt waren. Dabei wurden etwa im Wege stehende zur Donau gerichtete, oder als Nebenflüsse zu Nebenflüssen der Donau orientierte Bäche abgezapft und dem neuen System einverleibt, dessen Jugendlichkeit und geringe Entfernung von seiner Erosionsbasis ihm das Kräfteübergewicht sicherte.

Zahlreiche Beispiele dieser konsequenten Entwässerung lassen sich auf der Karte erkennen. Alle die kleinen Flußtäler, welche vom Kessel radial ausstrahlen, gehören hierher: so z. B. der Rodelbach nördlich von Wemding, der Gänsbach bei Megesheim, der Mühlbach südlich von Öttingen. Eine ganze Zahl von Beispielen läßt auch erkennen, wie die radiale Konsequenzentwässerung südlich gerichtete, ihr fremde Flußstücke abzapfte und sich einverleibte. So lenkte der Rohrbach einen N=S gerichteten Fluß in scharfem Knick bei Polsing in sein Bett und vergrößerte dadurch seinen Oberlauf beträchtlich.

Trotz ihres miocänen Alters aber und trotz der Nähe und Tiefe der Erosionsbasis ist die erosive Gesamtleistung eine relativ geringe, wie die nur schmale Zone in der Umgebung des Rieses zeigt, welche von der Rieserosionsbasis beherrscht wird. Besonders im Süden fällt die geringe konsequente Zerteilung der harten Malmkalke auf, während die Entwicklung der Flüsse der tiefer denudierten nördlichen Teile dem weichen Gestein entsprechend auch weiter fortgeschritten ist.

Die vulkanischen Vorgänge hatten aber das Ries und seine Umgebung in ringförmigen Zonen zerrüttet. Diese Zonen waren für die Gewässer die gegebenen Richtlinien für eine scharf und stark entwickelte subsequente Entfaltung, die besonders im S und W des Rieses auffällt. So mündet die Sehta, lange Zeit dem Riesrand und der dortigen Überschiebungszone der Klippen fast parallel laufend, bei Bopfingen in scharfem Bogen ins Egertal und wird zum Ries hinabgeleitet.

Der Vorrieszone BRANCAS folgen im wesentlichen der gegen Osten hin zusammengefaßte Köhrlesbach und Kesselbach bei Aufhausen, Ammerdingen und Eglingen, die möglicherweise sogar eine Zeitlang durch die Senke zwischen Untermagerbein und Deggingen zum Rieskessel abgeflossen waren, diesem aber dann durch die neubelebte Erosion der Donaubasis mittels des heutigen Kesselbachunterlaufes als damaligen selbständigen Baches wieder geraubt wurden. Auch innerhalb des Rieskessels wird die granitische horstartige Zone BRANCAS durch subsequente Flüsse morphologisch deutlich zum Ausdruck gebracht, die sich an ihren Bruchrand anschmiegen. Dies zeigt vor allem der Forellenbach (Balzheim—Hürnheim—Edernheim). Auch von der Eger aus schneidet sich in dieser Subsequenzzone ein kleiner Bach ein, der jedoch offenbar nur geringe Kraft hat, so daß das Zukunftsbild der morphologischen Entwicklung nicht schwer voraussagen ist: Der Forellenbach wird stets an Raum gewinnend sein Einzugsgebiet mehr und mehr vergrößern, und die sich entwickelnde Talwasserscheide ständig gegen die Eger zu verschieben, bis das gesamte Gefälle des Bachbettes ein inverses geworden ist. Dann aber, wenn die Wasserscheide bis zur Eger vorgedrungen ist, wird diese selbst in ihrer Existenz bedroht sein, angezapft und zum heutigen Forellenbachbett abgelenkt werden.

Die Bildung des gesamten geschilderten Entwässerungssystems war auf jeden Fall durch die im untersten Obermiocän auftretenden vulkanischen Störungen veranlaßt worden, welche vornehmlich in zwei Gruppen zerfallen: Einmal die Überschiebungen, welche vom Rande des vorübergehend sich bildenden Riesberges stattfanden, sodann die Bodenschwankungen des Riesbodens selbst.

Daß letztere jedoch nicht auf die Zeit der Eruptionen beschränkt waren, läßt sich kontrollieren durch das Verhalten der obermiocänen Süßwasserbildungen, welche vielfach verworfen und abgesunken sind, und zwar im Norden mehr als im Süden, wo sie im Durchschnitt auf etwa 500 m, noch ca. 50 m unter dem Niveau der nach Süden sich anschließenden Hochflächen lagern. Nehmen wir jedoch im Geiste die ganzen als lokal verursacht erkannten morphologischen Faktoren aus dem Kartenbilde heraus, so bleiben doch einige markante hydrographische Züge übrig, welche eine andere Erklärung erheischen.

b) Das Eger- und das untere Wörnitztal.

Das Egertal als präexistierender Talzug. — Spuren seiner Fortsetzung nach aufwärts. — Jagstbucht. — Spuren seiner Fortsetzung nach abwärts. — Unteres Wörnitztal und Wörnitzdurchbruch.

Die Überschiebung der „Klippen“, welche zur Zeit ihrer Entstehung wohl noch weitgehend zusammenhängende Wände bildeten, kann sehr wohl eine frühere, normale Entwässerung momentan unterbrochen haben. Nehmen wir an, daß ein Fluß in südöstlicher Richtung die Riesgegend vorher betreten hatte, so könnte er sehr wohl vorübergehend abgelenkt und gegen Osten hin dem Albrand folgend der Altmühl zugeführt worden sein. Insofern könnte vorübergehend GÜMBELS Ansicht einer nördlich bzw. östlich gerichteten Entwässerung zu Recht bestanden haben. Aber zwingende Beweise, daß dem so war, sind mir nicht bekannt.

Die Überschiebungsmassen hatten aber auch einen präexistierenden breiten Talzug benützt und aufgefüllt: das Egertal. So zeigt sich durch dessen Konservierung bis auf den heutigen Tag, daß tatsächlich schon vor Bestehen des Rieskessels ein normal entwickelter Fluß in südöstlicher Richtung diese Gegend durchströmte. Reste seiner südlichen Fortsetzung werden sogleich noch zu besprechen sein. Da das Egertal also nicht etwa durch die vulkanische Katastrophe erst entstand, sondern schon vorher, also durch die Tätigkeit eines Flusses normal geschaffen wurde, so liegt in seiner großen Breite der beste Anhaltspunkt dafür, daß seine Wasser nicht nach Nordwesten zum Kocher geflossen sein konnten, wie KOKEN das wollte; denn für die Entfaltung eines solchen Flusses fehlte das nötige Rückland, das doch dann nur im SO gesucht werden könnte. Rechts und links treffen wir in großer Nähe südlich gerichtete Ströme; im Süden aber lag unfern die Donau, und vor ihrer Entstehung das Meer.

Das Egertal tritt uns jedenfalls hier als erster fremder Zug vor Augen, der nicht durch die Existenz der lokalen Erosionsbasis des Rieses zu erklären ist. Das Egertal endet nach Westen hin ziemlich abrupt. Sein heutiger Hauptzufluß ist die Sechta, die wir aber schon als jüngeren Subsequenzfluß kennen gelernt haben. Daß sie genetisch nicht eng mit dem Egertal verknüpft ist, zeigt auch die Tatsache, daß die breite Talanlage der Eger noch über ihre Einmündungsstelle hinaus nach Westen in die Alb eingreift, in einer Breite, welche völlig unproportioniert ist zu dem kleinen Bach, welcher das Tal

heute benützt. Plötzlich aber endet das Tal in der Gegend von Aufhausen, und die Bahn geht über einen nur wenig zerteilten Plateaurest hinab zur Albbucht von Lauchheim. Wenn also auch auf kurze Strecke das Tal unterbrochen scheint, so weist doch das Vorhandensein von Buchten in der Albwand, welche, wie bereits ausgeführt, durch Flußerosion entstanden sind, auf das Vorhandensein früherer Flüsse hin. So wäre ja auch die benachbarte Albbucht des Kochers völlig unverständlich, wenn wir nicht wüßten, daß seine Wasser einst nach Süden geflossen wären. So also setzt auch die Albbucht von Lauchheim das Bestehen eines alten Flusses voraus, der etwa da die Alb betrat, wo die breit auseinanderlaufenden Seitenwände der Bucht sich schneiden. Dieser Winkel aber deutet mit seiner Spitze auf das so nahe Egertal.

Heute freilich fließt die Jagst parallel den Schenkeln dieses Winkels. Erst in umgelenkt resequentem Quellstück auf die Alb zufließend, dann in umgekehrt konsequenter Richtung nach Norden hin entfliehend. SCHEU hat bereits nachgewiesen, daß Kocher und Jagst früher gemeinsam durch das jetzige Brenztal nach Süden entführt wurden; diese Betrachtungen aber lassen den Schluß zu, daß noch früher in präobermiocänem Cyclus die Jagst selbständig durch die Alb gegen SO floß und erst später vom Kocher subsequent angezapft wurde, oder auch vielleicht durch die vulkanischen Vorgänge im Ries aus ihrem alten Bett geworfen wurde.

Das Egertal mündet offen und breit in die Senke des Rieses. Es ist naturgemäß notwendig, irgendwo jenseits des gegenüberliegenden Randes des Rieses seine Fortsetzung zu vermuten. Aber da bietet sich nur eine Möglichkeit. Verlängern wir seine Richtung nach SO hin, so treffen wir den südlichen Riesrand nicht weit von der Stelle, wo ein zweiter auffallender, fremder Zug die lokale Riesmorphologie unterbricht: die Durchbruchstelle der Wörnitz bei Harburg.

Wir können erhaltene Spuren präobermiocäner Talentwicklung heute im allgemeinen wohl nur noch außerhalb der vulkanischen Störungszone des Rieses erwarten. Der heutige Wörnitzdurchbruch ist daher auch jünger als obermiocän, wie KOKEN das will. Er hatte ja seine Ursache erst in obermiocänen Vorgängen, und KOKEN betont auch, daß, wenn die Wörnitz im unmittelbaren Anschluß an die vulkanischen Vorgänge schon das Ries entwässert hätte, sich schwerlich in unmittelbarer Nähe des Entwässerungszuges in hoher Lage limnische Tertiärkalke hätten absetzen können¹⁾.

¹⁾ a. a. O. II. S. 447.

Die Durchbruchsstelle bei Harburg liegt aber noch völlig im Bereich vulkanischer Störung. Nach Süden liegt noch die Vorrieszone auf der Alb. Das Tal selbst folgt zunächst noch einer tektonischen Linie, deren Alter allerdings nicht bekannt ist. Aber es erscheint doch wahrscheinlich, sie auf die Rieskatastrophe als Ursache zurückzuführen. Vielleicht wirkte sie auch als Schwächelinie, welche dann dadurch dem Wasser den Weg entlang ihren Wänden wies, und so die Anzapfungs- und Durchbruchsstelle gerade an den Ort ihres Vorhandenseins verlegte.

Aber schon bevor 'man Ebermengen erreicht, ändert das Durchbruchstal seinen Charakter. Es verbreitert sich ziemlich plötzlich, und die Wörnitz pendelt den kurzen Rest ihres Laufes, ohne die Talkrümmungen auszufüllen, in viel zu breitem Bett nach Süden.

Die Talkrümmungen aber sind weitgeschwungene Bogen, denen am konkaven Ufer schmale Talsporne entsprechen. Sie unterscheiden sich also in nichts von den bisher beschriebenen alten Zwangsmäandern der andern Albflüsse. Ein solcher liegt oberhalb Ebermengen, ein weiterer unterhalb Wörnitzstein, ein dritter oberhalb der Wörnitzmündung bei Donauwörth.

Durch diese Verschiedenheiten zerfällt das untere Wörnitztal südlich des Rieses in zwei deutliche Abschnitte. Der nördliche trägt noch die Zeichen größerer Jugendlichkeit und läßt infolge vulkanischer Störungen die Reste seiner früheren Geschichte nicht mehr erkennen. Dies ändert sich jedoch, sobald wir mit dem Verlassen der vulkanischen Störungszone den zweiten Flußabschnitt betreten, der völlig analog den anderen alten Albflüssen entwickelt ist. Diese Analogie führt aber unmittelbar zu dem Schluß gleichartiger Geschichte und Entwicklung.

Das Vorhandensein eines vor dem Ries bestehenden Flußlaufes gestattet einige wichtige Rückschlüsse auf das Alter der Cyclen, indem wir durch das nachgewiesene unterobermiocäne Alter der Rieskesselbildung einen neuen, festen zeitlichen Anhaltspunkt gewinnen.

Wir sehen daraus, daß die Albentwässerung durch sehr lange Zeiträume hindurch prinzipiell die gleiche blieb. Haben wir bislang schon die heutige junge Talvertiefung im wesentlichen als das Werk des pliocänen Cyclus hingestellt und die letzte Verebnung der Landschaft als das Werk des im Mittelmioecän beginnenden obermiocänen Cyclus aufgefaßt, so sehen wir hier Reste eines präobermiocänen Cyclus vor uns, der in der Entwicklung seiner Täler kaum von dem folgenden 'ab-

wich. Denn dieser Cyclus muß präobermiocän sein, wenn eine alt obermiocäne Erscheinung seinen Werdegang störte. Dies aber zeigt wiederum die nur geringen tektonischen Störungen des mittleren Tertiärs, wo ein Cyclus fast ohne Änderung das Netz des folgenden übernehmen konnte. Dieser ältere Cyclus aber war ebenfalls schon weitgehend ausgereift, denn auch seine Flüsse haben im Unterlauf die charakteristischen Schleifen der Zwangsmäander dem folgenden Cyclus vererbt.

c) Das obere Wörnitztal.

Die subsequente Zusammenfassung der Wasser vor dem Riesrand. — Die zwei Tiefen- (Durchbruch)-linien des nördlichen Abrandes.

Abgesehen von diesen Spuren ältester Cyclen, sehen wir noch zwei jüngere Einschnitte der Erosion im nördlichen Riesrand, deren Entstehung nicht auf die lokale Erosionsbasis des Rieses zurückgeführt werden kann.

Dies ist die breite Senke des heutigen Wörnitztals, wo es das Ries betritt, und die zwar nicht so ausgeprägte aber doch unverkennbare Tiefenlinie, welche von Willburgstetten über Fremdingen ins Ries führt, größtenteils heute von dem kleinen Mauchfluß benützt wird, und auch der Eisenbahn als Übergang dient.

Da wo die Wörnitz in breitem Tal das Ries betritt, macht dasselbe keineswegs einen jugendlichen Eindruck. Aber Bestimmtes läßt sich hier nicht ermitteln. Erst im nördlichen, ungestörten Vorland fällt die völlige Analogie und der Parallelismus der Talentwicklung mit dem benachbarten Altmühlssystem auf.

Knapp vor dem Eintritt ins Ries macht die Wörnitz bei Wassertrüdingen einen fast rechtwinkligen Knick, mit dem sie in eine dem Albrand parallele, subsequente Richtung umbiegt. Aber unmittelbar westlich vom Hesselberg, bei Wittelshofen, empfängt sie einen sehr bedeutenden Nebenfluß, dessen Lauf in nordwestlicher Richtung weit in das Vorland hinausgreift. Ganz in ähnlicher Weise wendet sich nun einige Kilometer weiter westlich die Wörnitz selbst nach NW, und hält bis zu ihren Quellen mit dem erstgenannten Nebenflusse annähernd parallelen Lauf. Von der Umbiegungsstelle aus aber führt nun ein Nebenfluß die subsequente Richtung noch eine kurze Strecke nach Westen fort.

Wir haben hier also parallele südöstliche, somit konsequent auf den Albrand zufließende Flußstücke, die offenbar ur-

sprünglich selbständig angelegt, im Laufe der Entwicklung der Landschaft subsequent zusammengefaßt und gemeinsam durch den Albkörper nach Süden entführt wurden. Da die subsequente Zusammenfassung notwendig erst nach der konsequenten Selbständigkeit eintreten kann, dürfen wir annehmen, daß beide parallele Flußläufe erst selbständig das Riesgebiet betraten. Dann also hat die jetzige Salzach den einstigen Wörnitzoberlauf gebildet, während die heutige obere Wörnitz einen heute nicht mehr bestehenden Unterlauf durch die Klippenzone des Rieses hatte. Und in der Tat fällt in der südlichen Verlängerung ihres Oberlaufes von der subsequenten Umbiegungsstelle an die Tiefenlinie auf, welche, wie oben genannt, den Riesrand durchsetzt und zum Teil heute dem Restfluß der Mauch als Bett dient.

d) Das obere Altmühltal.

Seine Geschichte nach SCHWERTSCHLAGER. — Gründe gegen die SCHWERTSCHLAGERSche Ansicht. — Zwangsmäander. — Die Lage der kontinentalen Wasserscheide und deren Deutung. — Fossa Carolina. — Talwasserscheide bei Graben. — Junge Abzapfungen und Flußumkehrungen. — Die Rednitz mit der fränkischen und schwäbischen Rezat als Quellästen. — Anlauter und Schwarzach.

Ein Analogon zum Wörnitztal bildet das der Altmühl. Die Geschichte seines Unterlaufes wurde schon im zweiten Abschnitt im Zusammenhang mit der Entstehung der Donau besprochen. Hier wird also nur noch der Oberlauf in seiner Entwicklung zu verfolgen sein. Dieser ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil die Altmühl früher in noch viel weitgehendem Maße die ihr nach Norden vorgelagerte Landschaft in ihrem hydrographischen Werdegang bestimmte als heute.

SCHWERTSCHLAGER¹⁾, dessen Arbeit zum Teil schon bei Besprechung des unteren Altmühltals herangezogen wurde, hat sich auch eingehend mit der Morphologie des Altmühloberlaufes (oberhalb Dollnstein) befaßt. Da er jedoch zu Resultaten kommt, welche mit der hier vertretenen Anschauung durchaus nicht in Einklang stehen, müssen hier die sich entgegenstehenden Ansichten zunächst nach ihrer Berechtigung abgewogen werden.

Erst ein Nebensächliches zur Vermeidung von Mißverständnissen. SCHWERTSCHLAGER nennt die Altmühl einen „umgekehrten“ Fluß. Einmal, weil sich ihre Fließgeschwindigkeit von der Quelle zur Mündung stets vergrößert, sodann wegen

¹⁾ SCHWERTSCHLAGER: Altmühl und Altmühlgebirge, Eichstädt 1905.

ihres Durchbruchs durch den Frankenjura. Der Ausdruck „umgekehrt“ aber wird in dieser Arbeit in anderem Sinne gebraucht, wie an zahlreichen Beispielen bereits gezeigt wurde, so bei Kocher, Jagst u. a. In diesem Sinne aber ist gerade die Altmühl kein umgekehrter Fluß.

