

- h *Cytherina auriculata* REUSS.
- h *Cytherina crystallina* REUSS.
- s *Cytherina dilatata* REUSS.
- h *Cytherina gracilis* REUSS.
- h *Cytherina longa* REUSS.
- h *Cytherina intermedia* REUSS.
- s *Cytherina neglecta* (*Bairdia*) REUSS.
- ss *Cytherina salinaria* REUSS.

Corbula gibba und *Sphaeroidina austriaca* sind die Leitfossilien des grauen Tones, *Turritella turris* und *Quinqueloculina* des hellbraunen Tones. Der Artenreichtum an Makro- und Mikrofossilien ist im grauen Tone weit aus geringer, etwa die Hälfte desjenigen des braunen. Das nahezu vollständige Fehlen von Nodosarien und Dentalinen ist bemerkenswert. Der große Artenreichtum an Ostracoden machte eine Bestimmung notwendig, die aber wegen Mangels an Schrifttum (A. REUSS: Die fossilen Entomostracoden des österreichischen Tertiärbeckens; Haidingers naturwissenschaftliche Abhandlungen, III, 1850) nicht mit Sicherheit durchgeführt werden konnte. Viele Formen müßten zusammengezogen werden, andere wieder gehören nur dem Formenkreis der oben bestimmten Ostracoden an. Die zwei stark zerstörten Wirbel dürften Reptilienwirbel sein. Die Reste der Makrofossilien sind stark zertrümmert und die Brüche scharfkantig.

Die artenreiche Fauna weist eindeutig auf Torton hin.

Zur Tektonik des Neckar-Jagst-Grabens und zur Geologie der Limpurger Berge

Von H. Closs, Berlin

(Mit 4 Abbildungen)

Inhalt

Vorwort	109
Aufgabestellung	109
A. Spezielles	111
Die Aneroidmessungen	111
Zur Schichtenfolge	112
Die Strukturkarte und das tektonische Bild	116
Die Morphologie und der tektonische Graben	120
B. Regionales	120
Zur östlichen Fortsetzung des Grabens	120
Über das Alter der Tektonik	120
Über die möglichen Ursachen der Grabentektonik	123
Angeführte Literatur	130

Vorwort

Die Schichtlagerung im Bereich des mittleren und unteren Neckars, seiner fränkischen Zuflüsse Kocher und Jagst hat G. WAGNER (1929) in größerem Rahmen dargestellt. Zwischen den Schilden des Odenwaldes und des Schwarzwaldes liegt mit anscheinend ost—westlicher Erstreckung die nördlich und südlich Heilbronn vom Neckar durchflossene Fränkische Mulde. Nach Nordosten steigen die triassischen Schichten zum Fränkischen Schild (s. Abb. 1) um etliche 100 m an, um dann im Taubergebiet in das Nürnberger Becken abzusinken.

Auch in die spezielleren Züge des tektonischen Bildes Württembergisch-Frankens ist WAGNER (1919, S. 61 ff., 1929, S. 281) als einer der Ersten in neuerer Zeit eingedrungen, unter anderem mit dem Studium der von ihm so benannten „Fränkischen Furche“, welche dem Südfall des Fränkischen Schildes eingeprägt ist. Es folgt die Arbeit von LANDER (1930), die diesem Gebilde gewidmet ist. Er hat die Fränkische Furche in ihrem Verlauf von Schwäbisch-Hall bis in die Gegend von Ansbach auf eine streichende Erstreckung von nicht weniger als 70 km verfolgt. FRANK (1932) hat das bisher Bekanntgewordene zusammengefaßt und erweitert. Zuletzt erkannte WEINLAND (1933) eine neue „Furche“, die Neckar-Kocher-Mulde, und hat sie auf ca. 40 km mittels einer Streichlinienkarte erfaßt.

Die beiden aufgefundenen Muldenlinien folgen im allgemeinen dem schwäbischen Streichen und sind schmale Schichteintiefungen. PHILIPP (1931) hat die erstgenannte in dem Schema der „Ostnordost-Störungen in Schwaben“ dargestellt (Abb. 12, S. 41). Sie sind beiderseits häufig von schild- oder sattelförmigen Hochgebieten begleitet, worauf von den oben genannten Autoren hingewiesen wurde.

Der Gegenstand der vorliegenden Studie liegt im Bereich eines Teiles jener Strukturen und ist der Nordteil der Limpurger Berge, eines kleinen Ausschnittes aus dem Keuperland Nord-Württembergs. Sie sind ein schmaler Teil der ganzen Front der Keuperrandstufe, die, im großen gesehen (s. Geol. Übersichtskarte 1929), über Heilbronn-Öhringen zunächst etwa E—W streicht, bei Schwäbisch-Hall nach Süden zurückspringt und dann in zuerst flachem Bogen über Crailsheim in N—S-Richtung nach Rothenburg o/Tauber einschwenkt. Die Limpurger Berge schieben sich als erster Abschnitt in diese bei Hall nach Süden zurückversetzte Linie ein. Sie sind durch den Kocher nach Westen hin begrenzt und durch die Bühler oder —strenger genommen — eines ihrer Seitentäler, das Fischachtal, nach Osten. Die höchsten Höhen liegen bei ca. 522 m, während die Muschelkalk-Lettenkohlen-Ebene des Vorgeländes um 400 m erreicht und das Flußbett des Kochers zwischen Gaillardorf im Süden und Hall im Norden etwa bei 300 m liegt. Die beobachtbare Aufschlußhöhe beträgt also ca. 200 m im besten Fall.

Aufgabestellung

Aus verschiedenen Gründen, unter anderen vielleicht, weil bislang Spezialkarten 1:25.000 als moderne Unterlage für die geologische Kartierung fehlten, vielleicht, weil der Jura oder der Schwarzwald mehr im Vordergrund des Interesses standen, ist im fränkischen Keupergebiet in neuerer Zeit noch nicht viel spezieller geologisch kartiert worden. Die alten

Karten vom Ausgang des letzten Jahrhunderts, aus QUENSTEDT's Zeit, sind für unser Gebiet die einzigen Originalkarten (1879). Über die spezielleren Züge der Tektonik unseres Keupergebietes war man sich bis vor kurzem nicht allgemein einig. Man hielt es für möglich, daß im weichen und plastischen Keuper Verwerfungen gewissermaßen verpuffen oder, wie HENNIG (1923, S. 323) dies gelegentlich der Besprechung der Fränkischen Furche nannte, unter der Keuperdecke durchziehen könnten. So schien es erwünscht, die Tektonik eines Keupergebietes so genau wie möglich aufzunehmen, um seine Erscheinungsformen besser kennen zu lernen. Wenn auch derartige Fragen durch Arbeiten von WAGNER, FRANK,

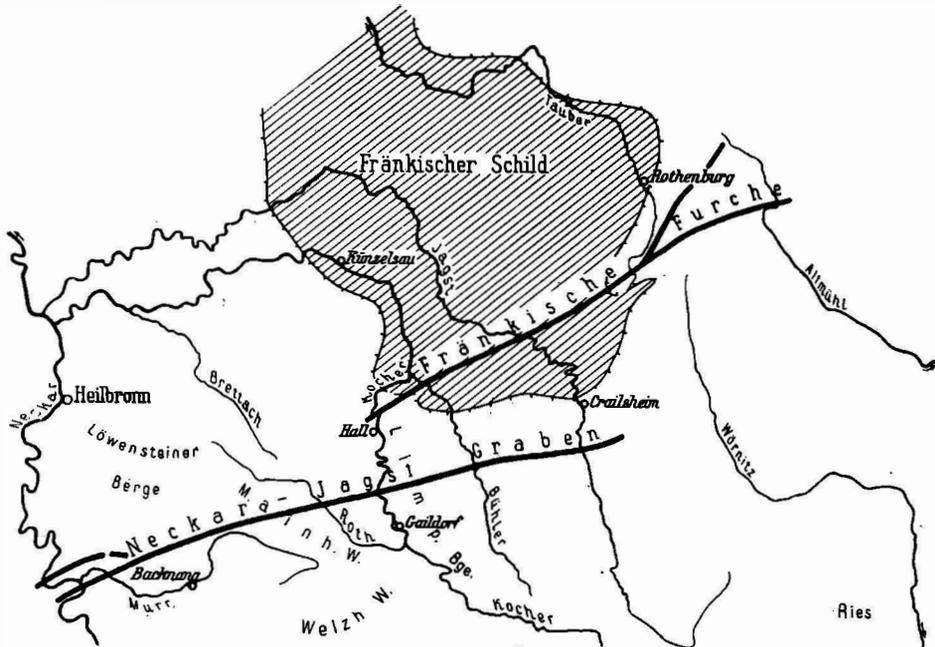


Abb. 1.