SCHWERTSCHLAGER führt die Anlage der heutigen Entwässerung bis auf die Kreidezeit zurück. Im Gebiete des Jura erkennt er Rudimente von Flüssen, welche damals hoch über ihrem heutigen Niveau nach Süden flossen:

1. im Altmühltal oberhalb Dollnstein; seine damalige Fortsetzung war das Wellheimer Trockental;

2. im Anlautertal, bestehend aus Brombach und jetziger Anlauter;

3. im Schwarzachtal mit dem jetzigen Unterlauf von Tal-mässing ab und mehreren Quellbächen, darunter der fränkischen Rezat;

4. im Sulztal.

Dagegen „kann das jetzige Altmühltal zwischen Dollnstein und Kelheim auch in der Anlage noch so wenig existiert haben wie die bayerische Donau, da eine solche Richtung für damalige Verhältnisse ganz unmotiviert war“¹⁾.

„Die Erosion setzte nach den im Eocän beginnenden geotektonischen Veränderungen so mächtig ein, daß im Mittelmiocän das ganze Keupergebiet Mittel- und Oberfrankens nicht bloß bis auf mindestens 500 m herunter abgeschwemmt, denudiert war, sondern auch seinen Hauptabfluß in Rednitz, Pegnitz und Main gegen N und NW erhalten hatte“²⁾.

SCHWERTSCHLAGER setzt weiterhin die Verbiegung der Alb-schichten gegen SO und auch die Bildung der Donauspalte ins Altertär. Im Anschluß an diese Vorgänge entstand erst die Rinne Dollnstein-Kehlheim. Im Jungtertiär aber war durch die hohe Lage des Spiegels des oberbayerischen Süßwasser-sees (mindestens 470 m) die Erosion auf der Alb zum Stillstand gekommen, während die Erosionsbasis mit ihren Abflüssen nach Norden sich dauernd weiter vertiefte und daher den See am Albrand nach Norden entwässerte. Diese Verhältnisse dauerten bis zum Beginn des Diluviums. „Ich stimme also mit THÜRACH ganz überein“ schreibt SCHWERTSCHLAGER, „und verweise auf dessen nähere Beschreibung dieses miocänen Altmühllaufes (den aber THÜRACH selbst nicht als miocän, sondern nur als ältest diluvial anspricht!). Doch muß betont werden, daß es sich nur um eine zeitweilige von mir in ihren

¹⁾ a. a. O. S. 58.

²⁾ a. a. O. S. 59.

Ursachen hinlänglich gewürdigte Extravaganz der Altmühl handelte, welche vor dieser Zeit, und nachher wieder ihr gewöhnliches Bett benützte.“

Vergleicht man diese Ausführungen mit den Ansichten von GÜMBEL, PENCK, THÜRACH, die früher schon angegeben wurden, oder auch mit den in dieser Arbeit dargelegten, so fällt der Gegensatz der Anschauungen in die Augen; vor allem aber

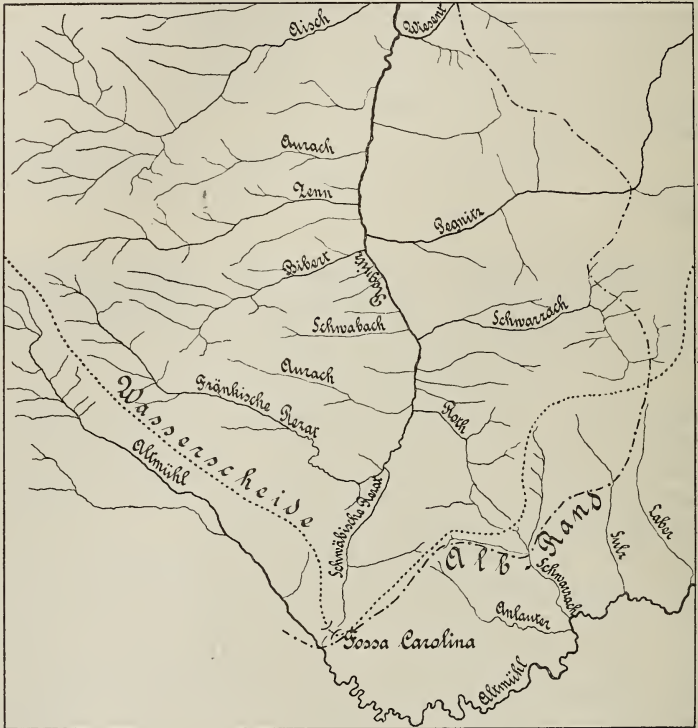


Fig. 18.

Das Flußnetz der Altmühlalb und des fränkischen Beckens.
(Nach der Generalstabkarte 1:100 000 gezeichnet und verkleinert.)

auch die geringe Anpassungsmöglichkeit vieler Einzelangaben Schwertschlagers in das bisher so einheitlich sich darstellende Gesamtbild der Landschaftsentwicklung.

Besonders die zeitliche Fixierung der einzelnen Erscheinungen im Altmühlgebiet muß gegenüber den Daten der bisherigen Bestimmungen in den Nachbargebieten auffallen. Doch geht

SCHWERTSCHLAGER, der die diesbezüglich bestehende Literatur nur wenig berücksichtigt, hierauf nicht ein, gibt aber auch andererseits keinerlei zwingende Gründe für die Notwendigkeit der von ihm vorgenommenen chronologischen Fixierung seiner Cyclen. Daß diese jedenfalls auch anders, und zwar in voller Übereinstimmung mit den Verhältnissen der Nachbarschaft gedeutet werden können, wird nun zu zeigen sein; ebenso auch die Unrichtigkeit der oben gegebenen zeitlichen Zusammenstellung morphologisch ungleichwertiger Elemente, während morphologisch analog sich verhaltende Talstrecken getrennten Entwicklungsstadien zugeschrieben wurden.

Dies gilt besonders für das rekonstruierte Flußsystem der Kreidezeit. Die Ungleichwertigkeit von oberem Altmühltal und Wellheimer Trockental habe ich schon dargetan.

Ganz besonders wenig aber harmoniert die SCHWERTSCHLAGERsche Ansicht über die Mäanderbildung überhaupt und ihrer morphogenetischen Bewertung mit der hier vertretenen Ansicht. Bisher haben wir stets die Zwangsmäander als die Relikte eines vergangenen alternden Cyclus kennen gelernt, Zwangsmäander also als Hinweise auf hohes Alter eines Flusses betrachtet, da sie auf weite Strecken hin nur auf einer weitgehend ausgereiften Peneplain entstehen konnten. SCHWERTSCHLAGER sieht jedoch die Krümmungen der Talwände erst als gleichzeitig angelegt mit der Tieferlegung der Flusses an, indem er als Ursache ihrer Entstehung supponiert, daß der Fluß nicht stark genug strömte, um sich einen geraden Weg zu erzwingen, andererseits aber doch genügend Kraft hatte, um die Gerölle mitzuführen, welche den Talboden ausgruben.

Wenn aber ein Fluß sein Bett noch vertieft, so überwiegt die Erosion die Sedimentation. Die Erfahrung lehrt jedoch, daß ein Fluß auf größere Strecken hin nur da mäandriert, wo das umgekehrte Verhältnis obwaltet, wo also das Wasser seine Geröllmassen nicht mehr gänzlich fortbewegen kann und diese sich ihm als Hindernis in den Weg legen, so daß es ihnen auszuweichen gezwungen wird. Diese Vorgänge lassen sich allenthalben in der Natur beobachten, während mir heute Beispiele eines sein Bett in typischen regelmäßigen Mäanderkrümmungen vertiefenden jungen Flusses, der nicht von einer Peneplain übernommen ist, nicht bekannt ist.

Wenn aber in der Entwicklung und Übernahme von Mäandern nicht Altersunterschiede maßgebend sind, warum hat dann z. B. die benachbarte Sulz, von der ja SCHWERTSCHLAGER gleiches Alter wie für die Altmühl voraussetzt, ihr Tal nicht in Zwangsmäander gelegt? Der Gesteinscharakter des Tal-

bodens ist hier wie dort völlig der gleiche. Nach der hier vertretenen Auffassung geschah dies deshalb nicht, weil die Sulz jünger ist als die Altmühl, weil sie somit auf der Hochfläche der tertiären Peneplain noch nicht vorhanden war, also auch nicht übernommen werden konnte. Mit dieser Annahme harmoniert auch ihre vom Altmühlfluss abweichende N—S Richtung. Diese ist parallel dem von Norden heranstreichenden inneren Rande des fränkischen Jura. Damit aber dokumentiert sich die Sulz als subsequenter und somit jüngerer Fluß gegenüber denen, welche in alter Konsequenzrichtung die Alb durchbrechen.

Damit aber geht das Kreideentwässerungssystem SCHWERTSCHLAGERS in einer Reihe jüngerer Cyclen auf. Daß diese jünger sind als cretazisch konnte gelegentlich dank stratigraphischer Vergleichspunkte gezeigt werden. Ich erinnere nur an den Donauabbruch und das Ries. Es ist mir nirgends bei meinen morphologischen Studien auf der schwäbischen Alb geglückt, Anhaltspunkte über die Entwicklung sicherlich einst vorhanden gewesener cretazischer oder alttertiärer Cyclen zu gewinnen. Sie sind entweder völlig von jüngeren resorbiert worden, oder, was wahrscheinlicher ist, sie fielen bei der tektonischen Indifferenz und stratigraphischen Einheitlichkeit des Gebietes ohne eigene Spuren zu hinterlassen ziemlich genau mit den folgenden jüngeren zusammen. Darauf haben besonders die Verhältnisse des ältesten Neckars sowie die des Rieses schließen lassen. Aber mit dem Mittelmiozän enden auch diese Spuren, und die Supponierung cretazischen Alters für die von SCHWERTSCHLAGER angenommene primäre Entwässerung ist eine rein willkürliche und hypothetische, die in sich selbst anders erklärbar auch ohne jeden Anschluß an die Altersverhältnisse der Nachbargebiete bleibt.

Zu den Annahmen SCHWERTSCHLAGERS über die jüngere Entwicklung der Landschaft wird im folgenden sogleich noch Stellung zu nehmen sein.

Mit dem Austritt der Altmühl aus dem Jura nach Norden gewinnt der Talcharakter zugleich mit der Landschaft ein völlig anderes Gepräge. Die rasche Ausräumung dieser Landschaft, die noch zu zeigende völlige Umstürzung ihres früheren Entwässerungssystems, sowie der petrographische Habitus der Gesteine haben die Erhaltung breiter alter Talzüge ebenso verhindert, wie die einstiger Zwangsmäander. In gestrecktem Lauf greift die Altmühl, wohl befiedert mit seitlichen Nebenflüssen weit gegen NO in das fränkisch-schwäbische Triasbecken vor, in vollkommener Parallelentwicklung zur westlichen Wörnitz.

Die genetische Zusammengehörigkeit dieser beiden Flüsse, ebenso wie ihr abweichendes Verhalten gegenüber ihrer Umgebung fällt um so mehr auf, wenn man die Lage der Wasserscheide verfolgt. Wie im Westen die Wörnitz, Kocher und Jagst in ein neues Abhängigkeitsverhältnis zum Rhein getreten sind, so werden wir dies sogleich auch im Osten der Altmühl von Regnitz und Rednitz sehen.



Fig. 19.

Die gegenwärtige Lage der Rhein-Donau Wasserscheide in Süddeutschland.

(Als punktierte Linie eingetragen).

Betrachtet man, nachdem wir mit der Altmühl an der östlichen Grenze des südlichen Jurazuges angekommen sind, zusammenhängend den Verlauf der Wasserscheide vom westlichen Schwarzwald her, so lassen sich ihre gewiß auffallenden Ausbuchtungen nach den obigen Ausführungen leicht verstehen und einheitlich erklären.

Die Wasserscheide ist dem Erosionsrand der Alb vielfach nicht parallel. Vom Schwarzwald her läuft sie auf kürzestem Wege auf ihn zu. Nur ein schmaler Streifen Landes ver-

knüpft noch die Hydrographie des westlichen Schwarzwaldes mit der der Alb. Dann bleibt auf eine lange Strecke die Wasserscheide an den Fuß der Albwand gebunden, tritt jedoch nach Westen hin allmählich auf die Höhe der Alb vor und erreicht im Brenztal ihren vorgeschobensten Punkt. Aber gerade von hier aus springt sie wieder weit nach Norden zurück und läuft im großen, gegen die Alb hin geöffneten, zungenförmigem Bogen auf das nördliche Keupervorland hinaus. Dieser Bogen umschließt genau die Flußsysteme von Wörnitz und Altmühl. Erst jenseits dieser nähert sich die Wasserscheide wieder rasch dem Albrande und folgt ihm noch ein Stück, ehe sie abermals auf die Alb hinaufzieht im Gebiete des fränkischen Jurazuges, der uns im folgenden Abschnitt beschäftigen wird. Die auffallende Ausbuchtung der Wasserscheide aber liegt gerade an der Grenze jugendlicher Flußumkehrungen. Sie kennzeichnet sich dadurch als der einzige Rest eines früher weitentwickelten Entwässerungssystems, das nach Süden gerichtet, die Alb durchbrach, aber seine Quellen in ihrem nördlichen Vorlande hatte.

Im Westen wurden diese Umkehrungen durch SCHEU erwiesen und im Obigen bereits aufgeführt, für den Osten ergibt sich ihr Vorhandensein in gleicher Deutlichkeit. Es wird noch zu zeigen sein, daß früher auch im fränkischen Jura die Flüsse die Albtafel durchbrachen, daß also auch dort die Donau ständig an Einzugsgebiet verliert. Da wir auch Altmühl und Wörnitz als äußerste letzte Vorposten einer früher weiter verbreiteten Entwässerung kennen gelernt haben, so ist es eo ipso als wahrscheinlich zu bezeichnen, daß auch ihr Einzugsgebiet heute nicht mehr das ursprüngliche ist, sondern im Laufe der morphologischen Entwicklung bereits mehr oder minder stark beschnitten wurde.

Dies zeigt sich tatsächlich auch in schönster Weise an der Altmühl. So hatte man sich immer wieder durch das Vorhandensein der schönen Talwasserscheide bei Graben verleiten lassen, einen Abfluß der Altmühl nach Norden durch dieses alte Tal anzunehmen. Wir werden im Gegenteil sogleich sehen, daß hier ein alter Altmühlnebenfluß einst nach Süden floß. Schon Karl der Große hatte die Eigentümlichkeit der hydrographischen Verhältnisse an dieser Stelle erkannt und bemerkt, daß hier die günstigste Stelle lag, eine für die Schifffahrt brauchbare Verbindung zwischen Rhein und Donau herzustellen. So legte er die Fossa Carolina an, deren Reste noch heute deutlich in der versumpften Talniederung hervortreten.

Die Erscheinungen des Entgegenfließens von Haupt- und Nebenfluß, bzw. von Quellast und Hauptfluß, die sich bisher stets als Zeichen einer jugendlichen Flußumkehr erwiesen haben, bestehen auch hier. Und hierin, in dem Vorhandensein eines zur Altmühl hin eingestellten Flußnetzes, das heute dem Main tributär geworden ist, liegt der Beweis einer in jüngster Zeit noch weit größeren Ausdehnung des Altmühleinzugsgebietes. (Vergl. Fig. 16.)

Die Altmühl tritt in SO-Richtung bei Treuchtlingen in die Alb ein. Nur 12 m höher gelegen geht entlang dem Jura-Abbruch nach Norden das alte Tal ab, das in nur wenigen hundert Metern Entfernung von der Altmühl heute die Talwasserscheide trägt. Ihm nach Norden über Weißenburg hinaus folgend, stellt sich jedoch bald ein auffallendes Flußknie ein. Die schwäbische Rezat läuft in ihrem Oberlauf dem Schichtstreifen folgend parallel dem Abbruch auf Weißenburg zu. Doch bevor sie den Ort erreicht, biegt sie in scharfem *coude de capture* nach NNO um und verharret dann in dieser Richtung.

Dies ist kein normales Verhalten des Quellstückes und hat ein genaues Analogon in dem Beispiel der oberen Jagst. Offenbar war der alte Fluß einst in dem Bett des Flusses weitergegangen, der, jetzt ihm entgegenfließend, an Weißenburg vorbei, aus der Fossa Carolina kommt.

Die räuberische nach Süden vordringende Rezat hat den Oberlauf dieses älteren Flusses, der einst über die Stelle der heutigen Wasserscheide hinweg nach Süden zur Altmühl ging, abgezapft und in ihre Richtung umgelenkt. Das so enthauptete alte Flußstück konnte sich von diesem Momente an natürlich auch nicht annähernd so rasch vertiefen, wie das schon an sich kräftigere und nun noch durch den geraubten Quellfluß verstärkte obere Rezattal. Daher mußte diese mit ihren Quellen in dem Tal nach Süden vordringen und die Wasserscheide als Talwasserscheide langsam vor sich her schieben.

Heute liegt sie bei Graben; doch ist es nur eine Frage der Zeit, wann sie bis zum Altmühlspiegel selbst zurückgewandert sein wird. Dann wird auch diese angezapft werden, nach Norden dem Main zufließen und das gleiche Bild eines widersinnig gerichteten Nebenflusses der Rezat geben, wie es von anderer Stelle soeben schon beschrieben wurde.

Ganz Ähnliches, wenn auch vielleicht nicht mehr so in die Augen springend gilt für die fränkische Rezat. Auch sie fließt wie die Altmühl im Albvorlande gegen SO. Aber sie durchbricht die Alb nicht mehr. Vielmehr vereinigt sie sich mit der schwäbischen Rezat zum Stamm der Rednitz.

Diese aber läuft nach Norden. Also abermals die widersinnige Richtung des heutigen Quellflusses zur Abflußrichtung des Hauptflusses.

Doch sind bis heute auch wohl noch Reste des alten Unterlaufes der fränkischen Rezat erhalten. Wenn wir nämlich über die Vorlandzone zwischen schwäbischer Rezat und Rednitz einerseits, dem Albsteilrand andererseits hinweggehen, so treffen wir genau in der Verlängerung des Oberlaufes der fränkischen Rezat bei Hausen auf einen spitzwinkligen Einschnitt der Albwände, auf eine Bucht, wie sie auch der Altmühl als Eintrittstor in den Jura dient. Diese aber macht das einstige Vorhandensein eines großen Flusses, welcher sie geschaffen und in ihr die Alb betreten hat, höchst wahrscheinlich. Heute aber birgt sie nur einen relativ kleinen Bach, die Schwarzach, die in breitem, ihrer geringen Wassermasse unproportioniertem Bett die Alb durchströmt und somit nur als Restfluß eines miocän angelegten, der alten Peneplain bereits angehörigen Flusses zu deuten ist, der erst jugendlich durch den seitlichen Einbruch eines kräftigen Räubers zerschnitten und beraubt wurde.