Neckar-Jagst-Graben, Fränkische Furche und Fränkischer Schild (nach WAGNER, LANDER, WEINLAND, FRANK und Verf.).

HEINZELMANN (1935) und anderen schon genannten Autoren grundsätzlich geklärt waren, so fehlte doch in der ganzen weiteren Umgebung unseres Gebietes noch eine ausgesprochene Spezialaufnahme. Sie konnte gleichzeitig eine Ergänzung der für unser Gebiet z. T. vorliegenden großräumigen Untersuchungen sein.

Daß gerade die Limpurger Berge hierfür gewählt wurden, hat seinen Grund in der Unsicherheit, die in bezug auf die Neckar-Jagst-Mulde noch bestand. FRANK (1932) hielt ein Durchstreichen dieses Elementes bis zur Jagst für sehr wahrscheinlich und gab ihm daher die erwähnte Bezeichnung, während WEINLAND (1933) annahm, daß das Ende dieser Strukturlinie nicht mehr weit östlich des Kochers liegen könnte. Er nennt sie daher zunächst auch nur Neckar-Kocher-Mulde. Da, wie die Aufnahme

von LANDER (1930) zeigte, die Fränkische Furche nach Westen an Intensität abnimmt, konnte die WEINLAND'sche Aufnahme dahin gedeutet werden, daß die Fränkische Furche eine um einige Kilometer nach Norden versetzte Fortführung der Neckar-Kocher-Mulde sei, daß mit anderen Worten die beiden Elemente sich gegenseitig im Streichen ablösten mit einer geringen Überlappung in der Kochergegend, eine Erscheinung, die bei Zerrungsformen häufig zu beobachten ist.

Die Untersuchungsergebnisse regten dann noch zu allgemeineren Erörterungen über Aller und Entstehung des Grabens an.

Tabelle zu den Aneroidmessungen im Grenzgebiet
WEINLAND — CLOSS

O r t	WEINLAND	CLOSS	CLOSS - WEINLAND	Bemerkungen
Schleifrain				
Muschelkalk/Lettenkohle	322	322	0	
Groß-Altendorf, dto.	332	330	- 2	
Steppach, dto.	335	338	+ 3	
nordöstl. Hagenau 'dto.	333	330	- 3	
Ottendorf, dto.	323	324	+ 1	
Adelbach, dto.	320	321	+ 1	
Railhalde, Grenzdolomit	330	330	0	
Bahneinschnitt, dto.	325	327	+ 2	
Adelberg, EPl. ¹⁾	380	373 *)	- 7	*) doppelt gemessen an verschiedenen Tagen. Fehler der Karte?
nördlich vom vorherigen Punkt, EPl.	361	364	+ 3	
Eutendorf Sandhalde, EPl.	412 **)	420 (412)	+ 8 (0)	**) Quarzitbank Q ₁ ²⁾ gemessen statt EPl. Mein Wert für Q ₁ in ()
Eutendorf Sturz, EPl.	414	413	- 1	
Schneitberg, EPl.	404	402	- 2	
Westhalden, EPl.	398	397	- 1	
östlich Westheim ob. Bahn, Grenzdolomit	373	370	- 3	
südl. Störung b. Westheim, Grenzdolomit	333	329	- 4	nicht genau dieselben Stellen

¹⁾ EPl. = Engelhofer Platte.

²⁾ Q₁ siehe Normalprofil des Mittleren Keupers, S. 114.

A. Spezielles

Die Aneroidmessungen

Im dargestellten Untersuchungsbereich — die Felduntersuchungen wurden 1935 und 1936 in zusammen 1½ Monaten durchgeführt — wurden insgesamt 688 Aneroidmessungen bei ca. 58,5 qkm Untersuchungsfläche ausgeführt, also im Durchschnitt 11,9 Messungen/qkm. Von diesen Messungen kam nur ein Teil in der beigegebenen Strukturkarte unmittelbar zur Darstellung, da viele Messungen zur genauen Festlegung der einzelnen aufgeschlossenen Profile oder Profileile dienten. Was die Genauigkeit der Feldmessungen anbelangt, so mag als Anhalt die beigegebene Tabelle

dienen, in welcher der Anschluß an WEINLAND gegeben wird. Es ist hierzu zu bemerken, daß die Anschlußmessungen nicht lediglich zum Zwecke des Anschlusses mit besonders enger Verknüpfung an Höhenpunkte durchgeführt wurden, sondern genau wie alle anderen Feldmessungen in Schleifen mit mehreren Punkten. Wenn die beiden Extremwerte — 7, wo möglicherweise eine Unstimmigkeit der Karte vorliegt, und — 4, wo nicht an derselben Stelle gemessen wurde, ausgeschieden werden, so heben sich die negativen und positiven Werte so gut wie auf und die Abweichungen liegen im Durchschnitt sicher unter 5 m.

Zur Schichtenfolge

Über die Schichtenfolge wäre manches zu sagen. Es sollen jedoch hier nur einige Fragen etwas weiter erörtert werden neben der Beschreibung des allgemeinen Bildes.

Für den Muschelkalk macht WAGNER (1913) schon sorgfältigste Angaben. Von Hessental streichen über Altdorf bis Gaildorf die fränkischen Grenzschichten und Teile der Terebratelschichten infolge Rückzuges des Muschelkalkmeeres aus. Im ganzen dürfte dies jedoch nicht ganz 2 m Schichtausfall bewirken. Die Oberkante des Muschelkalkes ist durch ein Bonebed gekennzeichnet und entweder selbst genau einzumessen oder mit Hilfe einer der vielen Leitbänke darunter zu bestimmen.

In der Lettenkohle gibt es in unserem Gebiet nur zwei vollständige Profile. Sie sind von anderer Seite schon veröffentlicht und zum Teil in größerem Rahmen von FRANK (1928) behandelt worden. Beide Profile ergänzen sich insofern in schöner Weise, als das eine von beiden mächtigen Hauptsandstein führt und das andere Normalfazies zeigt. Dieses ist am Schleifrain bei Gaildorf (WAGNER, 1913), an einem Prallhang des Kocher, jenes bei Steinbach-Hessental in jetzt stillgelegten Sandsteinbrüchen aufgeschlossen (QUENSTEDT, 1880, ZELLER, 1907/1908). Beide Profile wurden von mir nochmals genauestens aufgenommen, wobei sich einige Ergänzungen ergaben, und unter Benutzung der über die Lettenkohle Süddeutschlands vorliegenden Literatur (außer den obigen, s. BADER, 1936 und PROSI, 1922) gegliedert (siehe Tabelle S. 113).

Die gegebene Gliederung fügt sich, was die Obere Lettenkohle anbelangt, in das von FRANK (1928, S. 488/489) für Nord-Württemberg gegebene Schema sehr gut ein. Für die tieferen Schichten habe ich eine andere Gliederung vorgenommen. Inwieweit sie nur lokale Gültigkeit hat oder über den engen Kreis der Betrachtung erweitert werden kann, entzieht sich vorläufig noch meiner Kenntnis. Eine offene Frage ist die genaue stratigraphische Stellung des hier auftretenden Hauptsandsteins, und zwar aus folgenden Gründen: Es steht eine reich gegliederte Untere Lettenkohle im Normalprofil der Masse des Hauptsandsteins im anderen gegenüber.

Der Hauptsandstein greift bei Steinbach bis nahe an den Muschelkalk herunter, bei Groß-Altdorf (Steinbruch linkes Kocherufer) ist etwa das obere Drittel der Estherienschiefer durch Sandstein ersetzt. Die Blau(Kalk)-bank und die unteren Dolomite haben in wenig schwankender Ausbildung allgemeine Verbreitung in unserem Gebiet (s. Profile von WAGNER, 1913). Wenn anstatt dieser Horizonte Hauptsandstein auftritt, so könnte