Wie die Schwarzach scheint auch die Anlauer dem früheren Entwässerungssystem bereits angehört zu haben, wenn gleich ihre Quellen nie weit auf das Albvorland übergreifen zu haben scheinen, so daß sie vielleicht damals schon als Schwarzachnebenfluß fungierte.

Die Schwarzach selbst aber, welche heute in das untere Altmühltal mündet, war damals noch ein selbständiger Nebenfluß der jugendlichen Donau.

Der Schwarzachoberlauf bietet noch ganz besonderes Interesse im Vergleich zu den geschilderten Verhältnissen an der Altmühl. Der Hauptast der südlich vordringenden jungen Erosionsrichtung liegt in einiger Entfernung vom heutigen Steilrand der Alb, genau wie dies auch weiter im Westen beim Neckar der Fall ist. Es ist die Rednitz, die in ihrem Quellstück den Namen schwäbische Rezat führt. Sie hat die älteren vor der Subsequenzzone des Albrandes gelegenen Flüsse bereits abgezapft und sich einverleibt.

Aber dem Eroberer östlich entrückt, fließt heute noch als ein Relikt der alten Entwässerung der Schwarzachoberlauf nach Süden der Albbucht zu und durch den Jura, wie auch entsprechend der andere Zweig des Schwarzachoberlaufes, die Thalach, dem Buchtrand parallel östlich fließt. Doch wird auch dieses noch nach Süden entwässernde Flußsystem heute durch die von dem Rednitzstamm vordringende Roth bereits

bedroht. Daß sie gegenüber der oberen Schwarzach im Vorteil und im Vergleich mit ihr die stärkere ist, zeigt schon die starke Entwicklung ihrer Nebenflüsse gegenüber den kümmerlichen Zuflüssen der Schwarzach. Daß die Roth dabei Stücke des Schwarzachsystems sich bereits einverleibt hat zeigt sich beispielsweise auch wieder an dem einer ursprünglichen Anlage widersprechenden Entgegenfließen der kleinen Roth zu ihrem Hauptfluß, einer Richtung, welche auf die Weißenburger Bucht und die Altmühl weisend, deutlich den früheren Zusammenhang mit ihrem System durch das Netz jüngerer hydrographischer Entwicklung durchschimmern läßt.

V.

Der Frankenjura und sein Vorland.**a) Das oberfränkische Becken.**

Divergente Entwässerungsanlage in Frankenjura und westlichem Vorland. — Störung in der Einheitlichkeit der Flußentfaltung im fränkischen Becken. — Antiklinale. — Die westlichen Regnitznebenflüsse. — Main und Regnitz. — Alte Lage des Albrandes. — Obermiocäne Süßwasserbildungen vor dem Abfluß.

Der Frankenjura zeigt nur wenig Zusammenhang mit der heutigen hydrographischen Entwicklung seines westlichen Vorlandes. Nur drei größere Flüsse führen von ihm hinab zu der Keuperlandschaft und ihr Verhalten harmoniert nur in geringem Grade mit der dortigen Flußanlage. Diese zeigt sich dagegen vollkommen beherrscht von den bereits für die nächste Umgebung des Altmühlflusses dargetanen Tendenzen.

Die Keuperzone erscheint nicht wie die Weißjuratafel der Alb als ein breites Band auf der Karte, sondern als ein Dreieck, dessen Schenkel zur Spitze bei der großen Juraumbiegungsstelle zusammenlaufen, während die Basis als gestreckte Linie, in den Höhen des Steigerwaldes scharf zum Ausdruck gebracht, von SW nach NO zieht, gewissermaßen die Sehne bildend zu dem breiten Jurabogen.

Das markante Bild dieses Gebietes auf der Karte möchte leicht zu Schlüssen über seinen geologischen Aufbau führen, die einer genaueren Nachprüfung doch nicht standhalten können. Wir sind gewohnt, ein derartiges Kartenbild als die Oberflächenprojektion einer durch die Erosion angeschnittenen und abgehobelten Synklinale oder Antiklinale anzusehen. Da hier gegen das Innere des Bogens zu immer ältere Schichten auskeilen, käme wohl nur eine Antikline in Betracht. Diese würde mit ihrer

NW-SO gerichteten Höhenachse sich nach NW hin ziemlich rasch verflachen, nach SO hin aber ziemlich rasch in der Richtung auf Regensburg zu untertauchen.

Eine solche großzügige Aufsattelung ist aber tatsächlich nicht vorhanden. Denn die Messungen des Fallens der Schichten ergaben nicht nur für Schwaben, sondern auch für Franken ein ziemlich gleichmäßiges Einfallen in südöstlicher Richtung, solange man nicht die Störungszone am Rande des Fichtelgebirges betritt. Auch morphologisch kommt nirgends eine solche Aufwölbung zum Ausdruck, während SCHEU gerade aus dem Vorhandensein einer solchen in kleinem Maßstab die eigentümlichen Bögen der Schichtrandflüsse Kocher und Jagst erklären konnte. Ganz andere Anordnung zeigen hier die Flüsse der Keuperlandschaft.

Diese Verhältnisse aber zeigen, daß die jetzigen Schichtausstriche unseres Gebietes nicht primärer Anlage sind. Die Ansräumung der Keuperlandschaft war, wie die Lage der obermiocänen Sedimente beweist, damals schon weitgehend vollendet. In welcher Richtung die alte Entwässerung, welche dies bewirkt hatte, gearbeitet hatte, wissen wir nicht sicher. Wahrscheinlich war sie, wie wir dies bei der Altmühl heute noch erhalten sehen, nach Süden gerichtet, vielleicht aber war sie auch das Werk einer noch älteren westlich gerichteten Drainierung. Keinesfalls aber war sie wie heute nach Norden gerichtet. Dagegen spricht schon die Form der Keuperlandschaft, die sich als ein Keil mit nordwärts gerichteter Spitze darstellt, während seine breite Basis Anlehnung an die Albmauer im Süden nimmt. Die Zuspitzung dieses Keiles nach Norden aber dürfte wohl der Ausdruck einer geringeren Erosionsleistung und damit auch größeren Jugendlichkeit der Gewässer in dieser Richtung sein. Tatsächlich ist ja auch heute noch der letzte Rest einer einst weiter entwickelten südlichen Entwässerung in der Altmühl noch konserviert.

Die Züge der älteren Erosionscyclen verwischen sich rasch in der Keuperlandschaft. Dies zeigte sich klar an dem Verhalten der Altmühl, deren Zwangsmäander endeten, sobald sie nach Norden hin aus der Albtafel austrat. Ihr Flußlauf ist aber trotz des veränderten Äußeren ein völlig einheitlicher und auch ihr Oberlauf ist, trotzdem er die Spuren einstiger Senilität nicht mehr trägt, aus dem älteren Cyclus übernommen. Dies läßt sich ja am einfachsten durch das Bestehen der jetzigen Altmühl als heute fremdartiges Relikt inmitten einer anders entwickelten jugendlichen Entwässerung erweisen.

Aus den heute noch vorhandenen Zügen der Entwässerung

des Vorlandes wird man daher kaum auf das Verhalten älterer Cyclen schließen dürfen. Hierfür aber geben sowohl die Albüberdeckung, wie auch die wenigen Albbuchten im Westrande des fränkischen Jura einen Hinweis. Wir müssen notwendig zu irgendeiner Zeit eine westlich gerichtete Erosion annehmen. Sei es nun, daß früher das Fichtelgebirge und der Böhmerwald sich aus ihrer Umgebung heraushoben, oder sei es, daß die Triaslandschaft zwischen den Mittelgebirgshorsten versank, jedenfalls fordern dann die nach Westen hin sich abstufenden Staffeln der Bruchschollen die Entwicklung einer konsequenten Entwässerung, welche in westlicher, bis südwestlicher Richtung vom Fichtelgebirge her über die Albtafel zu ihrem westlichen Vorland hin erfolgte. Denn der heute getrennte Konnex zwischen Alb und Urgebirge bestand früher, wenigstens am Fichtelgebirge in weitgehender Weise, und seine Trennung durch eine eingeschaltete Subsequenzzone ist erst eine sehr jugendliche, wie noch zu zeigen sein wird.

Aber auch die relativ jugendliche Entwässerungsanlage des westlichen Albvorlandes ist keine ganz einheitliche mehr und erschwert daher ihr Verständnis. Wir haben gesehen, daß die südlichsten Teile der Keuperlandschaft noch heute nach Süden entwässern, und daß die nördlich sich anschließende Zone deutlich in ihrer Anlage nach Süden zu orientiert ist und unverkennbare Spuren einer jugendlichen Umkehr zur Schau trägt. Genau analoge Verhältnisse treten uns ganz im Norden der Landschaft, südlich des Mains wiederum entgegen, wie sogleich noch an Einzelbeispielen ausgeführt werden wird, aber in einer Mittelzone treten andere Verhältnisse auf. Da scheinen die großen Flüsse normal zur heute nach Norden entwässernden Regnitz angelegt, indem sie ihr in spitzem Winkel gleichgerichtet zuströmen. Da aber offenbar die gesamte Entwässerung zeitlich dem gleichen Cyclus angehört, muß hier eine lokale Störung in die Gesamtentwicklung eingegriffen haben.

Wenn nun auch eine große Gesamtaufsertelung des Juras, wie oben angedeutet, nicht besteht, so wird man doch zur Deutung der genannten Störung eine junge, lokale Aufwölbung der Schichten annehmen müssen; die erste Anregung, die Störung des Flußnetzes auf diese Weise einheitlich zu erklären, verdanke ich vor allem einer Besprechung des Problems mit Herrn KROLLPFEIFFER¹⁾. Stratigraphisch ist eine solche Aufsertelung

¹⁾ Der Vollständigkeit halber muß ich anfügen, daß auch Herr HERMANN bei dieser Besprechung zugegen war und mit den von Herrn KROLLPFEIFFER ausgesprochenen Ansichten völlig übereinstimmte. Ich hätte dies allerdings vergessen besonders anzuführen, wenn nicht die

zwar bis heute weder untersucht noch nachgewiesen, aber die morphologischen Verhältnisse machen ihre Annahme notwendig. Richtung und Lage ihrer Längsachse fällt mit dem Rezatlauf annähernd zusammen. Von dieser Achse aber fließen nach beiden Seiten divergierend die Flüsse in spitzem Winkel ab, ohne Berücksichtigung der bestehenden Entwässerung: Dies zeigt sich ebensowohl im Süden an der Altmühl und Wörnitz, wie im

im Anschluß an meinen Vortrag verfaßte und noch vor meiner Arbeit erschienene Kritik derselben (diese Zeitschr., Monatsber. 6. 1911), in der Herr HERMANN dieses Faktum ja ganz besonders betont, mich dazu veranlassen würde. Denn seine Worte lassen sich fast so deuten, als ob ich mit dieser Versäumnis mich einer bewußten Prioritätsverletzung schuldig gemacht haben würde.

Demgegenüber möchte ich aber zur Klarstellung doch bemerken, daß ich Herrn Kollegen HERMANN bereits vor dieser Besprechung mehrfach gebeten hatte, mir doch mündlich die wichtigsten Umrisse der morphologischen Ergebnisse seiner mehrjährigen Studien im Frankenjura mitzuteilen, oder mir sein diesbezügliches Manuskript zur Einsicht zur Verfügung zu stellen, damit ich mich bei meinen Ausführungen, denen im Gegensatz zu HERMANN'S Studien gerade in dem Gebiete des fränkischen Jura keine Einzelbegehungen im Felde, sondern neben nur wenigen großzügig unternommenen Touren vornehmlich sorgfältiges Literatur- und Kartenstudium zugrunde liegt, auf ihn berufen könne. Diese Bitte wurde jedoch stets höflich abgelehnt. Da mir nun aber auch im Druck nichts über morphologische Ergebnisse des Herrn Kollegen vorliegt, konnte ich unmöglich ahnen, welches Bild der geomorphologischen Geschichte Frankens Herr HERMANN sich gebildet hatte. Doch freut es mich, daß es in vielen Grundzügen doch mit der von mir vertretenen Auffassung sich zu decken scheint, wenn auch unsere Ansichten über manche Einzelheiten auseinandergelien.

Die Anregung zu dem Gedanken aber, an den ich diese Bemerkung knüpfte, verdanke ich jedenfalls Herrn KROLFFEIFFER, wie ich das auch im Texte ausgesprochen habe. Zudem äußerte mir auch Herr KROLFFEIFFER selbst mündlich seine Zustimmung zu meiner Auffassung und sein Erstaunen über Herrn HERMANN'S Worte. Ich kann also mit Befriedigung feststellen, daß mir nichts ferner lag, als die Absicht, dem geehrten Herrn Kollegen Resultate vorwegnehmen zu wollen. Diese Feststellung aber hielt ich gegenüber dem einer möglichen Mißdeutung wohl zugänglichen Wortlaut in der Schrift meines Herrn Kollegen um so notwendiger, als es mir persönlich sehr fern liegt, irgendwelche kleinliche Prioritätsansprüche zu erheben, da ich in solchen stets nur den Ausfluß persönlichen Ehrgeizes sehe, der für die Sache selbst völlig belanglos ist.

Ob es übrigens nicht überhaupt besser gewesen wäre, wenn Herr HERMANN mit der in der Diskussion im Monatsber. 6 ausgesprochenen Kritik meiner Arbeit bis nach deren Erscheinen gewartet hätte? Da das Gebiet der hier gegebenen Untersuchungen einen zu großen Raum bedeckt, um in wenig Seiten einigermaßen übersichtlich behandelt zu werden, hatte ich das Manuskript absichtlich nicht für die Monatsberichte bestimmt, sondern für die Abhandlungen zurückgestellt, wo mir mehr Raum zur Verfügung stand. Ebenso wenig wie schriftlich konnte ich aber auch mündlich in der kurzen mir zum Vortrag zur Verfügung stehenden Zeit über den Rahmen einer groß-

Norden etwa an der Aisch u. a., welche das ältere Flußsystem zu kreuzen scheinen. Daraus aber ergibt sich mit Notwendigkeit die große Jugendlichkeit der Aufsattelung, welche störend in die jungtertiäre Entwässerung eingriff, also jünger als diese ist, ebenso aber auch ihre nur lokale Bedeutung, weil sie nur einen geringen Teil der alten Entwässerung beeinflussen konnte.

Betrachten wir nun die westlichen Nebenflüsse der Regnitz, welche allein für diese Verhältnisse maßgebend sind, so haben wir, im Süden beginnend, zunächst schon die Anzapfung und Umlenkung der fränkischen Rezat durch die Rednitz gesehen. Die Rezat aber fließt, im ganzen parallel zur Altmühl, nach SO. (Vergl. Fig. 18.)

Die nach Norden sich anschließenden Flüsse aber, der Bibertbach und vor allem die Aiselt fließen in spitzem Winkel zu dieser Richtung, sie haben reine WO, sogar etwas gegen NO zu abweichende Laufrichtungen.

Der Bibertbachoberlauf¹⁾ hat eine gänzlich vom Unterlauf abweichende Richtung und ist der Rezat parallel. Ebenso mehrere kleine unter sich parallele Bäche, welche von dem querstreichenden kurzen Stück des Haselbaches zusammengefaßt und dem Bibertbach zugeführt werden. Von rechts empfängt dieser sonst fast keine Nebenflüsse; von den wenigen aber hat der einzige größere eine dem Hauptfluß deutlich entgegengesetzte Richtung und erscheint dadurch als umgekehrter Fluß. Diese Annahme findet eine Stütze darin, daß seine Quelle heute nur durch eine flache Wasserscheide vom Schwabachursprung getrennt ist, die, entgegengesetzt fließend, parallel mit dem oberen Bibertbach und in der genauen Verlängerung von dessen unbeeinflusstem Oberlauf nach OSO strömt.

Wenn auch diese Verhältnisse nicht beweisend für die dargelegte Auffassung sind, da die direkten handgreiflichen Zusammenhänge größtenteils bereits zerstört sind, so können sie doch jedenfalls als Symptome für eine jugendliche Störung eines älteren Flußsystems gelten, das im Begriffe ist, sich neuen Abdachungsverhältnissen anzupassen, und durch Analogie als Stütze

zügigen Skizzierung des hier Ausgeführten hinausgehen. Ich konnte daher weder alle Details meiner Untersuchungen geben, noch auch diese stets mit den jeweiligen Literaturangaben versehen. Dies ist doch Sache der Ausführung. Hätte Herr Kollege HERMANN dies aber bedacht, so wäre seine schriftliche Entgegnung im Anschluß an meinen Vortrag zum Teil wohl von selbst unterblieben, zum Teil aber werde ich noch Gelegenheit haben zu den gerügten Stellen in kurzen Anmerkungen — da das Manuskript bereits abgeschlossen ist — Stellung zu nehmen.

¹⁾ Blätter Ansbach (562) und Nürnberg (563). Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000.

dienen für die ähnlichen, aber wesentlich klareren Verhältnisse bei der nach Norden sich anschließenden Aisch, dem größten der jugendlich die ältere Entwässerung zerstörenden Flüsse¹⁾).

Wie beim Bibertbach sind ihre unter sich vielfach parallelen und im allgemeinen gegen SO gerichteten linken Nebenflüsse stark und zahlreich entwickelt, und strömen dem Hauptfluß in spitzem Winkel zu. Anders die rechten. Sie sind gering an Zahl und schlecht entwickelt. Zumeist strömen sie dem Hauptstrom in stumpfem Winkel zu. Die Einseitigkeit der

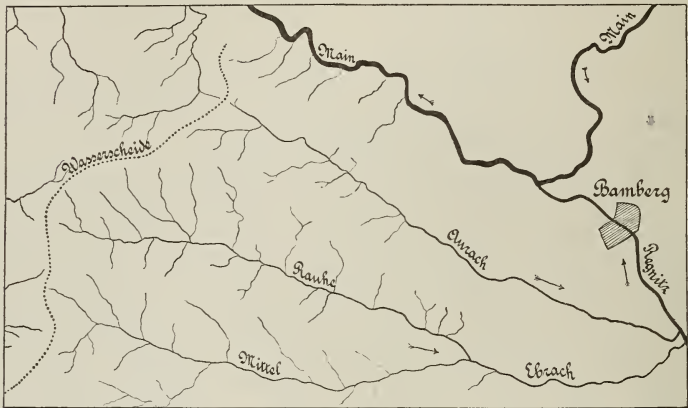


Fig. 20.

Karte des Flußgebietes westlich von Bamberg zur Veranschaulichung des Entgegenfließens von Main und Aurach.

(Nach der Generalstabskarte 1:100000 gezeichnet und verkleinert.)

Entwicklung des Flußsystems tritt dadurch in markanter Weise hervor und läßt sich nur durch das raubende Vordringen eines Hauptstammes erklären, welcher die Oberläufe der älteren seine Richtung kreuzenden Flüsse sich einverleibte, während die alten Unterläufe, ihres Wassers beraubt, verkümmerten, und nur noch kleine rückläufige Bäche ihren Betten erhalten konnten. Das wie bereits erwähnt zur Konservierung alter Talzüge wenig geeignete Gestein hat allerdings die ursprünglichen Zusammenhänge dieser heute umgekehrten Bäche mit den auf dem gegenüberliegenden Hang entspringenden zerstört; dennoch ist es in die Augen spriegend, daß fast jeder derselben in der Richtung seines Talzuges am gegenüberliegenden Hang, von dem er nur durch eine flache Höhe, welche die Wasserscheide trägt, ge-

¹⁾ Blatt Windsheim (548). Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000

trennt ist, ein Pendant in einem südöstlich fließenden Quellbach findet.

Die einheitliche Beeinflussung der Flüsse durch die junge Störung kommt weiter nach Norden hin im Bereich der Reichen Ebrach rasch zum Ausklingen und läßt die in ihrem Bereich verwischte alte Entwässerungsanlage wieder zutage treten. In typischer Entwicklung, mit südöstlich gerichtetem Lauf, und beiderseitig reich mit normal entwickelten Nebenflüssen befiedert, folgen nach Norden hin die Rauhe Ebrach und die Aurach¹⁾.

Ganz besonders Interesse verdient die Aurach wegen ihrer Lagebeziehungen zum nahen Main. Nur eine Strecke von etwa 5 km in der Luftlinie trennt die beiden Flüsse, deren Täler sich vollkommen parallel erstrecken, und doch fließen ihre Gewässer in einander genau entgegengesetzter Richtung. Dies kann unmöglich das Bild einer jugendlichen Landschaft sein, welche keine ererbten Züge zu übernehmen hatte.

Da wir aber in der Aurach einen der nördlichsten und damit basisfernten und jüngsten Sprossen des einstigen Donausystems kennen gelernt haben, so haben wir in der Mainrichtung das Resultat eines noch jüngeren Cyclus, in bezug auf welchen die umgelenkte Aurach, als der neuen Erosionsbasis am nächsten gelegen, natürlich einen der ältesten Äste darstellt. Die Analogie der Verhältnisse hier und in Schwaben ist auffallend. Beidemale gibt ein weitgehend ausgereifter jungtertiärer Cyclus die alte Basis, auf der sich ein anders geartetes neues Entwässerungsnetz anlegt. Dieses scheint gleich jugendlich im Osten und im Westen. War es daher dort mitteldiluvial, so darf es auch hier als gleichen Alters angenommen werden. Den strikten Beweis hierfür würden allerdings erst paläontologische Befunde liefern können, welche aber bis heute meines Wissens noch nicht erbracht sind. Immerhin läßt die Gleichartigkeit der Entwicklung bereits mit großer Wahrscheinlichkeit auf gleiches Alter schließen, und diese Annahme wird zur Sicherheit, wenn man zugeben will, daß nur die Tieferlegung der Rheinerosionsbasis diese regionalen Beeinflussungen des Gewässernetzes hinreichend und restlos (vergl. Fig. 19) erklären kann, nicht aber lokale, tektonische Störungen, welche im Gegenteil, wie eben gezeigt wurde, gelegentlich gerade die großen einheitlichen Züge der Entwicklung unterbrechen und verwischen können.

Die Morphologie des Rheintales selbst paßt vorzüglich in den Rahmen dieser Entwicklung. Ich verweise auf die vor-

¹⁾ Blatt Gerolzhofen (531). Karte des Deutschen Reiches 1:100 000.

zügliche Darstellung des Blockdiagrammes von DAVIS¹⁾, wo der in die jungtertiäre Peneplain tief eingesenkte Trog des Rheintales vorzüglich zum Ausdruck kommt, an dessen breitem Muldentiefsten der heutige Fluß sich mit V-förmigen Querschnitt tief einschneidet.

Der vordringende Main, dessen Tal in seinen verschiedenartigen Windungen wohl zum Teil sicher sehr alter Anlage und differenter Entwicklung sowie aus morphologisch ungleichwertigen Strecken zusammengesetzt ist, drang auf doppeltem Wege in das alte der Donau tributäre System ein: Einmal, indem er in seinem Oberlauf die Alb durchbrach, bzw. nach Norden umging, und dann scharf nach SO vordringend, durch Entwicklung einer starken Subsequenzzone die Alb vom Fichtelgebirge trennte. Zum Teil mag diese Subsequenz auch bereits bestanden haben, da von Süden her ebenfalls die Gewässer im Osten der Albtafel zwischen ihr und dem Urgebirgssockel vordrangen. Heute liegt der Kampf um die Wasserscheide zwischen Donau und Main mitten in dieser Senke, und die Donau verliert offenbar an Einzugsgebiet, wie noch zu zeigen sein wird. Aber trotzdem ist hier im äußersten Osten die Rheinerosion noch am wenigsten weit vorgedrungen. Die in Schwaben im allgemeinen ost-westlich gerichtete kontinentale Wasserscheide biegt daher jenseits der Altmühl, wie der Jurazug selbst, scharf nach N hin um, kreuzt den Jura und läuft dann die Gehänge des Fichtelgebirges hinauf. Diese Verhältnisse sind völlig analog zu denen im äußersten Westen unseres Gebietes, das ebenfalls noch nicht völlig dem Rhein tributär wurde, und sie korrespondieren auch mit der Ausbuchtung der kontinentalen Wasserscheide in dem dritten, der neuen Erosionsbasis wenig zugänglichen bzw. von ihr weit entlegenen Gebiete im Bereich der Wörnitz und Altmühl.

Der zweite vom Main aus vordringende Fluß war die Regnitz. Ihre Lage ist eine zu auffällige, um eine zufällige sein zu können. Wir haben sie als einen heute umgekehrten, noch jetzt erobderungslustigen und die Altmühl bedrohenden, ursprünglich mit nach Süden gerichtetem Gefälle angelegten Fluß gedeutet. Wo zur Zeit ihrer stärksten Entfaltung die Nordgrenze ihres Einzugsgebietes lag, wissen wir nicht; es ist aber sehr wohl möglich, daß sie noch über den Main hinausgriff, dessen Laufstücke zwischen Hallstadt-Lichtenfels und Hallstadt-Hassfurt dann als spitzwinklig normal einmündende Zweige eines einstigen Regnitzhauptstammes zu deuten wären. Dafür spräche

¹⁾ DAVIS: Physical Geography.

auch die Wahrscheinlichkeit, daß das heute die Alb im Norden umgehende Maintal einst ein Durchbruchstal durch den Jura war; auf das Verhalten der Albdurchbruchstäler aber wird noch zurückzukommen sein. In ihrer Lage ist sie bei ihrer Entstehung offenbar von dem ihr parallelen Albrand beeinflußt worden. Sie dokumentiert sich damit, ganz entsprechend dem Neckaroberlauf im Westen, als typischer Subsequenzfluß. Ihre Anlage fällt somit mindestens in den pliocänen Cyclus. Dies erklärt auch ihr Verhalten zum heutigen Albrand. Es ist immerhin auffallend, daß die Hauptsubsequenz sich mit großer Konstanz in recht erheblicher Entfernung vom Albrand erhalten kann; denn angelegt wurde sie in größerer Nähe des Albrandes.

Dieser muß damals mit seinen Vorstufen sogar bis nahezu an die Ufer der Regnitz gereicht haben. Die Weißjurasteilstufe kann und wird deshalb doch noch einen gewissen Abstand vom heutigen Regnitzufer gehabt haben müssen, weil auch ihre Vorstufen Raum zum Aufbau gehabt haben müssen. Wo die Wand der Weißjurakalke lag, läßt sich jedoch hieraus nicht bestimmen, da allem Anschein nach die verschiedenen Schichten nicht gleich schnell zurückwandern, sondern je nach der Stärke der erosiven Tätigkeit bald einen breiteren Vorlandsaum entstehen lassen können, bald die Schichtausstriche auf engeren Raum zusammendrängen. Das Tempo des Zurückweichens der Albwand ist aber nur abhängig von dem Tempo des Zurückweichens der weichsten Schicht ihrer unmittelbaren Unterlage, da erst deren Unterspülung der Albmauer den Untergrund entzieht und sie zum Abbröckeln bringt.

Die Tatsache der präobermiocänen weitgehenden Ausräumung der Keuperlandschaft durch einen uns in seinen Einzelzügen noch unbekanntem älteren Cyclus wird nämlich nicht nur durch das erwähnte Verhalten der Riesgegend erwiesen, sondern auch weiter östlich und nördlich finden sich obermiocäne Süßwasserablagerungen. Diese aber schmiegen sich durchaus nicht an den heutigen Albrand an, sondern sind im wesentlichen an die Regnitz als östliche Grenze ihres Vorkommens gebunden. Sie treten daher fast ausschließlich in deren unmittelbarer Nähe oder westlich derselben auf, so bei Bubenheim, Ellingen, Pleinfeld, Georgensgmünd, Rittersbach u. a. a. O. in zahlreichen kleinen, aber wenig verbreiteten Vorkommnissen. Die Sande und Geröllmassen bei Weißenburg aber, welche sich als hohe Terrasse von der Umgebung abheben und bis in die Umgebung von Ellingen aushalten, sind bis jetzt von nicht näher bestimmtem Alter und können ebensowohl bzw. mit viel mehr Wahr-

scheinlichkeit als quartär angesprochen werden wie als tertiär. Auch GÜMBEL¹⁾ hat sie als quartär kartiert, und als die Alluvionen eines starken aus der Alb hervorbrechenden (also nördlich gerichteten!) alten Flusses (wohl der alten Altmühl) angesprochen. Diese letztere Erklärung allerdings dürfte sich mit dem oben angeführten nicht in Einklang bringen lassen.

Die Beschränkung der Süßwasserbildungen, die uns heute noch, vielfach direkt auf Keuper auflagernd, als kümmerliche Erosionsrelikte früher viel verbreiteter und wohl auch vielfach zusammenhängender Ablagerungen entgegentreten, auf einen gewissen Abstand vom heutigen Albfuß legt allein schon den Gedanken nahe, daß der Albfuß zur Zeit ihrer Ablagerung bis ungefähr an ihre östliche Verbreitungsgrenze reichte. Dies wird weiter bestätigt durch die Natur der Ablagerungen selbst, welche als Seenbildungen aufzufassen sind.

Seen aber bilden stets nur ein vorübergehendes Element in der Entwicklung einer Landschaft. In dem einheitlich südlich entwickelten Entwässerungssystem der Obermiocänzeit aber werden sich Seen am Albrande nur als Stauseen erklären lassen, sei es daß leichte Störungen Niveaudifferenzen schufen, welche die Erosion nicht sofort beseitigen konnte, oder sei es, daß, wie mir für diese Fälle am wahrscheinlichsten scheint, die Erosion im Oberlauf der Flüsse raschere Fortschritte machte, als in dem härteren Gestein des daher weniger erosiven Unterlaufes.

Jedenfalls läßt sich hier eine vorübergehende Störung des normalen Fortschreitens der Erosion erkennen. Dies aber scheint mir die Möglichkeit an die Hand zu geben, das Entstehen einer so einheitlichen im gleichen Abstand vom Jurarand sich haltenden subsequenten Entwässerung aus ihr zu erklären; denn während dieser Ruhepause erosiver Tätigkeit konnten die damaligen Albrandflüsse ihre Lage fixieren, in der sie die neu eintretende Erosionsverstärkung nicht stören, sondern, da sie völlig gleiche Richtungstendenzen hatte, nur verstärken konnte. Die Anlage des Regnitzlaufes in einer besonders begünstigten Zone ist ja in die Augen springend. Diese Begünstigung muß in dem tektonisch so ruhigen Gebiet vornehmlich auf einem Wechsel harter und weicher Gesteinsschichtköpfe beruhen, wie er ja im Keuper häufig auftritt. Trotzdem aber ist die Regnitz keineswegs an den Ausstrich einer und derselben Schicht in ihrem geraden Lauf gebunden. So fließt sie erst am Rande des Rätts, dann aber im Burgsandstein und endlich im Blasen-

¹⁾ GÜMBEL: a. a. O. S. 252.

sandstein. Ein ganz entsprechendes Bild bietet übrigens auch der westliche Teil unseres Gebietes, denn dort wiederholen sich am oberen Neckar die gleichen Verhältnisse.

b) Der westliche Frankenjura.

a) Albbuchten.

Die morphogenetische Bedeutung der Albbuchten. — Pegnitzbucht. — Wiesentbucht. — Mainbucht.

Es wurde bereits gezeigt, daß das Keupervorland im Westen der Regnitz Spuren miocäner und älterer Cyclen nicht erhalten hat. Noch weniger kann dies im Osten derselben zu erwarten sein. Und doch hat der Rand der Juratafel Anzeichen einer den bisherigen Cyclen fremden Entwässerungsrichtung konserviert.

Es wurde auch schon bei der Betrachtung der schwäbischen Alb auf die Bedeutung der Albbuchten als Anhaltspunkt für die Existenz früherer Flußläufe hingewiesen. Albbuchten entstehen noch heute als Werk der Erosion, und der stark zerstückelte Albrand zeigt hierfür zahlreiche Beispiele. Die Buchten sind stets spitzwinklig in die Albwand einschneidende Kerben; ihre Wände laufen gegen den Punkt hin zusammen, an dem der Fluß die Alb betritt oder verläßt; denn offenbar ist die Richtung des fließenden Wassers hierbei ohne Belang. Die Bucht entsteht ja nicht als Funktion dieser sondern als mechanisches Äquivalent der erosiven Kraft des Wassers. Das Vorhandensein des Flusses beschleunigt also durch seine eigene Wassermasse das Zurückweichen der Albmauer lokal. Er wird dann darin unterstützt durch die ihm zueilenden Rinnsale von den Seitenwänden her. So muß der Fluß an seiner Eintrittsstelle die Wand am raschesten zerschneiden und zurückrücken, während sein Einfluß nach den Seiten hin mehr oder minder rasch ausklingt. Bei horizontaler, ungestörter Lagerung der Schichten und gleichbleibendem Gesteinscharakter werden die Buchtswände völlig symmetrisch entwickelt sein, und der Fluß gewissermaßen die Winkelhalbierende des Winkels sein, in dem er in die Alb einschneidet. — So bietet sich — bei eventuellen Störungen des Schichtbaues unter Berücksichtigung dieser — die Möglichkeit, aus dem Vorhandensein und der Richtung der Albbuchten gewisse Schlüsse über die Richtung der Flüsse, welche sie geschaffen haben, zu ziehen. Allerdings ist zu der sich hieraus ergebenden Richtung die entgegengesetzte an sich ebensowohl möglich.

Es ist nicht zu erwarten, daß mit dem Moment, wo eine

Albbucht ihren Fluß verliert, diese nunmehr wieder der Zerstörung anheimfällt. Denn es hört ja damit nur der solange geleistete Überschuß an Erosion auf. Die Albbucht wird daher von diesem Momente an im wesentlichen wieder im gleichen Tempo zurückweichen, wie die gesamte Albwand. Die sich hieraus ergebende Konservierung einmal gebildeter Albbuchten durch lange Zeiträume kommt auch am inneren Jurarande mehrfach zum Ausdruck.

So ist die Albbucht der Altmühl noch heute von ihrem Strome durchflossen. Die Albbucht der altdiluvialen südlich strömenden Kocher-Jagst ist, trotzdem ihr Strom sie in mitteldiluvialer Zeit verließ, ebenso deutlich erhalten. Doch ist hier auch das Tal noch scharf umrissen, das einst den Fluß nach Süden führte. Die Albbucht der älteren Jagst-Eger ist ebenfalls noch unverkennbar deutlich in die Albwand eingeschnitten, obwohl das zu ihr gehörige Tal heute nicht mehr allenthalben, sondern nur noch in einzelnen Resten erhalten ist. Seine Zerstörung fällt ja auch schon an die untere Grenze des Obermiocäns.

Ganz entsprechend finden sich auch im fränkischen Jura- rand einzelne Buchten eingeschnitten, die zwar heute noch von Flüssen benützt werden, diese weisen jedoch in ihrem Ober- und Unterlauf völlig andere Verhältnisse auf, als auf der kurzen Strecke in der Nähe der Albbuchten. Dies Verhalten läßt aber bei der morphologischen Ungleichartigkeit der einzelnen Talstücke der Flüsse die Buchten als fremde Glieder in den noch erkennbaren Cyclen erkennen. Die Albbuchten gehen daher in ihrer Anlage auf einen älteren Cycclus zurück. Spuren dieses Cycclus zeigen sich auch noch in der gleich zu besprechenden Albüberdeckung. Sein Alter ist allerdings zu hoch, um auch nur Talreste auf dem Hochlande der Alb oder in deren westlichem Vorlande hinterlassen zu haben.

Derartiger Buchten fallen vor allem 3 auf.

1) Die der Pegnitz¹⁾. Die Pegnitz tritt fast genau in NS-Richtung, in schmalem, zwangsmäandrierendem Tal plötzlich in den breiten Buchtrichter ein, nahe dessen Nordrand sie dann, scharf nach Westen umbiegend, abfließt, um dann sogar wieder nach SW entgegen der Richtung der sie dann bei Nürnberg in weitem Bogen umlenkenden Regnitz abzubiegen. Dies sind Verhältnisse, welche auf eine der jetzigen gerade entgegengesetzte Entwässerung deuten. Nähere Daten aber lassen sich hieraus nicht gewinnen.

¹⁾ Blätter Erlangen (549), Sulzbach (550) und Nürnberg (563). Karte des Deutschen Reiches 1:100000.