Steinbach-Hessental				Schleifrain-Gaildorf			
I	II	III		IIIa	IIa	Ia	
Gipskeuper		Fränk. Grendolomit	90				
Ob. Lettenkohle 9,70 m	<i>Lingula</i> -Dolomit	Graue Lettenschiefer	140	Grau-grünlicher Schiefer- ton	125 + X	Ob. Lettenkohle 8,3 + X m	
		Grendolomit	30	Grendolomit	28		
		Mergel	95	Mergelschiefer	65		
		Sandsteinbänkchen + sandige Mergel	80	Sandsteinbänkchen, san- dige Mergelschiefer, Bonebed	70		
		Ob. Mergel + Dolomit	100	Oberer Dolomitmergel	110	Wie II	
		Mergelschiefer	30	Schieferton	5		
		Unt. Mergel + Dolomit	265	Unterer Dolomitmergel	230		
	Zwischenmittel II	Grünlicher Schieferton	50	Grünlicher Schiefer	55		
	<i>Anoplophora</i> -Dol.	Kalkbank, unt. Bonebed	80	Bonebed	10		
	Zwischenmittel I	Schieferton mit Faser- kalkschnüren	160	Dunkler Schieferton mit Faserkalkschnüren	180		
	Anthrakonit-Bank	Kalkiger Dolomit	80	Kalkbank	80		
Mittlere + Untere Lettenkohle 14,30 m	Oberer Pflanzen- schiefer	Mergel, Dolomit, grüne Letten	165	Sandiger Schieferton m. Sandsteinbänkchen, Pflanzenreste	122	Mittl. Lettenkohle 3,60 m	
	<i>Alberti</i> -Bank	Kalk- u. Dolomitbän- chen, unten Bonebed	55	Kalkbank	45	Wie II	
	Unterer Pflanzen- schiefer	Sandige Pflanzen- schiefer	190	Mergelige Pflanzenschie- fer, Bonebedlagen	190		
				Dunkler Schieferton	220	Unt. Lettenkohle 6,45 m	
				Blauer Kalk	16		
				Dunkler Schieferton	90	} Estherien- schiefer	
				Kalkbank	18		
				Dunkler Schieferton	43	} Untere Dolomite	
				Muschelkalkbänke	125		
				Bonebed	—	} Vitriol- schiefer	
				Mergelschiefer	35		
				Blaubank	30		
		Letten	20	Dunkler Schiefer, unten Bonebed	70		

Muschelkalk

man dies als durch irgendwelche Flutströmungen bedingte Erosion deuten. Die geschaffenen Rinnen wurden dann nachher durch diesen Sandstein ausgefüllt. Auch WAGNER (1913) nimmt bei Steinbach—Hessental Erosionsauflagerung des Sandsteins an. Danach könnten wir die stratigraphische Stellung des Hauptsandsteins einengen, indem wir zunächst einmal annehmen, der Hauptsandstein liege in den beiden Profilen stratigraphisch über den unteren Dolomiten. Die Estherienschiefer der oberen Partie der Unteren Lettenkohle sind als dunkle, teilweise fein geschichtete Schiefer mit zwischengelagerten Kalkbänken entwickelt. Man könnte sich in weiterer Verfolgung der obigen Anschauung vorstellen, daß auf so kurze Entfernung — die beiden Profile haben eine Horizontalentfernung von $9\frac{1}{2}$ km — so starke fazielle Wechsel in Richtung zum Hauptsandstein nicht eintreten könnten; handelt es sich doch höchstwahrscheinlich um im ganzen subaquatische Vorgänge. Trotz der anscheinend schönen Übereinstimmung der beiden Profile, was die ausgeschiedenen Pflanzenschiefer anbelangt, könnte der Hauptsandstein, unbeschadet seiner großen lokalen Mächtigkeit im Verhältnis zu anderen Profiltteilen, als sehr kurzperiodische Einschüttung angesehen und aus der Basis der unteren Pflanzenschiefer abgezweigt werden. Wir könnten ihn dann tatsächlich auch in Übereinstimmung mit FRANK (1928) in die Mittlere Lettenkohle stellen, wenn auch wahrscheinlich unmittelbar an ihre Basis.

Einen anderen Gedanken hat FRANK (1928) zwar nicht gerade in diesem, aber in ähnlichem Zusammenhang geäußert. Die Stelle der *Alberti*-Bank der Mittleren Lettenkohle wird im Profil gelegentlich von Hauptsandstein eingenommen. Die *Alberti*-Bank verdankt ihre Entstehung, ähnlich wie zumeist auch unsere Kalkbänke in der unteren Lettenkohle, einer Meeres- oder Brackwasseringression. FRANK (1928) hält es bei der Feinkörnigkeit des Hauptsandsteins für möglich, daß die Flutrinnen, in denen er zum Absatz kam, von der *Alberti*-Bank-Ingression gewissermaßen umgangen wurden, daß sich innerhalb der submarinen Deltastreukegel des Hauptsandsteins die Ingression also faktisch nicht auswirkte. Würden wir analog verfahren, wäre in unserem Fall der Hauptsandstein stratigraphisch der Unteren Lettenkohle zuzuschreiben, was bisher nirgends angenommen wird.

In Anbetracht der ganzen faziellen Entwicklung des Schleifrainprofiles möchte ich vorläufig bei der ersten Deutung bleiben. Es läge hier also der offenbar seltene Fall vor, daß der Hauptsandstein bis fast an die Basis von Muschelkalk herunter greift. Trotzdem läge die Hauptsandschüttung innerhalb des ganzen Profiles in der Zeit der Mittleren Lettenkohle, und es bestände dann auch hier Grund für eine natürliche Dreiteilung dieses Keuperabschnittes, der durch seine ständigen Fazieswechsel sich noch mehr einer Untergliederung widersetzt als andere Keuperstufen.

Als Orientierung über die höheren Keuperteile in den Limpurger Bergen möchte das nachfolgende Normalprofil dienen. Hierzu ist zu bemerken, daß sich QUENSTEDT (1880) und am Rande auch THÜRACH (1888/1889), dann PFEIFFER (1915), SILBER (1922) und FRANK (1929 und 1930) mit unserem Gebiet in stratigraphischer Hinsicht durch die Behandlung einzelner Profile beschäftigt haben.

Normalprofil des Mittleren Keupers der nördlichen
Limpurger Berge

Stubensandstein

16 m	Obere bunte Mergel: graue kalkige Mergel mit häufigen Kalk- und kalkigen Stein- mergelbänkchen.
20—24 m	Kieselsandstein: grober Sandstein, ähnlich Stubensandstein, vereinzelt Arko- sen, an der Basis meist stark verquarzte Sandsteinplatten (Kieselsandstein), mehrere eingeschaltete Steinmergelbänke, im mittleren Teil roter, sandiger Mergel.
30—38 m	Untere bunte Mergel: oben Lehrbergschichten, unten rote Mergel.
5—33 m	Schilfsandstein + dunkle Mergel: oben dunkelgraue Mergel, Schilfsandstein: grau-grünlicher feinkörniger Sandstein mit tonigem Bindemittel; wo Flut- fazies besonders hoch hinaufgreift, Schilfsandstein rotbraun gestreift oder vollkommen rotbraun.
bis ca. 30 m	Estherienschiefer: obere bunte Estherienschiefer schwankend je nach Aus- bildung des Schilfsandsteins; graue Estherienschiefer max. etwa 15 m, mit <i>Anatina</i> -Bank, feingebänderter Bank; untere bunte Estherienschiefer 7—14 m, mit Malachitbank.
0,3—1 m	Engelhofer Platte.
26—28 m	Mittlerer Gipschicht: farbige Mergel, nach unten grau vorherrschend, mit Gips- bänken, Steinmergelbank Q ₂ .
0,05—0,2 m	Bleiglanzbank.
ca. 15 m	Rote Mergel: nach oben graue Mergelinschaltungen, Steinmergelbank Q ₁ .
ca. 6 m	Bochinger Horizont: farbige Mergel mit Steinmergelbänken.
10—13 m	Grundgipsschichten mit Steinmergelbänken.
0,5—1 m	Grenzdolomit (<i>Myoconcha</i> -Bank, Schalch). Lettenkohle.

Über den Gipskeuper gibt FRANK (1930) die beste Zusammenstellung. Hierzu nur noch einige Bemerkungen. In den Grundgipsschichten finden sich bei Hessental, am Adelberg und bei Ottendorf gute Aufschlüsse. Es ist durchaus möglich, alle drei Profile untereinander zu parallelisieren. Damit kann die frühere Anschauung in Übereinstimmung mit FRANK widerlegt werden, daß nämlich die Grundgipsschichten unzusammenhängende Bildungen ganz lokaler Natur gewesen wären.

Die Unterteilung der Estherienschiefer läßt sich wohl durchführen, die Mächtigkeiten der einzelnen Teile scheinen jedoch sehr zu schwanken, abgesehen von den Einflüssen des Schilfsandsteins.

Für Schilfsandstein bringt die bekannten Erscheinungen ähnlich wie der Lettenkohlsandstein mit Flut- und Normalfazies (FRANK, 1929), mit Erosion tieferer Schichten und fazieller Vertretung. Sogar in dem kleinen Betrachtungsgebiet setzt die Flutfazies nicht überall im gleichen Niveau

ein und greift einmal weiter nach unten oder nach oben. Für die Erkennung der Tektonik ist der Schilfsandstein, seine Ober- und Unterkante, also nur mit Vorsicht und unter Berücksichtigung der betreffenden Profil- ausbildung darüber und darunter zu werten.