2) Die Wiesentbucht¹⁾. Weit klarer liegen die Verhältnisse bei der Wiesent. In spitzem Winkel der sie aufnehmenden Regnitz entgegenfließend, greift ihr Unterlauf in NO-SW-Richtung in breitem sich zur Bucht erweiterndem Tal tief in den Albkörper ein. Doch mit dem Betreten der Albhochfläche ändert sich das Bild mit einem Schlag. Die Wiesent biegt rechtwinkelig gegen NW-SO hin um, und ihr Bett verengt sich bedeutend. Offenbar hat auch hier die junge Rheinerosion ein altes, anders orientiertes Gewässernetz angezapft und in scharfem *coude de capture* umgelenkt. Dabei aber muß sie selbst schon vorgezeichnete, also noch ältere Wege zum Vordringen benutzt haben, eben jene zu ihrer Entfaltung ebenfalls schlecht orientierten Betten noch älterer, längst verschwundener, einst den Albrand zertalender Flüsse.

3) Der Mairdurchbruch²⁾. Heute führt der Main zwar in großem Bogen um das Nordende des Frankenjura herum. Aber Lias tritt noch in weiter Verbreitung auch nördlich des Maines auf. Ebenso Dogger, wenn auch nur mehr in einzelnen Vorkommnissen, und nichts kann dafür geltend gemacht werden, daß hier einst der nach Süden hin sich anschließende vielfach im Zeugenberge aufgelöste Malm gefehlt hätte, zumal bei Berücksichtigung der langen Zeiträume, welche der Erosion seit mitteltertiärer Zeit zur Verfügung standen und beim Vergleich ihrer Leistungen mit denen an anderen Teilen des Albrandes.

Dann aber ist das Maintal ursprünglich kein Schichtrandtal gewesen, sondern ein alt angelegter Durchbruchfluß, der in südwestlicher Richtung die Alb durchströmte und damit auf gleiche Verhältnisse hinweist wie die beiden bereits genannten Albbuchten.

Jenseits der Albtafel aber können wir in der scharf ausgeprägten Subsequenzzone des Fichtelgebirgsfußes keine alten Entwässerungsrelikte mehr erwarten. Darum finden wir auch den Hauptarm des Maines in südöstlicher Richtung subsequent umgebogen, während nur ein kleiner Bach, die Rodach, die alte Richtung quer zur Subsequenzzone zum Urgebirgskern hin fortsetzt.

Dort im harten relativ einförmigen krystallinen Gestein des Fichtelgebirges hat sich ein Netz von Flößchen erhalten, das in seiner Orientierung sich an die für die Albbuchten geltende SW-NO-Tendenz sehr wohl anschmiegt, mit ihnen aber heute in keiner Verbindung mehr steht, da die genannte Subsequenz-

¹⁾ Blätter Bamberg (532) und Erlangen (549). Karte des Deutschen Reiches 1 : 100000.

²⁾ Blatt Lichtenfels (512). Karte des Deutschen Reiches 1 : 100000

zone, die in sekundär konsequenter Richtung von den Höhen des Gebirges herabkommenden und mit normal entwickelten Seitenzwingen versehenen Gewässer zusammenfaßt und nach Norden zum Main, nach Süden zur Donau hin entführt. Aber aus dieser Anzapfung geht eben ihr höheres Alter im Vergleich zu dieser Zone hervor.

Daß die Erosionsbuchten der Alb lediglich auf ihren inneren Rand beschränkt sind, ist eine Tatsache, welche sich leicht aus der abweichenden Genese der äußeren Ränder erklärt. Sind dieselben heute fast ausschließlich Bruchränder, so waren sie doch wenigstens zum Teil auch schon — wie HERMANN z. B. für den Osten wahrscheinlich gemacht hat — vor den obermiocänen Störungen tektonischer Anlage. Jedenfalls aber waren sie auch gleichzeitig größtenteils Meeresstrand, so daß deshalb auch nicht alt übernommene freie Buchten eines festländischen Erosionsrandes uns entgentreten können, sondern höchstens Buchten, welche heute noch durch Sedimente gekennzeichnet — wie etwa am Südrande der schwäbischen Alb — durch die Tätigkeit des Meeres an seinem Ufer entstanden waren.

β) Die Albüberdeckung.

Lynitgerölle auf der Alb und im westlichen Vorland. — Ihre Heimat. — Die Eluvialtheorie GÜMBELS.

Wurden die Albbuchten wegen ihrer auffallenden Orientierung im Vorhergehenden als Reste einer alten Entwässerung aufgeführt, deren Talzüge heute zerstört sind, so gibt uns das Studium der allerdings noch recht wenig bekannten Albüberdeckung einen weiteren Hinweis auf dieses alte System, dessen Richtung im wesentlichen gegen SW gerichtet war.

Er liegt in dem häufigen Auftreten von Lyditgeröllen.

Die Heimat der Lydite ist aber unbestrittenerweise das Fichtelgebirge. Ihr Habitus ist ein unverkennbar typischer und ihr Vorkommen zu charakteristisch für das Fichtelgebirge, um bezweifelt werden zu können. Daß auch die THÜRACHSche Geröllablagerung von Treuchtlingen, welche auch Lyditgerölle führt, nicht alpiner Herkunft ist, wurde schon a. a O.¹⁾ gezeigt. Es wäre ja auch ganz unerklärlich — selbst wenn man hierzu einen einst nordwärts fließenden, aus den Alpen kommenden Strom annehmen würde, und wenn dieser Fluß gerade aus einem Gebiete gekommen wäre, wo er sich mit Lyditen hätte beladen können — warum südlich von der Donau, etwa im

¹⁾ H. RECK: Ein Beitrag zur Kenntnis des ältesten Donaulaufes in Süddeutschland. Zentr.-Bl. f. Min. 1912.

Untergründe der Diluvialschotter der oberbayrischen Hochebene, nicht die Lydite in gleicher Weise auftreten würden, wie etwa am Westrande des Frankenjuras. Sie sind aber gerade nur von da bekannt.

Da also die Herkunft der Gerölle aus dem Fichtelgebirge als sicher angenommen werden kann, so muß ihre Verfrachtung aus diesem auf die Alb eine sehr alte sein; denn sie muß älter sein als die Entwicklung der Subsequenzzone, welche heute die Fichtelgebirgsflüsse von der Alb trennt.

Nun könnte man allerdings noch einwenden, und dies ist von GÜMBEL¹⁾ schon geschehen, daß die Lydite eluvial seien, daß sie aus zerstörtem Keupersandstein stammen. Auch THÜRACH spricht von solchen Vorkommnissen, obgleich es mir aus seinen Worten nicht ganz klar wurde, ob er ihnen eigene Beobachtungen zugrunde legt, oder ob er sich hierin nur auf GÜMBEL stützt. SCHWERTSCHLAGER, der das Altmühlgebiet speziell eingehend untersucht hat, steht der GÜMBELschen Annahme jedenfalls skeptisch gegenüber.

Die Herkunft der Lydite aus dem Keuper kann daher nach den bisherigen Untersuchungen noch nicht als sicher gestellt betrachtet werden.

Aber selbst wenn die Lydite aus dem Keuper kämen, so würde das den Ort ihrer Herkunft nicht ändern. Sie wären selbst dann aus dem Fichtelgebirge gekommen und in das flache Keupermeer nach Westen hin hinausgetragen worden.

Aber es ist doch wohl mindestens anzunehmen, daß die Fälle, in denen der Keupersandstein Lyditgerölle führt, recht selten sind. Sonst wären wir sicher schon besser über die Vorkommnisse unterrichtet. Auch Fälle, in denen Lydite noch unausgewittert in anstehendem Keuper beobachtet wären, sind m. W. noch nicht beschrieben. Die Fälle aber, in denen Lydit sich an der Oberfläche in Franken findet, sind überaus häufig. Es wäre daher wohl mindestens zuzugeben, daß wenigstens ein Teil der Lydite nicht aus dem Keuper stammt.

Dafür spricht auch ihre geographische Verbreitung. Sie finden sich keineswegs überall im Keuper. In Schwaben, im ganzen nördlichen Vorland des Juras sind sie meines Wissens unbekannt. Häufig sind sie dagegen gerade am Westrande des fränkischen Juras von Treuchtlingen an über Nürnberg bis hinauf zum Main. Die Funde im Gebiete des Maintales selbst müssen hier allerdings außerhalb unserer Betrachtung bleiben. Dort stellt ja der Main eine heute noch bestehende Verbindung

¹⁾ GÜMBEL: a. a. O. S. 430.

mit dem Fichtelgebirge her, so daß auch heute noch Lydite von dort her das Maintal herab verfrachtet werden können. Tatsächlich sind sie ja auch hier eine häufig zu beobachtende Erscheinung. Ich selbst konnte zahlreiche Stücke in kurzer Zeit in den Sanden des Maintals bei Würzburg aufsammeln.

GÜMBEL z. B. beschreibt die Lydite ausdrücklich aus der Nürnberger Gegend. Von dort allerdings könnten die Lydite leicht eluvial aus dem vergänglichen Keupersandstein herausgewittert sein und sich angereichert haben, wenn der Keuper überhaupt lyditführend ist; denn die mächtigen Sandablagerungen der Nürnberger Gegend sind wohl größtenteils Zerstörungsprodukte von Keupersandsteinen. Nach GÜMBEL sind sie wahrscheinlich diluvialen Alters.

Diese Sande sind sogar vielfach innig mit gleichartigen Ablagerungen am Rande der Albhöhe verknüpft, so daß lose Keupersande auf Jura ruhen. Sandflächen nämlich ziehen sich auch an den Steinhängen und in den Tälern weit empor. Diese Sande wurden vom Wind emporgetragen. Diese Transportmöglichkeit hört aber auf, sobald es sich um Gerölle handelt.

Diese also müßten wir in ihrer sekundären Lagerstätte als an den Keuper gebunden erwarten. Diese Forderung ist jedoch in der Natur nicht erfüllt. Somit bleibt zu ihrer Erklärung nur die Annahme eines Transportes durch fließendes Wasser.

Denn auch der Einwand, daß sie etwa als eluviale Gerölle des Keuper nunmehr auf tertiärer Lagerstätte abgelagert seien, ist nicht stichhaltig und schon durch die Komplikation seiner Voraussetzungen an sich wenig wahrscheinlich. Bei Treuchtlingen z. B. steht Keuper erst wesentlich weiter westlich an. Die Altmühl müßte also hier das Eluvium umgelagert und die Lydite zu ihrer jetzigen Häufigkeit angereichert haben. Das läßt sich aber nicht vereinigen mit den Befunden anderer, von THÜRACH als alpin angesprochener Gesteine in Vergesellschaftung mit ihnen; denn diese, schon vorher näher besprochenen Gesteine entstammen sicher nicht dem Keuper und damit dem Einzugsgebiete der oberen Altmühl jetzt oder in früheren Zeiten.

Die Eluvialtheorie wird also — wenigstens in ihrer Allgemeingültigkeit — unmöglich gemacht durch die Funde von Lyditen in den Sandschichten der Albüberdeckung auf der Höhe der Alb. Diese Vorkommnisse können meines Erachtens nur als Folge eines Transportes durch fließendes Wasser von O bis NO her erklärt werden. Flüsse vom Fichtelgebirge herabkommend müssen sie über die Alb ausgestreut haben. Fluviale Bildungen auf der Höhe

der Alb kennt ja auch GÜMBEL, wenn auch das Alter derselben noch unbestimmt ist. Er betont ausdrücklich eine gewisse Schichtung und die wechselnde Folge von Lagen gröberer und feineren Kornes, welche diese Absätze als fluviatile Geröllbänke charakterisieren. Da aber heute die Zufuhr von Fichtelgebirgs-
gesteinen auf die Albtafel längst unterbrochen ist, und da ferner diese fluviatilen Absätze der Albüberdeckung keinen erkennbaren Talzügen eingelagert sind, sondern auf der alten Peneplain der Albhochfläche zerstreut sind, muß ich für die Bildung dieser Sedimente ein relativ hohes Alter annehmen, wenn auch eine nähere Fixierung desselben heute noch unmöglich ist. Auch die Albbuchten haben sich als sehr alte Anlage dartun lassen. Ich möchte daher diesen beiden letzten dürftigen Resten eines alten Entwässerungssystems vorläufig gleiches Alter zusprechen, und sie als die Reste einer jedenfalls präobermiocänen — vielleicht alttertiären oder noch cretazischen — ältesten aus diesem Gebiet bekannten Konsequenzentwässerung auffassen.

c) Pegnitz und Wiesent.

Pegnitz:

Das Karstphänomen auf der fränkischen Alb. — Stratigraphie und Tektonik. — Theoretische Schlüsse bezüglich der Morphogese der fränkischen Alb. — Tatsachen und Beobachtungen. — Der Pegnitz-
oberlauf. — Ungleichwertige Zusammensetzung. — Der Kampf um die
Wasserscheide.

Wiesent:

Ungleichwertige Zusammensetzung. — Jugendliche Abzapfung. — Alter
Flußlauf. — Subsequenz und Tektonik.

Bei Hohenstadt verläßt die Pegnitz, die in schmalem, tiefliegendem Tal in zahlreichen Windungen von Norden kommend, den Jura durchmessen hat, diesen in scharfem Knick nach Westen hin, von ihrer Umbiegungsstelle an die breite Albrandkerbe benutzend, welche schon früher samt dem Pegnitzunterlauf einer Betrachtung unterzogen wurde. In der Verlängerung der Albbucht aber besteht ein Talzug, welcher weit über die Alb nach Osten hin vorgreift und heute einen Nebenfluß der Pegnitz beherbergt. Seine Quellen liegen aber nicht am Fuße eines wohlentwickelten Talschlusses, sondern der Talzug läßt sich ohne Schwierigkeit, wenn auch nicht in so prachtvoller Erhaltung wie auf der schwäbischen Alb, über die Albtafel hinweg nach Osten verfolgen, wo auch jenseits einer nur flachen Talwasserscheide, deren natürlicher Tiefenlinie auch die Bahn folgt, der Rosenbach entspringt und seine Wasser der Vils zuführt. (Vergl. Fig. 21.)

Diese Verhältnisse zeigen sofort jugendliche Veränderungen einer anders angelegten älteren Entwässerung an. Hier floß einst ein Fluß in östlicher Richtung über die Alb. Wo seine Quelle lag, und ob etwa die Pegnitz selbst sein Oberlauf war, das entzieht sich der Feststellung. Aber es zeigt sich das Faktum deutlich, daß durch die jugendlich vordringende Rheinerosion, welche auch die alte Pegnitz abgezapft und in ihren Bereich gezogen hat, die kontinentale Wasserscheide von Westen gegen Osten zurückgedrängt wurde.

Auffallend ist bei der Betrachtung des Kartenbildes sofort der Unterschied der Oberflächenentwicklung und Talbildung zwischen fränkischer und schwäbischer Alb. In Schwaben heben sich noch heute die schon in diluvialer Zeit verlassenen Talanlagen scharf von der ruhigen, flachen Hochebenen bildenden Oberfläche ab. Für Franken ist die Unruhe des Landschaftsbildes charakteristisch. Der Charakter der alten Peneplain tritt stark in den Hintergrund; einzelne, unregelmäßige Höhen dagegen sind häufig. Die Talzüge sind relativ schmal und treten im Vergleich zu Schwaben nur wenig markant aus dem Kartenbilde heraus, wenn man sie auch da noch unschwierig in der Landschaft verfolgen kann, wo sie längst von ihren einstigen Flüssen verlassen sind. Diese Unterschiede sind regional, und lassen sich keineswegs etwa nur aus verschiedenem Alter der Cyclen erklären; denn auch die Flüsse Frankens lassen deutliche Unterschiede je nach dem Alter ihrer Anlage erkennen. Ich erinnere nur an die gestreckten Läufe vieler kleinerer Flüsse im Gegensatz etwa zu den zwangsmäandrierenden alten NS-Strecken der Pegnitz. Hier in Franken kommt vielmehr noch ein geologisches Moment zu schönster Entwicklung, welches den normalen Entwicklungsgang der Flüsse, wie auch der Gesamtoberfläche stark beeinflußt und modifiziert hat: das Karstphänomen.

Ihm verdankt ja die ganze fränkische Schweiz ihre Entstehung. Hierüber hat NEISCHL¹⁾ eine größere Arbeit publiziert. In Franken also ist Talbildung und Oberflächenabtragung stark beeinflußt durch die vornehmlich chemische Wirkung der Untergrundentwässerung, worauf ja auch KÖHNE²⁾ hingewiesen hat. Auch der lithologische Charakter des Gesteins

¹⁾ NEISCHL: Die Höhlen der fränkischen Schweiz und ihre Bedeutung für die Entstehung der dortigen Täler. Erlangen 1903.

²⁾ KÖHNE: Vorstudien zu einer neueren Untersuchung der Albüberdeckung im Frankenjura. Sitz.-Ber. der physik.-medic. Soc. Erlangen 1905. S. 321 ff.

hat sich von Süden her gegen Norden rasch und tiefgreifend verändert. Während im Süden Kalke herrschen, die sogar vielerorts als dichte Plattenkalke entwickelt sind, treten diese gegen Norden hin mehr und mehr zurück um grobklotzigen und vielfach nur wenig geschichteten Dolomiten die Vorherrschaft zu überlassen. Muß also auch allein der Unterschied im petrographischen Habitus des Gesteins an der Oberfläche zur Geltung kommen, so wird diese Differenz noch verstärkt durch die den Gesetzen der chemischen Untergrunderosion folgenden Tätigkeit des Wassers, auf deren von der normalen Oberflächenentwicklung abweichende Natur u. a. schon PENCK¹⁾ und auch KATZER²⁾ aufmerksam gemacht haben.

Hierbei kommt ja die mechanische Tätigkeit der Tagewässer, auf deren Leistung an der Erdoberfläche sich ja vornehmlich die Entwicklung konsequenter und subsequenter Talzüge gründet, fast völlig in Wegfall. Ebenso ist für die Untergrunderosion der Begriff der Erosionsbasis etwas verschoben, insofern, als für die unter dem Druck der überlastenden Gesteine stehenden Wasser wohl der nächstgelegene Schichtausstrich, als der günstigste Punkt der Druckentlastung als solche in Frage kommt. Auf dem Wege dahin wird aber nicht nur das Schichtgefälle, sondern auch das Gefüge des Gesteins, besonders das Vorwiegen oder Zurücktreten feiner Haarspalten maßgebend sein für die ja durch chemische Tätigkeit vornehmlich bedingte Entwicklung des unterirdischen Flußlaufes. Diese Untergrundentwässerung mit den mit ihr in engstem Zusammenhang stehenden Einbrüchen über Höhlen ist vielfach die Ursache lokaler Schichtstörungen³⁾ geworden, die NEISCHL⁴⁾ umgekehrt vielfach ebenso wie die lineare Anordnung vieler Höhlenzüge aus der Tektonik des Untergrundes als Folgeerscheinung dieser erklären zu können glaubte, während THÜRACH⁵⁾ sie an einigen Stellen als die Wirkung einstiger Albgletscher ansah.

Näher kann jedoch hier auf diese Fragen nicht eingegangen werden, da die Karsthydrographie noch recht wenig bekannt

¹⁾ PENCK: Talgeschichte der oberen Donau. a. a. O.

²⁾ KATZER: Bemerkungen zum Karstphänomen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1905. S. 233. Vergl. auch GRUND: Karsthydrographie. Geograph. Abhandl. VII. H. 3. 1903.

³⁾ Vergl. PFAFF: Beiträge zur mechanischen Geologie aus dem fränkischen Jura. Diese Zeitschr. 1868. S. 389 und KÖHNE: Notizen über die Albüberdeckung im nördlichen Frankenjura. Diese Zeitschr. 1907. S. 84.

⁴⁾ NEISCHL: a. a. O.

⁵⁾ THÜRACH: Über einige wahrscheinlich glaziale Erscheinungen im nördlichen Bayern. Diese Zeitschr. 1896. S. 665.

ist und diesbezüglich erst Einzeluntersuchungen im Felde entscheidendes Material liefern können.

Die Karstnatur des Gebietes ist also einer der Faktoren, die unabhängig von der Entwicklung oberflächlich fließender Flüsse wirkend, die normale Oberflächenentwicklung derselben behindern, und, was ältere Cyclen betrifft, deren Relikte verwischen und zerstören¹⁾.

Die morphologische Bewertung des Frankenjuras wird aber auch noch anderweitig erschwert. Die Unsicherheit der chronologischen Einordnung und Definition alter Landschaftszüge ist auch dadurch mitbedingt, daß jüngere Ablagerungen als Jura einmal in ihrem Auftreten sehr beschränkt sind, sodann aber auch ihrem genaueren Alter nach größtenteils noch nicht näher bestimmt sind.

Die oberkretazischen Sedimente überschritten nach Westen hin die Altmühl wohl nicht. Nach Norden hin ist ihre ursprüngliche Ausdehnung bis heute noch nicht fixiert. Vielleicht ging sie aber weiter²⁾, als dies nach den vortrefflichen GÜMBELschen Untersuchungen zu erwarten wäre. Was das Alter der Albüberdeckung anbetrifft, so wissen wir auch hierüber nichts Bestimmtes. Der einzige, der sich in jüngerer Zeit damit eingehender beschäftigte, war KOEHNE³⁾, doch auch er konnte seine Untersuchungen zu keinem abschließenden Resultat führen. Während also im Schwabenland die tertiären Sedimente einen willkommenen Anhaltspunkt für die chronologische Fixierung morphologischer Elemente boten, fehlen diese hier vollkommen.

Auch die Tektonik greift hier verwirrend in den Gang der Ereignisse ein. Die tektonische Ruhe des Gebietes scheint zu miocäner und nachmiocäner Zeit zwar besser gewahrt worden zu sein als weiter im Westen, aber auch hier griffen Schollenbewegungen jedenfalls störend und die Gewässer wiederbelebend in die alte, sich entwickelnde Peneplain ein. Vorher jedoch hatten (zur Kreidezeit oder im Eocän?) wahrscheinlich schon die tektonischen Bewegungen eingesetzt, wie HERMANN⁴⁾ dies nach Analogie mit den durch

¹⁾ SPANDEL: Beiträge zur Kenntnis der ehemaligen Überdeckung der fränkischen Alb und der Höhlen im Gebiet derselben. Abh. d. natur-hist. Ges (Nürnberg). Bd. XVI. 1907.

²⁾ Vgl. u. a. KOHLER: Die Amberger Erzlager. Geognost. Jahresh. XV. München 1902.

³⁾ KOEHNE: „Vorstudien“ und „Notizen“ usw. a. a. O.

⁴⁾ HERMANN: Die östliche Randverwerfung des fränkischen Jura. Diese Zeitschr. 1908.

STILLES Untersuchungen festgestellten Verhältnissen in den norddeutschen Mittelgebirgen glaubte erkennen zu können. Aber der sichere Beweis, wie auch die speziellere Kenntnis dieser Störungen fehlt hier noch. Die tektonischen Bewegungen werden wohl größtenteils Senkungsvorgänge des süddeutschen Triasbekens gewesen sein. Keineswegs aber ausschließlich. Denn PENCK hat z. B. schon für den Böhmerwald aus den verbogenen Schotterhorizonten eine jugendliche Heraushebung des krystallinen Massivs nachzuweisen vermocht.

Die Unsicherheit all dieser Verhältnisse, die im Gegensatz zu Schwaben vor allem durch den völligen Mangel einer Spezialliteratur über das Gebiet bedingt ist, sowie auch der absolute Mangel eines guten geologischen Kartenmaterials lassen auch die morphologischen Studien nicht zu dem Grad von Sicherheit gelangen, der ihnen weiter im Westen zukommt. Manches, besonders chronologische Gleichstellungen, müssen einstweilen, da sie auf rein morphologische Elemente gestützt sind, hypothetisch bleiben. Zumeist ist es überhaupt nur die Analogie zu den besser bestimmbaren Verhältnissen im Westen, welche mich hier und da zu dem Versuch einer Altersbestimmung veranlaßt haben. Im allgemeinen aber muß ich betonen, daß dieser erste Versuch, die fränkische Alb morphologisch zu gliedern, hauptsächlich nur auf allgemein in der Landschaft wiederkehrende Züge hinweisen will, welche gruppenweise sich zusammenschließend, wohl eine wechselvolle Geschichte der Landschaft erkennen lassen, heute aber durch Einzeluntersuchungen noch zu wenig gestützt sind, um eine Festlegung der genauen Folge der morphologischen Cyclen zu ermöglichen.

Immerhin finden einige, vorerst noch theoretische Erwägungen manche Stütze durch die Vorkommnisse in der Natur, wodurch sich vielleicht doch schon der Grundplan der Morphogenese der fränkischen Alb erkennen läßt, wenn auch Einzeluntersuchungen das Bild in manchen Zügen noch werden modifizieren und verbessern können.

Das allgemeine Bild des geologischen Aufbaues der Frankenalb hat schon GÜMBEL¹⁾ gegeben, und neuere Forschungen haben an den Grundzügen seiner Feststellungen bis heute noch keine wesentlichen Veränderungen erbracht. Die fränkische Albtafel ist als eine schwache Mulde anzusehen, an deren Ostflügel die Schichten nach Westen vom Urgebirge her einfallen, während weiter westlich die Schichten im allgemeinen ziemlich einheitlich gegen SO fallen. Das Muldentiefste ist dem

¹⁾ GÜMBEL: Die fränkische Alb. München 1891.

Ostrande der Tafel nahegerückt und schneidet gegen das Grundgebirge in mehrfachen großen Verwerfungen ab. Die Zone stark verworfener Schichtmassen, welche zwischen dem Urgebirgskern des Fichtelgebirges und der ungestörten Albtafel eingeschaltet ist, war zu einer raschen Zerstörung durch die Erosion prädestiniert, so daß heute in der hier angelegten Subsequenzzone, in der die Schichten in schmalen Streifen austreichen, durchweg geologisch ältere, also tiefere Horizonte in ein Niveau mit der Oberfläche der Alb-Malmkalke gelegt erscheinen, die heute infolge weitgehender Ausräumung der Landschaft vom Fuße des Fichtelgebirges getrennt erscheinen. An diesem Beispiel zeigt sich wieder deutlich, daß die Höhen- und Tiefenlinien des geologischen Aufbaues keineswegs mit den morphologischen übereinstimmen müssen.

Wenn die tektonischen Störungen des Gebietes als relativ gering bezeichnet werden müssen, so war doch die Geschichte seiner Morphologie eine wechselvolle dank der großen Störungen, mit welchen die Tektonik seine Erosionsbasen heimsuchte.

Während der Jurazeit lag das Land unter ständiger Meeresbedeckung. Erst im obersten Jura tauchte es langsam empor. Seit jener Zeit war es, als Ganzes betrachtet, Festland.

Von den Keupermeeren hat LANG¹⁾ es wahrscheinlich gemacht, daß sie zum Teil wenigstens nach Westen sich zurückzogen. Im Jura mag dies das gleiche gewesen sein, denn im Süden lag damals wohl überall noch das vindelizische Gebirge, das sich gegen Osten und Norden in das ostbayerische Grenzgebirge fortsetzte, welches durch die Ausbildung der Sedimente an seinem Fuße seine damalige Küstennähe verrät²⁾. Nur der Malm weist im Osten, in der Regensburger Gegend keine Küstenbildungen auf, so daß zu jener Zeit wenigstens die Transgression eines breiten Meeresarmes stattgefunden haben muß.

Zur Zeit der älteren Kreide war das ganze Gebiet, dessen Weißjuradecke einheitlich vom Schwarzwald zum Böhmerwald sich erstreckte, küstenfernes Land. Die Naabsenke konnte nun erst im Anschluß an die ersten tektonischen Störungen im SO des Gebietes entstehen. Im Anschluß daran aber hatte die subaerische Denudation ausgleichend die tektonischen Höhendifferenzen

¹⁾ LANG: z. B. Der mittlere Keuper im südlichen Württemberg. Jahr.-H. d. Ver. f. vaterl. Nat.-K. i. Württemb. 1910 u. Das vindelizische Gebirge zur mittleren Keuperzeit. Jahr.-H. f. d. Ver. für vaterl. Nat.-K. i. Württemb. 1911.

²⁾ POMPECKI: Die Juraablagerungen zwischen Regensburg und Regenstauf. Geognost. Jahresh. XIV. München 1901.

wieder zu verwischen gesucht. Die Spuren dieses (oder auch mehrerer) ältesten Cyclus verraten sich in der Einebnungsfläche, über welche das oberkretazische Meer in der Regensburger Bucht bis weit nach Norden hin transgredierte. So erklärt sich, daß in der tektonisch angelegten Bodenwöhrer Bucht die obere Kreide nirgends auf Malm, sondern vielfach auf Keuper aufruht, wie GÜMBEL dartut. Denn es ist gerade für den Malm anzunehmen, daß er hier einstens das ganze Gebiet bedeckte, nachdem wir sein Transgredieren nach Osten hin und seine küstenfernen Relikte am Fuße des bayerischen Waldes bei Regensburg usw. durch POMPECKY kennen gelernt haben. Ob freilich eine einheitliche Malmdecke auch hier im Osten, wie im Westen im Schwarzwald das Urgebirge überzog, muß dahingestellt bleiben. Jedenfalls verhüllte sie aber einst weitgehend seine Gehänge.

Mit dem Vorhandensein dieses Meeres aber war auch eine nahe Erosionsbasis für den sich anschließenden subaerischen Cyclus im SO des Gebietes gegeben. Vielleicht geht die Anlage der so auffallend von allen Seiten her auf das Regensburger Becken zuströmenden Flüsse auf diese Zeit zurück. (Fig. 22.) — Es müssen jedenfalls schon sehr alte Flüsse in konsequenter Richtung zur kretazischen Erosionsbasis sich entfaltet haben, und ebenso subsequente Flüsse, welche in dem Grenzgebiet zwischen Urgebirge und Albtafel gegen Norden hin vordrangen.

Wie weit hin nach Westen sich der Einfluß dieser Erosionsbasis geltend machte, ist nicht bekannt. Im Westeu entfalteten sich jedenfalls im Laufe der Zeiten besondere Bedingungen. Wir haben bereits die ersten Spuren einer westlich bis südwestlich gerichteten Konsequenz kennen gelernt, welche quer über die Albtafel wegging, und älter ist als die Fichtelgebirgsrandsubsequenzzone. Es war auch schon darauf hingewiesen worden, daß das Ende der Mittelmiozänzeit schon ein weitgehend ausgeräumtes westliches Albvorland vorfand, daß auch der merkwürdige Knick der Malmschichten schon angelegt war, und also in seiner Entwicklung nicht etwa eine Folge der jungmiocänen Tektonik sein kann. Die Ausräumung der Landschaft, wie auch die Anlage des Knicks muß einer älteren anders orientierten Entwässerung, welche wohl im allgemeinen westlich gerichtet war, ihre Entstehung verdanken. Jedenfalls zeigt das Umbiegen der Albtafel nach Norden hin, daß andere Bedingungen und Einflüsse für das Werden des Frankenjuras maßgebend waren als für den schwäbischen Jura, dessen Ränder in ihrer Lage lediglich durch die Donaubasis bestimmt sind. Wäre ein gleiches auch für den Frankenjura der Fall,

so müßte er in der Verlängerung des nördlichen Randes des Schwabenjuras unbehindert weiter streichen und gegen den Böhmerwald hin auslaufen. Das scharfe Umbiegen aber deutet auf andere Erhaltungsbedingungen und damit auch auf andere Entstehung.

Die zu Ende des mittleren Miocäns ausgeräumte Landschaft, deren frühere Geschichte sich heute in ihrer Morphologie nicht mehr verrät, wohl aber vielleicht durch das Studium ihrer alte morphologische Züge besser konservierenden Randgebirge noch zum Teil erschlossen werden könnte, war aber weitgehend peneplainisiert, und es ist für den Westrand des Frankenjuras ebensowenig wahrscheinlich, daß er als steiler Erosionsrand über seine Umgebung emporgeragt hat, wie dies schon vom Schwabenjura erwähnt wurde. Ja, PENCK, DAVIS u. a. leiten sogar die Schichtstufenlandschaft aus einer die Schichtköpfe ohne Rücksicht auf ihre Härte abschneidenden Einebnungsfläche als notwendiger Voraussetzung ab.

Daß auch die Gebiete des westlichen Vorlandes im jungtertiären Cyclus völlig unter dem Einfluß der Donau standen, wurde schon gezeigt. Sie drang mit ihrem subsequenten Pegnitzarm erobernd weit nach Norden vor. So wird wohl damals auch der gesamte Frankenjura der Donau tributär gewesen sein, gleichgültig ob die alten Konsequenzflüsse des Fichtelgebirges schon von der Naabsubsequenzzone abgezapft waren oder noch konsequent in südwestlicher Richtung die Alb durchquerten, wo sie dann am jenseitigen Rande subsequent zusammengefaßt und in Durchbruchstätern nach Süden durch den Jura entführt werden mußten.

Die Umkehr der Pegnitz und ihres Einzugsgebietes endlich ist erst das Werk des jüngsten Erosionscyclus, ebenso wie das Vordringen des Mains jenseits der Alb in der von den Donauzuflüssen entwickelten Subsequenzzone des Fichtelgebirgsrandes.

Ich kehre nach diesen allgemeinen Betrachtungen zur Pegnitz zurück. Auffallend ist, wie gesagt, der Knick, mit dem sie aus der Alb austritt. Im Albkörper folgt ihr vielgeschlungenes Tal vornehmlich der Nord-Süd-Richtung. Doch ist sie heute in ihrer Zusammensetzung nicht einheitlich entwickelt und neben den morphologisch ungleichwertigen Talstücken zeigen die Verhältnisse in der Umgebung der Wasserscheide, daß das Einzugsgebiet der Pegnitz früher ein größeres war, daß ihre Quellen im Fichtelgebirge lagen, und sie also ursprünglich die Subsequenzzone am Fuße desselben durchquerte. (Vergl. Fig. 21.)

Die Ungleichwertigkeit der Talstrecken tritt in deren Entwicklung deutlich genug hervor. Man kann scharf zwischen



Fig. 21.

..... Wasserscheide. - - - - - Albrand.

Karte des Entwässerungsnetzes der fränkischen Alb (Pegnitz, Wiesent) und der sie vom Fichtelgebirge trennenden Subsequenzzone mit den Autagonisten Main und Naab.

(Nach der Karte 1:100000 des Generalstabs gezeichnet und verkleinert.)

gerade gestreckten und gewundenen zwangsmäandrierenden Talstücken unterscheiden.

Als morphologisch gleichwertig sind wohl die in der Nord-Südrichtung hintereinander sich folgenden Talstücke: Hohen-

stadt-Pegnitz (Buchau¹⁾, Creußen-St. Johannis²⁾, und endlich das von Berneck³⁾ nach Norden hinziehende Talstück zu betrachten. Die im Pegnitzgebiet recht auffallende Nord-Südrichtung, für deren Entstehung eine völlig befriedigende Erklärung heute noch aussteht, wiederholt sich auch im Böhmerwald, wie das z. B. BAYBERGER⁴⁾ schon aufgefallen war und auch v. STAFF⁵⁾ dies betont; ebenso tritt sie auch bei manchen im Fichtelgebirge liegenden Quelllästen wieder hervor.

Diese drei Stücke gehören heute ganz verschiedenen Flüssen an, und scheinen zunächst nur wenig zusammenhängend. Das das Fichtelgebirge in N-S-Richtung verlassende oberste Stück, der vielgewundene Lauf der Olschnitz, biegt beim Betreten der Subsequenzzone, die sie dem Main als Nebenfluß zuführt, scharf um; dies aber läßt ihre Abzapfung aus ihrer ursprünglichen Richtung klar hervortreten. Das gleiche Bild bietet das jenseits der trennenden Subsequenzzone heute S-N orientierte Stück des Roten Mains zwischen St. Johannis und Creußen. Hier sind vor allem die Verhältnisse an der heutigen Wasserscheide gegen die Pegnitzquellen beweisend für jugendliche Veränderungen. Die Quellzonen der beiden Flüsse liegen noch auf den Vorstufen der Juratafel, in Dogger und Lias. Die Pegnitz ist also auch heute noch, trotz ihrer Verluste im Quellgebiet, wie die meisten Flüsse der Frankenalb ein Durchbruchfluß durch diese. Die Wasserscheide, die beide Flußsysteme trennt, liegt über einem flach welligen, erodierten Gelände. Der oberste Lauf des Roten Mains ist seiner Orientierung nach ein genaues Gegenstück zur obersten Jagst. Die Quelle fließt gegen SO, dann biegt der Lauf scharf nach Norden um. Von der Umbiegungsstelle selbst aber zweigt ein deutlicher Taleinschnitt ab gegen Süden, der zum Kraimoos-Weiher führt. Und unweit von dessen entgegengesetztem Ende nimmt im breiten Weihergraben einer der jetzigen Pegnitzquellläste seinen Ursprung.

Die Richtung der Quelle des Roten Mains erweist sich also nicht dessen Unterlauf angepaßt, sondern der Pegnitz,

¹⁾ Blätter Sulzbach (550) und Bayreuth (533) der Karte des Deutschen Reiches 1:100000.

²⁾ Blatt Bayreuth (533) der Karte des Deutschen Reiches 1:100000.

³⁾ Blatt Kulmbach (513) der Karte des Deutschen Reiches 1:100000.