Bisher ganz unbekannt war hier das Auftreten von oberen bunten Mergeln über dem Kieselsandstein. SILBER (1922) vermutete ein Ausklingen schon im Bühlertal. Diese weniger bunten als fast einheitlich grauen Mergel erlauben erst eine sichere Trennung von Kieselsandstein und Stubensandstein, welche beide sehr ähnlich ausgebildet sind.

Der Stubensandstein reicht nicht soweit nach Norden wie bisher angenommen (s. Geol. Übersichtskarte 1929), sondern tritt nur an dem höchsten Punkt nördlich der Straße Gaildorf—Crailsheim auf.

Außer der Unterstufen-, bzw. Horizontgliederung des Keupers wurde vor allem Wert auf die Erfassung der im Arbeitsgebiet leitenden Steinmergelbänke gelegt unter der Annahme, daß sie teils größeren, teils kleineren Ingressionen zugehören und somit besonders gute tektonische Horizontierungsmöglichkeiten bieten. Für die Bleiglanzbank, die Engelhofer Platte und die Hauptlehrbergbank ist große Verbreitung erwiesen. Im einzelnen ergab sich durch Vergleichung möglichst vieler über den ganzen Arbeitsbereich verteilter Profile bei Berücksichtigung der größeren und kleineren Verwerfungen folgendes als das Wahrscheinlichste: Im oberen Teil der roten Mergel wurde verschiedentlich ein auffallendes Steinmergelbänkchen beobachtet, welches vor allem in der Gaildorfer Gegend stark quarzitisch wird (Q_1). Es hält ziemlich genau einen Abstand von 6 m von der Bleiglanzbank, so daß es lokal durchaus als Leitbank benutzt werden konnte. Die Bleiglanzbank ist häufig aufgeschlossen und meist typisch, sogar fossilführend bei Eutendorf. Im oberen Teil des mittleren Gipshorizontes tritt häufig mit den obersten Gipslagen, gelegentlich ganz durch Gips vertreten, eine quarzitische Steinmergelbank auf (Q_2). Sie ist besonders deutlich ausgebildet in der Gegend um Michelbach. Im Mittel beträgt ihr Abstand von der Bleiglanzbank 20,5 m. Die Engelhofer Platte liegt 26 bis 28 m über der Bleiglanzbank. Ein nächster Steinmergelhorizont, meist zwei Bänkchen, liegt 3 bis 5 m über der Engelhofer Platte (Malachitbank von PFEIFFER, 1915). In den grauen Estheriensichten fand sich im ganzen Kartierungsbereich ein insgesamt dunkles, auffallend gebändertes, in dünnen Lagen hell und dunkel geschichtetes Bänkchen. Es wird im allgemeinen von der Engelhofer Platte einen Abstand von 18 m haben. Die *Anatina*-Bank unterhalb dieses Bänkchens tritt so wenig hervor, daß sie für die Kartierung keine Bedeutung hatte. Die Lehrberg-schichten enthalten den Bezugshorizont, auf den in der Strukturkarte alles umgerechnet worden ist, die Hauptlehrbergbank. Der Abstand Bleiglanzbank—Hauptlehrbergbank beträgt im Durchschnitt 98 m.

Die Strukturkarte und das tektonische Bild

Die Aneroidmessungen einerseits waren, wie wir sahen, nur mit Fehlern behaftet, die in der Regel unter 5 m lagen, und für die tektonische Horizontierung andererseits lagen genügend viele Bezugshorizonte in Form von Schichtgrenzen und Leitbänken vor, die, wie es schien, konstant genug in ihrem Abstand sind, so daß besondere Korrekturen nicht notwendig

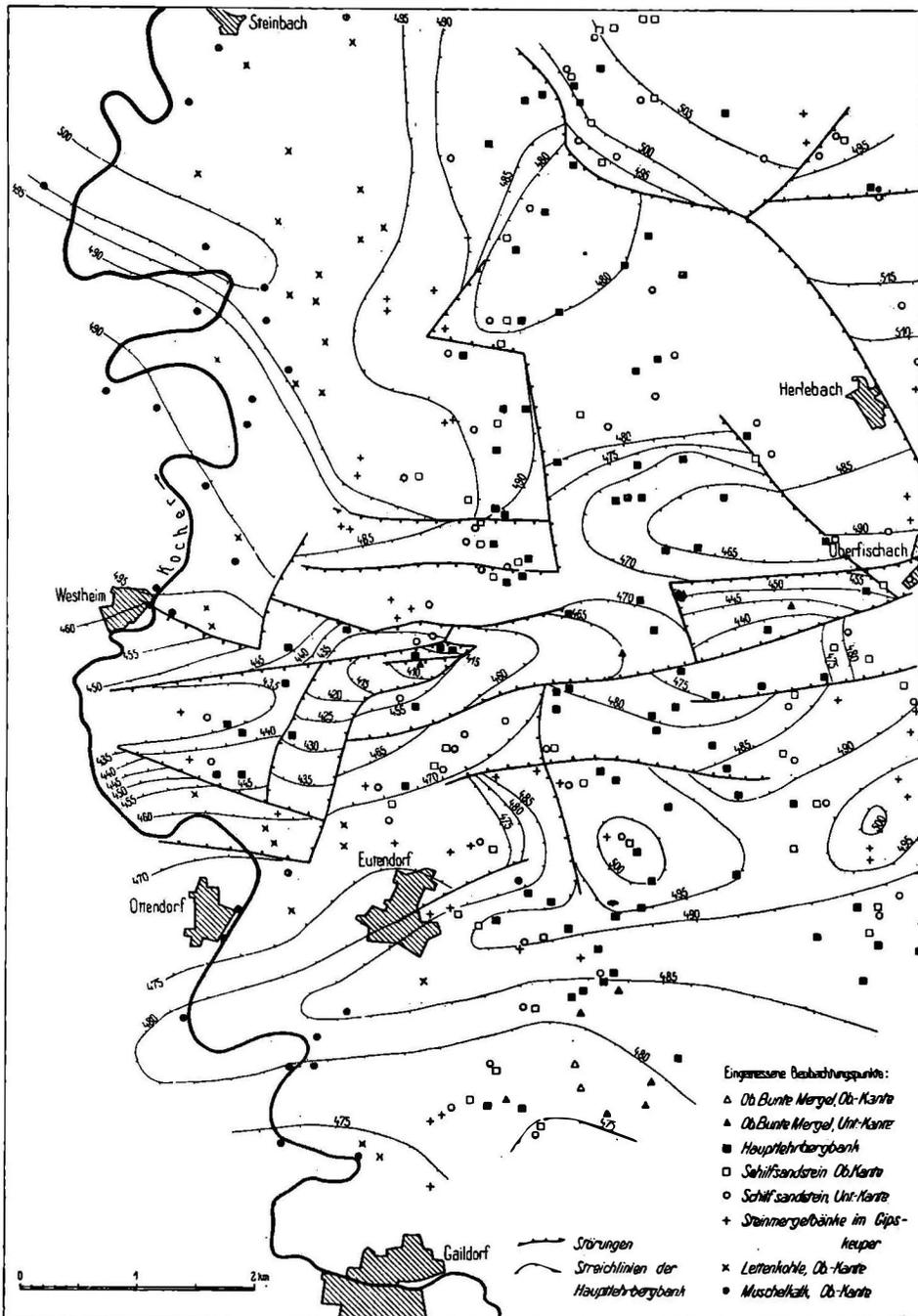


Abb. 2.

Strukturkarte der nördlichen Limpurger Berge mit Streichlinien der Hauptlehrbergbank.

waren. Es konnte also der Versuch gemacht werden, eine Streichlinienkarte von 5 zu 5 m zu entwerfen. Die einigermaßen ruhige und natürliche Linienführung, die sich ohne Zwang erreichen ließ — nur an einer Stelle ist ein Meßpunkt übergangen worden —, ist vielleicht auch Anzeichen für ausreichende Genauigkeit aller beeinflussenden Faktoren.

Die Strukturkarte (Abb. 2) zeigt als wichtigstes Ergebnis, daß die „Neckar-Kocher-Mulde“ unzweifelhaft nach Osten fortzusetzen ist, und zwar zunächst nachweislich um ca. 7 km. Sowohl der Verlauf der Streichlinien als auch Verwerfungen in dem mittleren Raum des Meßtischblattes Gaidorf drücken dies aus. Es liegt aber weder eine einfach gebaute Mulde noch ein ganz einfach gebauter Graben vor, sondern im Bereich der Struktur selbst ein Haufwerk gegeneinander verstellter, in sich schwach verbogener und gekrümmter kleiner Schollen. Wer ganz genau sein wollte, müßte dieses Gebilde als einen mehr oder weniger flachen und schmalen „Muldengraben“ bezeichnen. Nicht allein der Einfachheit halber sondern vor allem zur Herausstellung des Typischen wollen wir jedoch unsere Struktur als „Graben“ bezeichnen.