⁴⁾ BAYBERGER: Geographisch-geologische Studien aus dem Böhmerwald. *Pet. Mitt. Erg.* H. 81. 1886.

⁵⁾ v. STAFF: Zur Entwicklung des Flußsystems und des Landschaftsbildes im Böhmerwald. *Zentr.-Bl. f. Min. usw.* 1910, S. 564 ff.

deren Nebenfluß sie einst war. Das N-S orientierte Stück des Roten Mains aber, dessen Fortsetzung nach Norden wahrscheinlich einst in der Olschnitz im Fichtelgebirge zu suchen ist, welche heute noch nach Süden fließt, erweist sich vor allem durch das Bestehen der Talwasserscheide am Kraimooß als rückläufiges abgezapftes Stück eines älteren Pegnitzlaufes.

Die kontinentale Wasserscheide zeigt also nicht nur ein Zurückweichen über die Alb nach Osten hin, sondern auch gegen Süden. Das Einzugsgebiet der Donau verringert sich allenthalben gegenüber der vordringenden Erosion des Rheins.

Als zweiter, bedeutender und auffallender Fluß des westlichen Albkörpers ist nun noch die Wiesent zu nennen. Ihr Lauf unterhalb ihres Austrittes aus der Alb wurde schon betrachtet. Auf der Alb selbst kennzeichnet sich ihr so häufig scharf geknickter Lauf als das Resultat einer wechselvollen Geschichte und der Zusammensetzung aus morphologisch ungleichwertigen Stücken. Während das NO-SW gerichtete Flußstück durch den Parallelismus zur Richtung der Albbuchten einen gewissen genetischen Zusammenhang mit diesen vermuten läßt, sind auch die rechtwinklig dazu orientierten Laufstücke, sowie auch die parallele Aufseß, ebenso wie vielleicht auch der Leinleiterbach offenbar einheitliche Teile eines Entwässerungssystems, das durch die Anzapfung von Westen her in der Fortsetzung seiner ursprünglichen Richtung unterbrochen wurde.

Wenn dem aber so ist, dann gehörte die Wiesent samt ihren Flüssen früher dem Bereich der Pegnitz an.

Dafür läßt sich auch eine wichtige Stütze durch die beobachtbaren Tatsachen anführen. Wie bei der Pegnitz greift auch an der Wiesent von deren Umknickstelle nahe Gößweinstein ein junger Renegat, die Püttlach, raubend nach Osten vor. Dies zeigt sehr schön ihr heutiger Oberlauf, der nach Süden hin fließt, jedoch plötzlich in scharfem *coude de capture* nach Westen abbricht.

Wichtiger aber ist morphologisch meines Erachtens der Püttlachnebenfluß, welcher von Pottenstein an durch das Weiherbacher Tal gegen SO vorgreift, da er mir geeignet erscheint, einen Anhaltspunkt dafür zu geben, daß die Püttlach ein mit umgekehrter Richtung fließender Renegat ist. Zwar verliert sich die Quelle dieses Baches in den rezent-diluvialen Aufschüttungsmassen des Veldensteiner Forstes, aber weiter gegen SW treffen wir auf unverkennbare Spuren einer alten, breiten Talung. GÜMBEL verzeichnet auf seiner geologischen

Übersichtskarte des nördlichen Bayerns entlang ihrem Laufe sogar einen Fluß, der allerdings auf der Generalstabskarte¹⁾ des Deutschen Reiches 1 : 100 000 nicht zu finden ist.

Dieser Talzug aber, der über Plech und Velden zieht, mündet zur Pegnitz hin aus. Er muß aber einem größeren Fluß seine Entstehung verdanken, wenn auch keine direkten Beziehungen zu einem solchen heute mehr bestehen. Dies weist lediglich auf ein hohes Alter der Umkehr früherer Verhältnisse hin, läßt aber doch die notwendige Voraussetzung bestehen, daß zu irgend einer Zeit ein Fluß das Tal angelegt haben muß²⁾.

Für diese Leistung scheint mir nun nur die Wiesent in Betracht zu kommen, welche heute nur mehr in ihrem Oberlaufe

¹⁾ Blatt Sulzbach (550).

²⁾ In der schon erwähnten bereits vor meiner Abhandlung erschienenen Diskussion zu derselben führt HERMANN als Grund gegen meine Auffassung einer früheren sehr alten Verbindung von Wiesent und Pegnitz die Tatsache an, daß bei Gößweinstein dem bis dahin nach SO gerichteten Wiesentlauf Höhen von über 550 m entgegentreten sollen, während sich ihr Quellgebiet heute nur in etwa 500 m Höhenlage befindet. Einmal kann ich auf der Generalstabskarte in der näheren Umgebung von Gößweinstein keine Höhenzahlen finden, welche 524 m übersteigen (vereinzelte Höhe ca. 2 km SSW von Gößweinstein), erst weiter im Süden steigen die Höhen allmählich vereinzelt zu der genannten Zahl an, sodann ist es als durchaus unwahrscheinlich zu bezeichnen, daß der Fluß jemals gerade über den heute höchsten Erhebungen sein Bett gehabt hat, und endlich drittens hätte Herr Kollege HERMANN sich beim Erscheinen meiner Arbeit leicht überzeugen können, daß ich die Fortsetzung der Wiesent überhaupt nicht in der von ihm vermuteten Richtung gesucht habe, sondern daß ich eben, wie oben ausgeführt, die Püttlach als den umgekehrten Restfluß einer alten heute großenteils zerstörten Talanlage betrachte. Verfolgt man aber das Püttlachtal bis zu seinem Ursprung und überschreitet man die Höhen, welche zu dem genannten Talzug von Plech hinüberleiten, so bleibt man durchweg auf Höhen, welche unter 500 m liegen, wie HERMANN dies ja fordert.

Übrigens kann ich auch die Berechtigung dieser Forderung, deren Diskussion aber für den vorliegenden Fall garnicht in Betracht kommt, keineswegs anerkennen. Während nämlich schon seit geraumer Zeit eine Flußverbindung zwischen Pottenstein und Plech nicht mehr anzunehmen ist (siehe oben!), arbeitet die Flußerosion im Quellgebiet der Wiesent noch heute jugendkräftig an der Vertiefung der Täler. Diese liegen noch dazu, wie HERMANN richtig betont, in mergeligen Schichten, während die erstgenannte Strecke aus hartem Kalk bzw. Dolomit besteht. Es ist also keineswegs zu verwundern, wenn hier die Tieferlegung der Oberfläche langsamere Fortschritte macht, als in dem weichen Quellgebiet der Wiesent. Obengenannte Höhendifferenzen würden daher, selbst wenn sie beständen, keineswegs eine Schwierigkeit für meine Auffassung bedeuten.

die Richtung beibehalten konnte, die ursprünglich natürlicherweise auch ihr Unterlauf hatte.

Das Prinzip dieser Änderungen ist stets einheitlich das gleiche. Es beruht auf einer Verschiebung der Wasserscheide von W nach O, und von N nach S, also auf einer Verkleinerung des Einzugsgebietes des Regensburger Beckens. —

Die südöstliche Richtung der so auffallend unter sich und dem Alberosionsrande parallelen Flußstücke der Wiesent und ihrer Nebenflüsse wird wohl am besten als Subsequenzerscheinung, wie das ja auch MARTONNE so will, zu deuten sein, da hier wieder einmal die Unabhängigkeit der Flüsse von Bruchlinien zutage tritt. Parallel dem Erosionsrande setzen ja auch Brüche durch die Albtafel, aber gerade die bedeutendsten, liegen nicht eigentlich im Bereich der parallelen Flußläufe, wenn sie ihnen auch gelegentlich nahekommen oder mit ihnen vorübergehend zusammenfallen. Im übrigen könnte ja besonders der zwangsmäandrierende Lauf der Wiesent gar nicht einer geraden Bruchspalte folgen, er würde dann ja in stetem Wechsel über sie hin und her pendeln. Die Zwangsmäander aber zeigen, daß der Fluß bereits einer alten Peneplain angehörte¹⁾.

Es wäre ja auch bei den langen Strecken, die Fluß und Dislokationslinie nebeneinander oft in großer Nähe herlaufen, höchst auffallend, wenn sie nicht gelegentlich auch coincidieren würden. Aber daß trotz gelegentlicher Berührung der Fluß nicht dauernd zum Spaltenlauf hingezogen wird, sondern sich in seinem Bett behaupten kann, weist darauf hin, wie gering der Einfluß selbst weithin aushaltender Dislokationslinien auf einen Fluß sein kann. Am typischsten tritt dies wohl bei der Aufseß vor Augen, doch auch die Wiesent selbst geht einer der großen östlichen Randverwerfungen lange Zeit parallel. Ganz analoge Verhältnisse spiegeln sich auch in der kleinen Spezialkarte, die HERMANN für den von ihm untersuchten Teil des Pegnitzgebietes seiner Arbeit beigegeben hat²⁾.

¹⁾ HERMANN: a. a. O.

²⁾ Herr Kollege HERMANN möchte Aufseß und Wiesental als Synklinaltäler auffassen. Es ist ja schon m. W. zum erstenmal durch GÜMBEL bekannt geworden, daß außer den streichenden Verwerfungen auch ebensolche leichte Aufwölbungen und Einmuldungen des Frankenjuras lokal stattgefunden haben. Aber es ist wohl nicht angängig, in diesem Fall der Ansicht meines verehrten Herrn Kollegen zuzustimmen, da m. E. doch scharf zwischen geologischem und morphologischem Muldenbau einer Gegend zu unterscheiden ist. Von einer morphologischen Mulde ist im Gebiet der beiden genannten Flüsse nichts zu sehen. Das zeigt die Topographie und kann aus jeder Karte ersehen werden. Daß aber ein geologisches Muldentiefstes für den Lauf de:

d) Das Naabgebiet.

Prämiocäne Entwicklung. — Der Naabunterlauf. — Die konsequenten Fichtelgebirgsquellläste. — Die subsequenten Aste. — Die Antagonisten: Roter und Weißer Main. — Die Vils. — Der Regen. — Unabhängigkeit der Talentwicklung von alten tektonischen Linien. — Der Regenunterlauf. — Zusammenfassung.

Die Hauptentwässerungsader der alten von Regensburg weit nach Norden vorgreifenden Senke ist die Naab. Die morphologische Bedeutung dieser Senke ergibt sich schon aus dem auffallenden radialen Zusammenströmen von 4 großen Flüssen zu der Regensburger Gegend hin. Sie charakterisiert sich dadurch schon als bevorzugte Erosionsbasis für weite Flächen ihrer Umgebung schon in längst vergangenen Cyclen. In ihr, und weit gegen Norden hin ihre Ränder überspülend, transgredierte das obere Kreidemeer auf einer alten subaerischen Einebnungsfläche. Daß diese Senke bereits durch prätertiäre tektonische Störungen angelegt wurde, kann nur als wahrscheinlich bezeichnet werden. Denn die Albtal im Westen, wie auch einzelne Malmblöcke am Fuße des Böhmerwaldes im Osten blieben erhalten. Dazwischen scheint die Juratal viel-fach versenkt und der Beobachtung durch jüngere Sedimente entzogen. Weiter im Norden jedoch ist unzweifelhaft das Fehlen des Malm unter der Kreide festzustellen, eine Tatsache, die sich wohl nur durch die Annahme einer präoberkretazischen Einebnungsfläche zwanglos erklären läßt. Dies aber deckt sich vorzüglich mit den HERMANNschen Anschauungen, welcher ebenfalls bereits aus seinen Studien im Gebiete der östlichen Randverwerfungen des Frankenjuras das Bestehen prätertiärer tektonischer Störungen wahrscheinlich machte. Die nähere Geschichte der älteren Cyclen ist heute noch unbekannt, doch dürfte die Nabrinne wohl schon im Anschluß an den Rückzug des Kreidemeeres sich angelegt haben. Die ersten deutlichen Relikte der morphologischen Entwicklung findet man erst am Ende des Mittelmiocäns, da obermiocäne Seen- und Süßwasserbildungen hier abermals über den wechselnden, eingeebneten Schichtköpfen einer alten Peneplain zur Ablagerung kamen. —

Im Anschluß an die dann eintretenden tektonischen Störungen des Obermiocäns dürfte dann hier, wie dies auch

Flüsse nicht maßgebend werden konnte, das zeigt die alte Peneplain, welche ohne Rücksicht auf Gesteinhärtenunterschiede und den tektonischen Bau das Gebiet als Ganzes weitgehend denivelliert hatte. (Vgl. SPANDEL a. a. O.)

weiter im Westen der Fall war, die Erosivkraft der Flüsse belebt und die Subsequenzzone am Urgebirgsrand in ihrer heute noch bestehenden Schärfe entwickelt worden sein. Der Kampf zwischen Rhein und Donau um den Besitz dieser Zone, in dem die Donau mehr und mehr an Raum verliert,

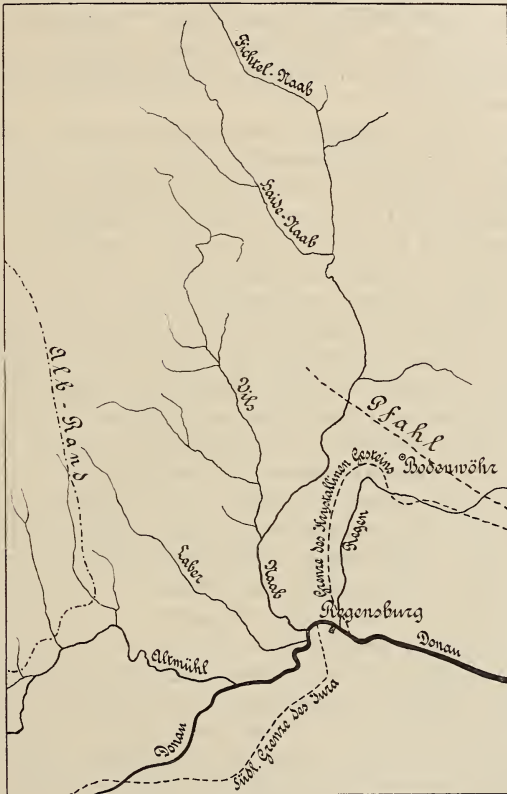


Fig. 22.

Die Flüsse der Regensburger Bucht.

(Nach der Generalstabkarte 1:100000 gezeichnet und verkleinert.)

fällt in die jüngste Epoche der morphologischen Geschichte des Landes.

Der Naabunterlauf hat, ebenso wie dies in besonders auffallender Weise auch am unteren Regen vor Augen tritt, die schon mehrfach erwähnte, wohl zu einer älteren sonst nicht mehr erkennbaren Erosionsbasis (prämittelmiocän), orientierte

N-S-Richtung¹⁾. Diese Richtung verläuft schräg zum Ausstrich der Schichten, wie auch zu den tektonischen Linien des Landes. Sie muß daher als antezedente aufgefaßt werden. Daß diese Richtung eine schon altvererbte ist, bestätigt sich im Oberlauf des Flusses, wo im krystallinen Gestein des Fichtelgebirges die zwangsmäandrierende Waldnaab nach Abspaltung der stärker entwickelten subsequenten Fichtelnaab die alte Richtung weiterführt. Diese aber läßt sich schon durch ihre Zwangsmäander als noch der alten Fichtelgebirgspeneplain angehörig erkennen²⁾.

Die alt übernommene Nord-Südrichtung der Flüsse des krystallinen Fichtelgebirgsgesteins läßt sich ja noch weithin nach Norden verfolgen. Dort bietet daher das Bild der Karte die eigentümliche Erscheinung, daß die Flüsse alle in südlicher bis südwestlicher Richtung das Gebirge verlassen, dann aber nach NW hin vom Main entführt werden³⁾.

Daß diese Umkehr der Flüsse jedoch eine noch jugendliche ist, zeigen die Verhältnisse im Gebiete der Wasserscheide. Ein typischer Fall von Abzapfung wurde schon bei Besprechung des Pegnitzoberlaufes erwähnt. Heute aber liegt der Kampf um die Wasserscheide bereits weiter im Süden⁴⁾. (Vgl. Fig. 21.)

Die Naab entsendet zwei starke subsequente Arme, die Fichtelnaab und die Haidenaab in die breite Subsequenzzone. Ihnen gegenüber stehen die Quellen und Zuflüsse des Mains. Nicht nur die Rote Mainquelle ist dem Donausystem geraubt, auch die bei Neunkirchen einmündende kleine subsequente Ölschitz hat als jugendlicher Räuber unverkennbare Abzapfungen und Umkehrungen begangen. In entsprechender Weise hat beispielsweise die Haidenaab die obere Steinach als Quellast verloren und wird heute bereits von deren jugendlich stark oberhalb Weidenberg vordringenden subsequenten Seitenbächen abermals in dem Besitz ihres obersten Laufstückes bedroht, dessen endgültige Abzapfung unter den jetzt herrschenden Verhältnissen nur eine Frage der Zeit sein kann.

Die Breite und der wechselvolle Aufbau der Subsequenzzone haben nicht nur einem einzigen, sondern beiderseits zwei starken subsequenten Adern starke Entwicklung gewährleistet. Während im Süden Fichtel- und Haidenaab im ganzen parallel nach Norden vordringen, haben sich im Norden Roter Main und Weißer Main als sich gegenseitig bekämpfende Konkur-

¹⁾ Blatt Regensburg (580). Karte des Deutsch. Reiches 1:100 000.

²⁾ Blatt Kemnath (534). Karte des Deutschen Reiches 1:100 000.

³⁾ Blatt Kulmbach (513). Karte des Deutschen Reiches 1:100 000.

⁴⁾ Blatt Bayreuth (533). Karte des Deutschen Reiches 1:100 000.

renten entwickelt. Während der Weiße Main hart am Fuße des Fichtelgebirges fließend, die aus diesem kommenden Zuflüsse abfängt und vereinigt, drängte der Rote Main näher am Fuße des Juragebirges gegen Süden vor und besitzt nunmehr einen früher zur Pegnitz gehörigen Oberlauf. Offenbar aber benützte der Main dabei nicht von Anfang an sein heutiges Tal von St. Johannis an abwärts, sondern den breiten Talzug, der von St. Johannis nach Trebgast führt, in dem heute nur zwei dünne, von einer Talwasserscheide nach entgegengesetzten Richtungen abfließende Bäche fließen, um sich erst dort wieder mit seinem jetzigen Flußbett zu vereinigen.