Von den Verwerfungen ist die Westheimer mit ihren 41 m Sprunghöhe schon seit langem bekannt. QUENSTEDT (1880, S. 115) sagt, „daß der obere Muschelkalk hier plötzlich einen bedeutenden Haken schlägt“, während ENDRISS (1898, S. 68) als erster dort von einer großen Verwerfung spricht. WAGNER (1913, Fußn. S. 87) bestimmt den Verwerfungsbetrag zu 40 m. Die Westheimer Verwerfung ist ferner von LANDER (1930, S. 247 und 248) behandelt und von WEINLAND eingehend beschrieben und ein Stück weit nach Westen verfolgt worden, wohin sie an Sprunghöhe abnimmt. Nach Osten verläuft sie zunächst in das Tal südlich der Ruine Buchhorn, um dann nach Norden umzuspringen, was sich in einer Reduktion der Mächtigkeit der unteren bunten Mergel zu erkennen gibt. Ihr Verlauf ist am Nordhang des Buchhorn schwer zu fassen, da sie höchstwahrscheinlich durch Gabelung lokal nur 20 m Sprunghöhe hat. Am Nordosthang des Buchhorn findet sie sich als Zerrüttungszone einwandfrei wieder. Nach Osten steigt die Sprunghöhe auf kurze Erstreckung an, um dann endgültig abzuklingen im Zusammenwirken von Schichtneigung und Ablösung durch andere Störungen. Die eigentliche Westheimer Verwerfung, die einzige aus unserem Bereich bisher weiter bekannte Störung, ist also im Streichen nur sehr kurz. Es sei bemerkt, daß WEINLAND (1933) diese Störung durch den Rücken des Buchhorn führen möchte mit schon stark reduziertem Verwerfungsbetrag. Eine zweite Störung scheint mir jedoch aus mehreren Gründen hier wahrscheinlicher.

Es würde zu weit führen, alle Störungen durch spezielle Angaben dieser Art zu belegen. Zusammenfassend sei nur gesagt, daß bei den im allgemeinen kleinen Verwerfungsbeträgen und dem vorwiegend bewaldeten Gelände eine Festlegung der Verwerfungen durch unmittelbare Kartierung meist nicht möglich war. Fast alle angegebenen Verwerfungen sind eine Kombination aus unmittelbar im Gelände an einigen Stellen beobachtbaren Anzeichen, aus tektonischen Höhenbestimmungen der Nachbarschaft und dem Verlauf bzw. der Tendenz im Fallen und Streichen der Streichkurven. Die in Abb. 2 verzeichneten Meßpunkte stellen (s. o.) nur einen Teil der gesamten Geländebeobachtungen dar. Sie sind also nur ein sehr bedingtes Maß für die Sicherheit oder Unsicherheit der angegebenen Stö-

rungen.¹⁾ Verwerfungen wurden nur dort eingetragen, wo wirklich genügend Gründe vorzuliegen schienen. Sonst wurden die tektonischen Niveauunterschiede lediglich durch den Verlauf der Streichkurven angegeben.

Über das Einfallen der Störungen ist leider nichts Sicheres auszusagen. WEINLAND (1933, S. 52) hält nach Kluffbeobachtungen ein südliches Einfallen der Westheimer Verwerfung mit 65 bis 70° für wahrscheinlich, also ein Einfallen zum Graben hin. Dies entspricht durchaus der gesamten tektonischen Erscheinungsform der Struktur. Erwähnt sei, daß diese Störung in bezug auf den Grabenrand antithetisch ist; denn die hochgelegene Muschelkalkplatte steigt zum Graben hin an, wie mehrere Beobachtungen zeigen. Die Mehrzahl der Störungen dürfte jedoch synthetisch sein. Nur im Osten findet sich diese Erscheinung noch einmal. Die Winkelbeträge dieser Antithese sind jedoch entsprechend den ganzen Dimensionen der Tektonik sehr klein.

Was die Streichrichtungen anbelangt, so sind zwei Hauptrichtungen zu bemerken, eine ost—westliche und eine nord—südliche, die beide nur sehr freizügig eingehalten werden. Die Nordbegrenzung ist sehr unregelmäßig, beide Richtungen haben daran Anteil. Im Westen stellt sich ein schmaler, im Osten ein breiterer Quergraben ein. Die Durchbildung der Tiefenrinne selbst schwankt innerhalb der gegebenen Proportionen sehr.

In Anordnung, Verteilung und Häufigkeit der Störungen ist unsere verlängerte Neckar-Kocher-Zone gegenüber ihrem nördlichen und südlichen Vorland entschieden bevorzugt.

Die Streichlinien lassen einige schwache Schichtverbiegungen erkennen, wie sich überhaupt die Streichlinien für die Darstellung so schwacher Tektonik außerordentlich gut eignen. Vom Süden steigen die Werte von 475 m um 25 m zum Maximum bei ca. 500 m an. Sie fallen in verschiedener Weise allmählich nach Norden zum Graben hin ab. SCHEU (1909, S. 392/393) hat wohl als erster diese „Antiklinale“ einigermaßen richtig erkannt. Im Norden werden zwei Maxima erreicht, von denen das westliche bis etwa 500 m führt und das östliche über 515 m erreicht. Wegen weiterer Einzelheiten sei auf die Karte verwiesen.

Fassen wir den Gesamteindruck des eingehend aufgenommenen Strukturbildes zusammen, so stellen wir fest, daß ein Graben und nicht eine Mulde als Hauptstruktur vorliegt, die sich trotz unregelmäßiger Begrenzung als Störungszone von ihrem nördlichen und südlichen Vorland abhebt. Wir vermuten, daß die Bezeichnung „Gaben“ auf die gesamte Struktur ausgedehnt werden darf. Im folgenden wird also an die Stelle von „Neckar-Jagst-Mulde“ die Bezeichnung „Neckar-Jagst-Graben“ gesetzt. Es sind mehrere Störungen aufgefunden worden mit im Durchschnitt geringen Sprunghöhen. (Störungen unter 10 m Sprunghöhe sind im allgemeinen nicht berücksichtigt.) Es fällt auf, daß trotz der langen streichenden Erstreckung der Struktur, also durchaus scharfer Orientierung des gesamten tektonischen Beanspruchungsplanes, die Richtung der Störungen im einzelnen stark schwanken. Je kleiner offenbar die Störungsbeträge sind, je kürzer eine Störung im Streichen ist, um so ungebun-

¹⁾ Und doch ist es bedauerlich, daß sehr viele Streichlinienkarten keinen Anhalt über die Beobachtungsdichte geben.

dener an die Generalrichtung kann sie verlaufen; denn andere, ebenso geartete können kompensierend wirken. Ihre Summenwirkung gibt dann doch das aufgezwungene Generalstreichen.

Die Morphologie und der tektonische Graben

Morphologisch macht sich unser Graben je nach seinem aufgeschlossenen geologischen Niveau bemerkbar. Auf dem Kieselsandsteinplateau der Limpurger Berge bedingt er eine flache Eintiefung. Die gegen Kieselsandstein anliegenden, versenkten oberen bunten Mergel konnten leichter ausgeräumt werden als der Sandstein. Im Bereich des Kochertales und im Fischachtal jedoch, in welchem das allgemeine morphologische Relief tiefer ist, liegt im Bereich der tektonischen Eintiefung ein Rücken. Im Buchhorn und Adelberg sowie im Schneitberg springt unser Kieselsandstein-Plateau weit in das Kochertal vor. Auf der anderen Kocherseite kommt ihm der Steinbühl entgegen, und im Fischachtal springt der Kieselsandstein im Grabenbereich ebenfalls weiter vor als sonst. Es liegt typische Reliefumkehr vor.

B. Regionales

Zur östlichen Fortsetzung des Grabens

Nun wollen wir die spezielle Betrachtung unserer Störungszone verlassen und uns nochmals der Einordnung in das große Bild zuwenden. Daß der Neckar-Kocher-Graben bis zur Fischach weiterstreicht, ist jetzt erwiesen. FRANK (1932) führt einige triftige Gründe für die Verlängerung bis über die Jagst hinaus an. Gehen wir von den obigen morphologischen Betrachtungen aus, so glauben auch wir Anzeichen für eine Verlängerung des Grabens sehen zu können, und zwar in der ost-westlichen Erstreckung der Kieselsandsteinhöhen zwischen Gründelhard und Untersontheim, in den Kieselsandsteinrücken westsüdwestlich und östlich Jagstheim. Die genannten Punkte liegen auf genau derselben Linie, die FRANK (1932) schon mit anderer Begründung gezogen hat. An einem Neckar-Jagst-Graben möchten wir also nicht mehr zweifeln. Die 48 km lange kartierte Neckar-Kocher-Mulde kann also um weitere 22 km verlängert werden, so daß wir eine Struktur haben, die trotz der Bescheidenheit der Tektonik im Speziellen über 70 km im Streichen hat und die insofern ein größeres Interesse beanspruchen darf.

Eine Darstellung der Fränkischen Furche und des Neckar-Jagst-Grabens nach dem neuesten Stand gibt Abb. 1. Entsprechend den WEINLAND'schen Ergebnissen darf die Fränkische Furche nicht in die Löwensteiner Berge verlängert werden. Die Pleidelsheimer Mulde am Neckar muß als Teil des Neckar-Jagst-Grabens angesehen werden, die Jura-Vorkommen des Mainhardter Waldes liegen weniger in einer schwäbisch streichenden Furche als in einem NW—SE streichenden Tiefgebiet. Als Verdienst von FRANK bleibt die Betonung der tektonischen Tieflage.

Über das Alter der Tektonik

Der Gedanke, den verschiedenen beobachteten Verwerfungsrichtungen ein unterschiedliches Alter beizumessen, liegt zunächst nahe, jedoch findet sich, wenn auch die ost-westliche Richtung naturgemäß viel häufiger

ist, innerhalb des Verwerfungsbildes selbst kein Anzeichen für eine Altersunterscheidung. Für die Beurteilung des Alters der Tektonik steht auch keine junge transgredierende Bedeckung von Tertiär oder höchstem Mesozoikum zur Verfügung. So wurden als Ersatz hierfür bislang Gesichtspunkte aus der Morphologie, Aufschotterung der Flüsse — in unserem Falle des Kochers — u. a. m. zu Hilfe genommen. FRANK (1932) hält tertiären Beginn der Entstehung unseres Grabens für wahrscheinlich und nimmt Weiterleben der Tektonik bis zum Diluvium, vielleicht bis heute, an. WAGNER (1929) bezeichnet die Westheimer Verwerfung, also einen Teil unseres Grabens, als „jung“ und meint, der Kocher habe sie „mindestens zum großen Teil“ miterlebt. Ich glaube, WAGNER recht zu verstehen, wenn ich für die Bezeichnung „jung“ im Zusammenhang mit seinen sonstigen Ausführungen über dieses Gebiet im wesentlichen „diluvial“ setze. Aus der Reaktion des Gewässernetzes auf die Mulde ergibt es sich nach WEINLAND (1933, S. 101), „daß das Alter derselben jung, und zwar diluvial ist“.

Man kann also nach verschiedenen Methoden eine Altersbestimmung in unserem Gebiet doch versuchen. Hier sei eine bisher noch nicht eingeschlagene bevorzugt, nämlich eine Diskussion und Alters-Auswertung der Reliefumkehr im Zusammenhang mit dem Kochertal.

Der Kiesel sandstein springt beiderseits im Bereich des Grabens weit in das Kochertal herein und bildet eine Einschnürung des sonst breiten Talgebietes. Wir können also mit Fug und Recht annehmen, daß sich der Graben schon in einer Zeit gebildet hat, in welcher die Platte des Kiesel sandsteins durch die Erosion im Kochertal noch unverritz war. Sie hätte ja sonst nicht mehr in das Kochertal einbrechen können. Heute fließt aber der Kocher nördlich und südlich des Grabens im Muschelkalk. Als Schichtdicke des Keupers zwischen Muschelkalk-Oberfläche und Kiesel sandstein-Oberfläche haben wir 175 m in der Gaildorfer Gegend bestimmt. Als Gesamtgrabentiefe haben sich im Kochertal südlich Westheim minimal 65 m ergeben. Der Kocher floß also, wenn wir die heutige mittlere Eintiefung in dem Muschelkalk nur mit 10 m ansetzen, vor der Absenkung des Kiesel sandsteins um allermindestens 250 m höher als heute. Nun können wir wohl kaum annehmen, daß sich die tektonische Verlagerung gewissermaßen in letzter Stunde vor Zerstörung der Kiesel sandsteinplatte abspielte; wir müssen also einen gewissen individuellen „Sicherheitsfaktor“ zulassen. Je nach dem, wie wir ihn wählen, lag das Kocherbett vor Eintritt der Grabentektonik um $(250 + a)$ m höher als heute, mit anderen Worten, es lag ziemlich sicher mindestens im Stubensandstein.

Einen ähnlichen Zahlenwert (200 bis 300 m höher als heute) erwähnt WAGNER (1919, S. 84) vom Kocher bei Künzelsau in einem vermuteten pliozänen Stadium.

Nehmen wir an, das Kocherbett lag im Stubensandstein. Was für ein geologisch-morphologisches Bild mögen in jener damaligen Zeit die Limpurger Berge geboten haben? Wir begeben uns am besten in die Gebiete, in denen sich heute noch Verwandtes vorfindet, nämlich weiter nach Süden im Schwäbischen Schichtstufenland. Überall dort, wo Rems, Kocher, Jagst im Stubensandstein fließen, liegt auf den begleitenden Höhen Lias (Geol. Übersichtskarte. 1929). Das Jura vorland wäre demnach für jenes Frühstadium um etwa 25 km nach Norden zu verlegen. Damit rückt aber

auch der eigentliche Albtrauf nach Norden. Mindestens der heutige Welzheimer Wald mag damals noch im Bereich anstehenden Weißjuras gelegen haben.

Nun liegt ein Vergleich mit dem Scharnhäuser Vulkanschlot bei Stuttgart nahe. Stellt dieser doch eine gewisse Zeitmarke dar. Das Zurückweichen des Weißjura-Stufenrandes um 23 km ist eine Mindestleistung für die Zeit seit dem Obermiozän, ähnlich wie die Erhöhung des Kocherbettes um $250 + 30$ oder 40 m eine Mindestgröße darstellt und damit indirekt ein gedankliches Mindestmaß an Nordverschiebung des Albtraufs.

Es sollen nicht alle Fragen erörtert werden, welche bei dieser Art der Altersbestimmung nunmehr mitsprechen könnten, wie z. B. die möglichen verschiedenen Erosions-Energien von Neckar und Kocher oder die besondere tektonische Lage von Scharnhäuser im Bereich der Fildernscholle oder der Wechsel der Erosionsgeschwindigkeit in der seit dem Obermiozän vergangenen Zeit infolge möglicher großtektonischer Vorgänge; schließlich sogar, ob wir überhaupt berechtigt sind, hier im Grenzgebiet Donau—Rhein, wo gegenlaufende Nebentäler allenthalben auf Unausgeglichenheit der rheinischen Entwässerung hinweisen, von einem Kocherbett in fast 300 m höherem Niveau zu sprechen. Es ist nicht ganz unwahrscheinlich, daß zu dieser Zeit hier überhaupt noch eine Urbrenz zur Donau entwässerte.

Durch die bisher gegebene Darstellung und den Vergleich mit Scharnhäuser scheint immerhin soviel erwiesen zu sein, daß die Tektonik des Neckar-Jagst-Grabens nicht so sehr jugendlich sein kann, wie dies auf den ersten Augenblick scheinen mag, daß das Schwerkraft der Entstehung der beobachteten Spezialtektonik, altersmäßig gesehen, nicht im Diluvium liegen kann, sondern eher im Pliozän oder vielleicht sogar im höheren Miozän. Man darf sich durch das jugendliche Aussehen der Westheimer Verwerfungen nicht irreführen lassen. Daß sie sich im Flußcharakter, im Flußgefälle, in den beobachtbaren diluvialen Schottern sowie in der Morphologie deutlich bemerkbar macht, ist fast genau so mit der Annahme zu deuten, daß der Kocher innerhalb seines Gesamtlaufes noch nicht ausgeglichen ist. Ob dies nun von Bewegungen seiner Erosionsbasis oder eines Teiles seines Entwässerungsgebietes herrührt, sei hier nicht weiter diskutiert. Solange der Fluß noch über ins Gewicht fallende Erosionsenergien verfügt, werden Unstetigkeiten, wie sie die Westheimer Verwerfung darstellt, wo plötzlich eine Mauer von Muschelkalk quer zum Flußlauf steht, auch wenn sie relativ alt sind, immer wieder herausmodelliert werden.

Auf Grund ganz anderer Gedankengänge kommt A. SCHMIDT (1922, S. 33) zu dem Schluß, daß zu Beginn der Diluvialzeit Löwensteiner Berge und Mainhardter Wald mit Weißjura gekrönte Vorpostenberge der Schwäbischen Alb gewesen sein mögen. Das bedeutet, daß damals der Welzheimer Wald auch nach SCHMIDT'S Auffassung noch zur geschlossenen Albfläche gehört hätte. Es ist dies von einem ganz anderen Ausgangspunkt her ein ähnliches Resultat, das unsere Anschauung vom vordiluvialen Alter der Tektonik stützt.