Während früher der ganze Albkörper im Bereiche der Donau lag, ist deren Einzugsgebiet dort heute auf den südwestlichen Teil beschränkt. Der größte Nebenfluß der Naab, die Vils, entwässert das Plateau. Die tiefen Zwangsmäander der Vils lassen sie als einen alten Fluß erkennen. Während aber ihr Unterlauf sehr alter Anlage sein dürfte, zeigt ihr Quellgebiet, daß es sich ein Flußsystem einverleibt hat, welches früher offenbar direkt zur Naab hin entwässerte. Die subsequenten linken Nebenflüsse des Vils oberlaufes sind gegen SO gerichtet, und konzentrieren sich auf eine breite Talsenke, in der ihnen entgegen die Vilsquelle heute nach Westen fließt, um erst mit ihnen vereinigt in die alte südliche Haupttrichtung der Vils umzulenken. Der höhlenreiche Talzug aber, der heute die Vilsquellen birgt, setzt sich als natürliche Senke, welcher auch die Bahn folgt, heute nach noch Osten über Freiburg zum Röthenbach und dem ursprünglichen Stammtal, dem Naabtal fort.

Es muß zuletzt noch mit einigen Worten des Regens gedacht werden, da dieser besonders klar die Nichtachtung älterer tektonischer Linien in seinem Lauf hervortreten läßt. Daß auch im scheinbar so einheitlichen krystallinen Gestein des Böhmerwaldes subsequente Zonen sich entwickeln konnten, hat v. STAFF¹⁾ bereits gezeigt. Diese Zonen gehen den tektonischen Linien des Gebietes parallel. Die bedeutendste Störungslinie, von unbekanntem Alter, ist im Regengebiet der Pfahl. Doch ohne durch sie behindert und aus ihrer Richtung geworfen zu werden, setzt der Regen über sie hinweg. Ebenso aber auch über die Randspalten des Bodenwöhrer Beckens, das er quer zum Streichen der Sedimente passiert, um jenseits desselben wieder ins krystalline Gestein einzutreten.

Ein solches Verhalten wäre gegenüber einer jungen tek-

¹⁾ v. STAFF: a. a. O.

tonischen Störung, die Gegensätze in den Lagenverhältnissen der Schichten schafft, undenkbar. Sie scheint nur erklärbar, unter der Annahme, daß der Fluß bereits einer alten Einbnungsfläche angehört hat, welche die Gegensätze zwischen Hoch und Tief, und die Einflüsse des geologischen Baues bereits weitgehend ausgeglichen und eliminiert hat. Zudem zeigt auch der Regen, daß die Flüsse in der Regel keineswegs an Spalten in ihrem Lauf gebunden sind, denn diese müssen gar nicht als der Erosion am zugänglichsten erscheinende Stellen an der Oberfläche entwickelt sein. Es sind vielmehr Verwerfungen, welche für die Richtung von Flüssen mittelbar maßgebend werden können, indem sie einerseits stets die Gefällsverhältnisse der Oberfläche beeinflussen, andererseits an den Klufträndern leicht verschieden harte Gesteine nebeneinander zu liegen bringen. Dies aber begünstigt das Fortschreiten der Erosion entlang der Verwerfungslinie ebenso, wie es entlang der normalen Ausstrichlinie verschieden harter Schichtköpfe stattfindet.

Diese Auffassung gestattet ebenso eine Erklärung der Nichtberücksichtigung des Pfahles wie der Bodenwöhrer Bucht durch den Regen. Aber unerklärt bleibt noch nach seinem Wiedereintritt in das krystalline Gestein der merkwürdige Lauf seines Unterlaufes. Eine völlig befriedigende Erklärung dieser Verhältnisse steht auch heute noch aus.

Wenn es mir auch nicht geglückt ist, zur Lösung dieser Frage beweisendes Material zu erhalten, so sei mir doch gestattet, noch kurz einem Gedanken Ausdruck zu verleihen, der eine mögliche Lösung des Rätsels geben könnte.

Das ist die Auffassung des Regenunterlaufes als Schichttrandfluß. Der Lauf ist oberhalb wie unterhalb des Knicks parallel der heutigen Grenze des krystallinen gegen das sedimentäre Gestein. Dieses aber muß vor seiner tektonischen Störung und subaerischen Denudation einst ein viel höheres Niveau eingenommen haben.

Zu einer gewissen Zeit wird es in der Höhe des heutigen Regens gelegen haben und dieser wird damals wohl ein Nebenfluß der Naab gewesen sein.

Der normale Entwicklungsgang innerhalb eines einheitlichen Cyclus erklärt aber die Ablenkung nicht. Denn innerhalb eines solchen würde das Regenbett einfach mit dem Zurückweichen der Schichten von der Höhe am Gehänge herabgeglitten und Schichttrandfluß geblieben sein.

Dies ist aber nicht der Fall. Also ist zur Zeit, da der Schichttrand in der Regenhöhe lag, eine Unterbrechung des normalen Cyclus, eine Veränderung der Erosionsbasis notwendige Voraussetzung. Diese könnte z. B. sehr wohl im Anschluß an die altobermiocänen Störungen in der Weise eingetreten sein, daß etwa die krystalline Scholle sich nach Süden hin mit der sich dort tieferlegenden Erosionsbasis etwas geneigt hätte.

Dadurch könnte einerseits der Regen Zeit gehabt haben, sein Bett im krystallinen Gestein zu fixieren, so daß er nun nicht mehr mit der Erosion des Schichtrandes zur Tiefe glitt, und andererseits könnte am damaligen Schichtrande ein junger Räuber (in vielleicht schon vorangelegtem Bett) gegen Norden vorgedrungen sein und den Regen angezapft haben, so daß die nun nach Süden abfließende Wassermasse ebenfalls stark genug war, sich ein stabiles Bett im krystallinen Gestein auszukerben.

Die Begünstigung und Bevorzugung der Schichtrandflüsse, besonders am Kontakt zweier so überaus verschiedener Gesteine, wie sie hier vorliegen, zeigt im kleinen heute noch das den Keilberg bei Regensburg umgebende Wassernetz in ganz analoger Weise, wie es hier für den alten Regen angenommen ist.

Fassen wir das Resultat der Betrachtungen über die morphologische Entwicklung des Frankenjuras zusammen, so ist vor allem die Erkenntnis wichtig, daß diese seit mittelmiocäner Zeit gleicher Art war, wie die des schwäbischen Juras, und mit ihr gleichen Schritt hielt.

Allerdings stößt hier in Folge des Mangels jüngerer Schichten und der noch erkennbaren Relikte älterer Cyclen, welche auf eine frühere von Schwaben divergente Entwicklung hinweisen einerseits, infolge mangelhafter geologischer Kartierung und der höchst spärlichen Literatur andererseits, eine Chronologisierung und Altersgleichstellung der einzelnen Fälle mit schwäbischen Verhältnissen oft auf unüberwindliche Schwierigkeiten, wenn auch die Analogie der Gesamtentwicklung unverkennbar ist. Die sichere Festlegung der Einzelfälle aber wird der Gegenstand künftiger Detailuntersuchungen sein müssen, welche das hier skizzierte Gesamtbild zwar vielleicht in manchen Einzelzügen werden modifizieren können, nicht aber die einfachen und aus der verwirrenden Menge des Details doch klar hervortretenden Grundzüge des Planes, welchem die Entwicklung der Landschaft hier gefolgt ist.

Denn unbedingt steht fest, daß auch der Frankenjura, wie der schwäbische, seit mittelmiocäner Zeit völlig von der Erosionsbasis der Donau beherrscht war und erst in jüngster Zeit weite Teile seines Einzugsgebietes an den vordringenden Main verlor.

VI.

Zusammenfassung der wichtigsten Resultate.

Fassen wir die Resultate obiger Ausführungen kurz zusammen, so ist zunächst hervorzuheben, daß auch die in der hier untersuchten Landschaft vorkommenden Erscheinungen in der Natur mittels der deduktiven Methode zugrundeliegenden Prin-

zipien restlos zu einem einheitlichen Ganzen sich zusammenfassen ließen.

Als eines der wichtigsten Resultate muß die Erkenntnis gelten, daß, entgegen den verschiedenen bereits vorliegenden Versuchen anderer Auslegung, die Entwicklung der gesamten süddeutschen Schichtstufenlandschaft seit miocäner Zeit eine vollkommen einheitliche war, welche sich völlig unter der Herrschaft der Donauerosionsbasis vollzog.

In prämittelmiocäner Zeit waren zum Teil andere Bedingungen für die Entwicklung der Landschaft maßgebend. Damals wurde bereits der heute noch so auffallende Juraknick, welcher die Alb aus west-östlichem in süd-nördliches Streichen umlenkt, wohl unter dem Einfluß einer anderen Erosionsbasis angelegt. — In mittelmiocäner Zeit treten uns zum erstenmal die deutlich fixierbaren Reste einer nach Süden hin gerichteten Entwässerung entgegen.

Diese strebte zunächst selbständig dem Meere zu und wurde dann der im Anschluß an das zurückweichende Molassemeer entstehenden Donau tributär.

Die in Verbindung hiermit stattfindenden mittel- und obermiocänen Störungen belebten die Erosion, scheinen aber in dem gleichen Sinne Niveauneigungen bewirkt zu haben, in dem der vorhergehende Cyclus bereits solche vorgefunden hat, so daß der neueintretende obermiocäne Cyclus auf der Albtafel in einheitlichem Gestein arbeitend lediglich alte Flüsse zu übernehmen und deren Talzüge weiter zu entwickeln hatte.

Seit der Trockenlegung der Landschaft zur obersten Jurazeit waren trotz der relativen tektonischen Ruhe des Gebietes eine Reihe subaerischer Cyclen über die Oberfläche desselben gezogen, welche jedoch die Oberfläche entsprechend den geringen Niveauschwankungen, auch nur wenig denudiert hatten. So stellt sich die Transgressionsfläche der oberen Kreide im SO des Gebietes als letzter Rest einer präobercretazischen Peneplain dar. Die Zahl und die Art der prämittelmiocänen Cyklen ist jedoch heute noch nicht näher bekannt.

Spuren älterer Cyclen als der obermiocäne haben wir vor allem in der Peneplain auf der sich der neue Cyclus entfaltete. Die Peneplain muß weit ausgereift gewesen sein, der Albrand als topographische Wand, wie heute, kann damals noch nicht bestanden haben, vielmehr waren die Schichtköpfe ohne Rücksicht auf ihre Härten nivelliert. Auf älteste Fluß-

laufstücke dieses Cyclus wurde z. B. im Riesgebiet hingewiesen.

Relikte alter Cyclenstadien von unbestimmtem Alter treten häufiger auf im Gebiete der fränkischen Alb. Dort war es die altübernommene Richtung der Quellflüsse im krystallinen Gestein des Fichtelgebirges, die entsprechende Richtung der Alberosionsbuchten am westlichen Albrande und im Mittelstück die Fichtelgebirgsgesteine der Albüberdeckung, welche auf eine weit verbreitete alte im ganzen südlich bis westlich gerichtete Erosion hinwiesen.

Aber die Chronologisierung und Einordnung der Einzelercheinungen in eine bestimmte zeitliche Aufeinanderfolge scheint heute im Frankenjura noch nicht möglich da jüngere stratigraphische Horizonte zum Vergleich fehlen, und das bisherige Studium der Albüberdeckung diese noch völlig ungenügend bekannt gemacht hat. Zudem verwischen Karsterscheinungen und abweichender, wechselnder petrographischer Habitus das topographische Bild der Landschaft, während die geologische Detailkartierung noch völlig aussteht. Auch die Literatur über das Gebiet ist eine auffallend spärliche.

Fast alle Chronologisierungsversuche sind daher auf die Analogisierung mit den besser bekannten schwäbischen Verhältnissen angewiesen.

Solche Gleichstellungen lassen sich aber nur im Großen ausführen. Diese ergeben denn auch eine vollkommene Übereinstimmung der Entwicklungsgeschichte der Oberfläche in Franken und in Schwaben.

Die ersten weithin erhaltenen Spuren seiner Anwesenheit hat der obermiocäne Cyclus hinterlassen, dem bei der tektonischen Ruhe des Gebietes genügend lange Zeiträume zu seiner Entwicklung zur Verfügung standen, der daher bei seinem Abschluß im ältesten Pliocän die Oberfläche wiederum weitgehend peneplainisiert hatte.

Seine Relikte treten uns vornehmlich in Schwaben entgegen:

1. **Auf der Alb** in der Anlage der jetzt zwangsmäandrierenden, nach beiden Seiten geöffneten großen Durchbruchstäler, die oft heute an ihrem breiten Talboden eine flache Talwasserscheide tragen. Die Entstehung dieser Täler aus der heutigen Hydrographie zu erklären ist unmöglich.

2. **An den östlichen Schwarzwaldgehängen**, wo die heutigen Flüsse in altübernommenen Betten in süd-

östlicher Richtung der Donau zustreben, bis sie in der Niederung des Neckars plötzlich umgelenkt und nach Norden hin entführt werden.

Die Ursache des Eintretens dieses obermiocänen Cyclus finden wir in den tektonischen Störungen, welche einen bereits völlig ausgereiften Cyclus wieder verjüngten und die Albtafel — vielleicht erneut — leicht gegen Süden hin neigten.

Die Donau mußte schon im Anschluß an den Rückzug des mittelmiocänen Molassemeeres entstanden sein. Damals aber schütteten bereits Schwarzwaldflüsse Weißjurakalktrümmer als Schuttkegel in das Meer. Der Schwarzwald hatte sich also bereits vorher aus der Peneplain herausgehoben.

Der älteste bekannte Donauflauf läßt sich durch das Vorkommen altpliocäner Schotter mit Unterbrechungen entlang der ganzen Südgrenze des Gebietes — vom Schwarzwald bis zum Böhmerwald verfolgen.

Über den schon alt in seiner Richtung angelegten Nordzug der Albtafel strömten gleichfalls konsequente Flüsse vom Fichtelgebirge herab gegen S und SW. Aber die konsequente Entwässerung wurde im Laufe der Entwicklung stark durch die kräftigen subsequenten Flüsse beschnitten, welche den Albkörper von Osten und Westen umspannten und so zur Donau entwässerten.

Die von Kreidesedimenten erfüllte Bucht von Regensburg zeigt in den radial auf sie zuströmenden großen Flüssen, daß hier seit langem ein begünstigter Tiefenpunkt der Landschaft, ein als Erosionsbasis besonders bevorzugter Punkt gelegen ist. Der Regen gibt zudem interessante Aufschlüsse über die Wechselbeziehungen zwischen Flußläufen und dem geologischen Aufbau des von ihnen durchströmten Geländes.

Dieser obermiocäne Cyclus wurde zu Ende der obermiocänen Zeit von dem pliocänen Cyklus abgelöst, der bis heute in seiner Entwicklung noch nicht zum Abschluß gekommen ist. Während der vorhergehende aber ausschließlich unter dem Zeichen der Donauherrschaft stand, steht dieser großenteils unter dem Zeichen des Kampfes zwischen Donau und Rhein, indem der Rhein mit jugendkräftiger Erosion allenthalben das alte Donaeinzugsgebiet beraubt und die schon genannten zahlreichen Abzapfungen und Flußumkehrungen verursachte.

Der gegenwärtige Stand dieses Kampfes kommt in der Lage der kontinentalen Wasserscheide zum Ausdruck. Auffallend ist ihre Ausbuchtung nach Norden an beiden Enden

— im Schwarzwald und im Fichtelgebirge —, sowie ihre in der Mitte, im Würnitz-Altstuhlgebiet, gleichfalls nach Norden hin vorspringende Wölbung. Diese aber erklären sich einheitlich aus dem morphologischen Entwicklungsgang der Landschaft, indem sie gerade die den jungen Rheinzufüssen am schwersten zugänglichen Stellen sind, welche daher heute noch der Donau erhalten, aber sämtlich in diesem Abhängigkeitsverhältnis stark bedroht sind.

Am schärfsten kommt morphologisch im nördlichen **Albvorlande** dieser Kampf zum Ausdruck, wo vielfach die heutigen Flüsse in alten Betten mit umgekehrtem Gefälle laufen, wie die den Hauptflüssen heute noch entgegengerichteten Nebenflüsse deutlich erkennen lassen. Auch diese Verhältnisse lassen sich in dem gesamten Gebiet ihres Vorkommens nur durch die Annahme einer früheren Entwässerung nach Süden zur Donau hin erklären.

SCHAU hatte diese Verhältnisse als Erster für die Neckar-nebenflüsse Kocher und Jagst erkannt und gedeutet. Seine diesbezüglichen Ergebnisse haben aber Gültigkeit für die gesamte süddeutsche Schichtstufenlandschaft und lassen dadurch deren morphologische Entwicklung als eine überaus einfache und einheitliche erkennen.

Die Ursache dieser in dem ganzem Gebiet auftretenden Erscheinung des siegreichen Vordringens der Rheinerosionsbasis muß also außerhalb des Gebietes selbst zu suchen sein, da sie es einheitlich beeinflußte.

SCHAU hatte die Umkehr der Neckarzuflüsse nach stratigraphisch-paläontologischen Funden ins mittlere Diluvium legen können. Allerdings nimmt er für sein Gebiet nur eine lokale Ursache für den Beginn des neuen Cyclus an. Da aber die ganze süddeutsche Stufenlandschaft analoge Entwicklung durchlaufen hat und morphologisch dem SCHAU'SCHEN Arbeitsgebiete völlig gleichwertig erscheint, muß die Ursache der allgemeinen Wiederbelebung der Erosion auch eine allgemeine gewesen sein.

Und diese ergibt sich aus der Tieferlegung der Rheinerosionsbasis im mittleren Diluvium im Anschluß an den Durchbruch des Rheins durch das Rheinische Schiefergebirge und die Umkehr seines Abflusses nach Norden zur nahen Nordsee.

Schematisch dargestellt lassen sich also folgende Phasen in der Entwicklung der Landschaft sicher fixieren:

1. **Präobermiocäner (mittelmiocäner) Cyclus**, der mit der präobermiocänen Peneplain endete.

2. **Obermiocäner Cyclus**, der im Anschluß an den Rückzug des Molassemeeres sich entwickelte und mit der altpliocänen Peneplain endete.

3. **Der pliocäne Cyclus**, der im Anschluß an den jetzt noch so deutlich sichtbaren Albabbruch entstand, und die heutigen Talanlagen schuf, die sich in glazialer und postglazialer Zeit bis heute ohne wesentliche Störungen weiter entwickelten.

4. Als störender Räuber fiel in den letzten dieser drei normalen Donaucyclen der ortsfremde **mitteldiluviale Rheincyclus** ein, der durch die zunehmende Beraubung der die Landschaft beherrschenden Donauzuflüsse durch die Rheinnebenflüsse charakterisiert ist und heute besonders im nördlichen und westlichen Vorlande der Alb das Relief der Landschaft modelliert.