Noch einige andere Hinweise, welche die Stichhaltigkeit der Schlüsse, welche wir aus der Reliefumkehr gezogen haben, erhärten: Ein sehr wertvoller Gedanke von FRANK (1932) sei zunächst angeführt. Er erwähnt, daß

die Backnanger Bucht kräftigen Löß führt, daß also die Abtragung des Keupers auf dem Rücken des Schildes von Zwingelhausen, der dem Neckar-Jagst-Graben in seinem westlichen Teil unmittelbar südlich angelegt ist, schon vor dessen Ablagerung erfolgt sein muß. Auch die Muschelkalk-Oberfläche nördlich Westheim ist von Löß bedeckt. Leider wurde versäumt, den Löß auf Zonengliederung, Verwitterungsschichten u. dgl. zu prüfen. Es wurde nur tiefgründige Verlehmung festgestellt; in keinem beobachteten Aufschluß trat mehr ursprünglicher Löß zu Tage. Es fanden sich überall Lößkindel und an der Oberfläche eine Streu von Eisenhydroxydkügelchen als Verwitterungsprodukten. Nehmen wir Rißeiszeitalter an, dann muß die Muschelkalk-Oberfläche allerspätestens gegen Ende des Mindel-Riß-Interglazials entblößt gewesen sein. Also möglicherweise nur ein Teil dieses längsten Interglazials kommt für eine Mitwirkung an der Abtragung in Frage. Kurz, die Wahrscheinlichkeit, daß unsere ca. 300 m dicke Gesteinshülle im Diluvium abgetragen worden ist, ist auch bei dieser Betrachtungsweise mehr als gering.

Daß im Bereich des Muschelkalkes zwischen Westheim und Steinbach vier Terrassen mit großer Wahrscheinlichkeit nachweisbar sind, sei nur kurz erwähnt. Von diesen enthält die oberste fast nur noch Material aus Sandstein, Feuerstein u. dgl., jedenfalls sehr merklich weniger kalkige Komponenten als die tieferen, obwohl der kalkliefernde Weißjura doch damals viel näher war. Ohne die Verwitterung der Schotter müßte das Verhältnis gerade umgekehrt sein wie heute. Die hohen Schotter, welche der Muschelkalk-Hochfläche etwa aufliegen, sind also gemäß ihrem hohen Verwitterungsgrad wahrscheinlich altdiluvial. Zu jener Zeit hätte somit der Kocher mit seinem Flußbett den Muschelkalk gerade erreicht gehabt. Die ganze Eintiefung vom Stubensandstein herunter, den wir als Mindestniveau für den Kocher vor dem Entstehen des Grabens angenommen hatten, liegt vorher. Also auch diese Betrachtung führt mindestens ins Pliozän.

Von den vier wahrscheinlich vorhandenen Terrassen haben sich im Keupergebiet südlich der Westheimer Verwerfung bis in die Gegend von Gaidorf drei erhalten. Sie sind ohne Gefällsknick, bedingt etwa durch eine junge Westheimer Verwerfung, in entsprechende Schotterstücke im Muschelkalktal zu verlängern. Auch hier können wir also keine jungtektonischen Einflüsse feststellen.

Von allgemeinem Interesse dürfte es sein, daß sich auf Grund der obigen Überlegungen ergeben hat, daß in unserem Gebietsteil eine diluviale Abtragung von insgesamt 300 m sehr unwahrscheinlich ist.

Über die möglichen Ursachen der Grabentektonik

Vergegenwärtigen wir uns zunächst die Dimensionen des Grabens: Seine Breite schwankt zwischen 1 und 3 km, die minimale Versenkung liegt bei ca. 25 m, die erreichte maximale bei ca. 90 m. WEINLAND (1933, S. 101) gibt für den westlichen, von ihm untersuchten Teil 1,5 bis 3,5 km an und eine maximale Eintiefung von 115 m, also ähnliche Werte. Das Erstaunliche ist, daß diese kleine unbedeutende „Runzel“ auf ca. 70 km zu verfolgen ist. Abb. 3 stellt einen Querschnitt durch den tiefsten Graben-

teil östlich des Kochers dar und einen benachbarten Schnitt westlich des Kochers.

Wenn es sich auch um ganz andere Dimensionen handelt, so sei doch ein Vergleich mit dem Rheintal durchgeführt. Nehmen wir für das Rheintal zwischen Basel und Mainz als Längenerstreckung 280 km, als Durchschnittsbreite des Grabenkerns 40 km und als mittlere Eintiefung 4 km, dagegen für unsere Struktur als Längenerstreckung 70 km, als Durchschnittsbreite des Grabenkerns 2 km und als mittlere Eintiefung 0,075 km, so ergeben sich, bezogen auf die Eintiefung, folgende Proportionen:

Rheintalgraben 1: 10: 70,

Kocher-Jagst-Graben 1: 27: 933.

Was Eintiefung und Breite anbelangt, so liegen beide Verhältnisse nicht allzuweit auseinander; der Kocher-Jagst-Graben ist jedoch im Verhältnis um mehr als 10 mal länger.

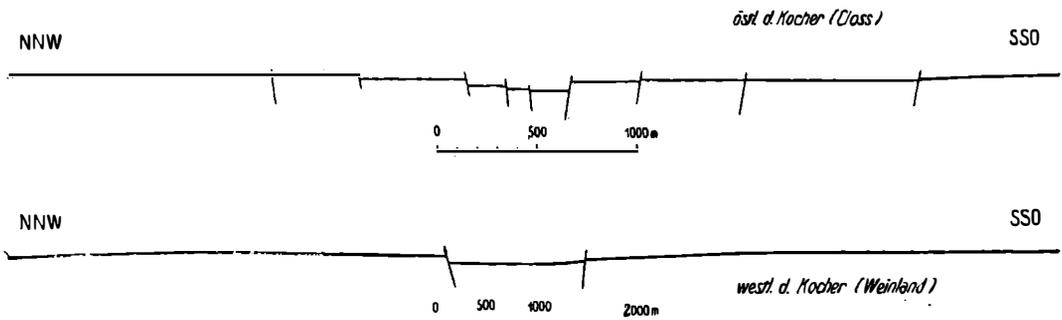


Abb. 3.

Strukturprofile des Neckar-Jagst-Grabens beiderseits des Kochers bei Westheim.

Aus der relativen Häufigkeit der Störungen und ihrer geringen mittleren Sprunghöhe sind wir in unserem Falle wohl berechtigt, auf geringe tektonische Beanspruchung, wahrscheinlich aber auch auf geringe Elastizität und Righeit des anstehenden Gesteinsmaterials zu schließen.

Über die Ursachen des Neckar-Jagst-Grabens ist es schwer, Sicheres auszusagen. Diese Struktur liegt ebenso wie die Fränkische Furche innerhalb eines noch nicht genügend speziell durchgearbeiteten Gebietes. Es ist zwar nicht sehr wahrscheinlich, aber doch nicht sicher bekannt, ob sich nicht im Süden oder Norden noch mehrere derartige Strukturen finden. Wenn wir uns im folgenden trotzdem kurz mit den möglichen Ursachen auseinandersetzen wollen, so haben diese Äußerungen nur sehr hypothetischen Charakter und sollen in erster Linie als eine gewisse Anregung für die Weiteraufnahme dieses und des umliegenden Gebietes dienen. Wir nehmen also an, daß derartige Bildungen weder weiter im Süden noch weiter im Norden vorhanden sind. Wie oben schon angedeutet, ist diese Annahme vielleicht nicht ganz unbegründet.

Unser speziell kartierter Strukturteil hat durchaus das Bild eines Grabens ergeben; es ist also ziemlich sicher, daß für die ganze Struktur

Zerrungsvorgänge maßgebend waren. Die vereinzeltete Bildung bei Ellenweiler, jene Muschelkalkkuppel, welche nach WEINLAND emporgepreßt wurde, ist vorläufig völlig rätselhaft; sie kann jedoch die Annahme, daß Zerrungsvorgänge dominiert waren, nicht beeinträchtigen. Wir vermuten auch eine ähnliche Ursache für die Fränkische Furche.

Da für eine generelle horizontale weitspannige Gesamtdehnung der Süddeutschen Scholle dieser Gegend keine weiteren Anhaltspunkte vorliegen und die Störungsbeträge gering sind bei relativ beschränkter Breite der Struktur, wurde sie schon mehrfach mit Aufwölbungen und Biegebeanspruchungen in Beziehung gebracht. Tumorbildung ist durchaus von Zerrung der Hülle begleitet, aber sie müßte hier von sehr erheblichen Dimensionen sein, um eine 70 km lange und dazuhin geradlinig verlaufende Zerreißen zu bewirken. Die Fränkische Furche durchzieht den ganzen Südteil des Fränkischen Schildes und reicht beiderseits noch etwas über ihn hinaus (s. Abb. 1). Die Aufwölbung dieses Schildes kann also wohl kaum als Ursache für das Aufreißen der Furche angenommen werden, und der Neckar-Jagst-Graben ist gar nicht an eine große einheitliche Auf-

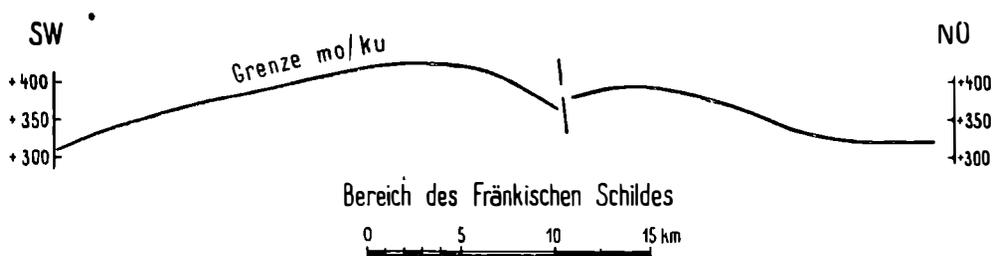


Abb. 4.

Diagramm der Tiefenlinie der Fränkischen Furche (nach LANDER); 40fach überhöht.

wölbung gebunden, er liegt außerhalb jeder tumorartigen Großstruktur. Die Ähnlichkeit der beiden tektonischen Bilder und ihre unmittelbare Nachbarschaft legt den Gedanken an ähnliche Ursachen zugrunde.

Daß die Entstehung des Fränkischen Schildes und die Bildung der Fränkischen Furche zwei voneinander genetisch unabhängige Vorgänge gewesen sein müssen, erschen wir auch daraus, daß die Tiefenlinie der Furche im Streichen weitgehend das Bild des Fränkischen Schildes widerspiegelt (s. Abb. 4). LANDER schreibt (S. 245): „Die Tiefenlinie klettert bis zu einem gewissen Grad mit hinauf auf die Höhe des Fränkischen Schildes, um sich auf der anderen Seite wieder zu senken.“ Wäre sie entstanden infolge von Zerrung bei der Bildung des Schildes, so müßte mit zunehmender Wölbungshöhe die Verwerfungstiefe zunehmen und müßte zu den Schildrändern hin kleiner werden. Entweder ist also die Fränkische Furche Folge einer späteren Zerrung aus anderen Gründen, dann spiegelt sie bei im großen und ganzen gleichbleibender Verwerfungstiefe die Buckelung des Fränkischen Schildes wider, oder die Furche ist vorher entstanden und wurde dann eben mitgewölbt. Das letztere ist fast wahrscheinlicher (s. weiter unten).

Wir sahen bei unserer Spezialaufnahme, daß nur ein verhältnismäßig schmaler Geländestreifen durch Häufung von Verwerfungen ausgezeichnet war. Wenn wir von hier aus verallgemeinern dürfen, so muß auch ein entsprechend schmales Beanspruchungsfeld bestanden haben, da wir der Gesteinshülle ja keine allzu große Elastizität zubilligen können. Ich sehe kaum eine andere Möglichkeit für sein Zustandekommen als Vorgänge, die sich an Schollenkipplinien oder -kanten abspielen. Sie sind wohl auch die beste Erklärung für das lange, fast mit dem Lineal gezogene streichende Durchhalten.

Die regionale Stellung des Neckar-Jagst-Grabens in seinem westlichen Teil ist in diesem Zusammenhang wohl am aufschlußreichsten. Er sitzt, wie auch schon FRANK (1932) ausgeführt hat, dem schwäbisch-fränkischen Sattel WAGNER'S (1929) unmittelbar auf; der Schild von Zwingelhausen schließt im Süden mit seinen höchsten Werten an, und der Rücken von Klein-Aspach liegt unmittelbar im Norden. Auch in der östlich anschließenden, die Fränkische Mulde und das Schwäbisch-bayrische Becken verbindenden Schichtlagerungsmulde steigen die Schichten zur Grabenstruktur an, wie WEINLAND im nördlichen Teil (80 m auf 5 km) besonders klar darstellt. Der fränkisch-schwäbische Sattel ist also auch hier grundsätzlich vorhanden und erkennbar. Im Sinne unserer Anschauung wäre die beste Erklärung für den schwäbisch-fränkischen Sattel ein Abbiegen, bzw. Abknicken der Schichten beiderseits einer Kippungslinie, die durch die Firstlinie dieses Sattels gegeben ist. Bei diesem Biege- bzw. Knickvorgang riß der „Sattel“ entlang seiner Scheitellinie auf. So würden sich auch zwanglos die Hauptmaxima des Streichlinienplanes zu beiden Seiten des Grabens erklären. Die Bildung des schwäbisch-fränkischen Sattels und des Firstgrabens fielen also in denselben tektonischen Vorgang.

In der Kocherregion liegt nördlich der Struktur eine Kulmination wohl etwa bei Bibersfeld, eine andere südlich von ihr bei Ottendorf bzw. Eutendorf. In gewissem Sinne hatten wir oben die Westheimer Verwerfung und verwandte Erscheinungen als antithetisch bezeichnet. Rudimente des schwäbisch-fränkischen Sattels finden wir also auch hier, Rudimente aber nur deshalb, weil der Fränkische Schild vom Norden her beeinflussend eingreift. Handelt es sich hier um eine primäre oder sekundäre Erscheinung bzw. Verwischung des Bildes des schwäbisch-fränkischen Sattels? Dies ist an dem heutigen Bild nicht ohne weiteres abzulesen; denn es stellt ja eine Summe von verschiedensten Vorgängen dar.

Bei dem Versuch einer teilweisen Aufgliederung bzw. Zerlegung des Schichtlagerungsplanes, wie ihn WAGNER gegeben hat, nach einer zeitlichen Abfolge müssen wir uns auf sehr schwankenden Boden begeben; denn weder eine Reihenfolge der tektonischen-epirogenetischen Bewegungen ist trotz mancher Ansätze hierzu bisher sicher, noch viel weniger liegt eine zeitliche Gliederung vor. Es hat dies seinen Grund in der mangelnden Bedeckung durch geeignete jüngere Sedimente. Wenn so die Natur den normalen Weg der sicheren Trennung von Vorgängen versperrt, muß nach anderen Mitteln gesucht werden. Ist der zuerst angedeutete Arbeitsgang der Errückung von Unbekanntem mit genügend vielen Bestimmungsgleichungen zu vergleichen, so entspricht der zweite der in der Praxis nicht selten durchgeführten Errückung unter Zuhilfenahme ergänzender wahrscheinlicher Annahmen bei nicht voll ausreichenden Bestimmungsgleichungen.

Auch dieser Weg kann zu plausiblen Lösungen führen. Es ist nur notwendig, sich der Unsicherheit bewußt zu sein. Im folgenden können die auftauchenden Fragen nicht erschöpfend behandelt, sondern nur angeschnitten werden.

Eine solche Hauptfrage ist die nach dem möglichen Mindestalter des Fränkischen Schildes, wie er sich heute bietet.

Wie die Betrachtung des „Riesbarre“ an Hand der vorliegenden Literatur und eigenen Untersuchungen durch DONN (1937) zeigt, was auch ROLL (1940) bestätigt, ist sie eine Struktur mit alter Geschichte. Ihr Hauptcharakteristikum ist die sich immer wieder durchsetzende positive epirogenetische Tendenz, sei es im Muschelkalk als Gammesfelder Barre, sei es im Keuper, im Lias, im Weißen Jura oder sogar heutigentags. Etwa im Bereich dieser „Riesbarre“ springt heute, wie DONN zeigt, das Einzugsgebiet der Donau auffallend weit in das Rheinsystem nach Norden vor, und zwar nicht, wie angenommen werden könnte, infolge Einsenkung, sondern wahrscheinlich infolge jüngster Hebung. ROLL unterstreicht das besondere Eigenleben der Riesbarre sehr treffend, indem er darauf aufmerksam macht, daß sie in der älteren Zeit Anhang der Vindelizischen Schwelle ist und später als diese zur Mulde wird, sich an die Mitteldeutsche Schwelle anlehnt. Der heutige Fränkische Schild ist eine der mannigfachen Gestalten dieser Riesbarre.

Danach läge nichts näher, als den Fränkischen Schild und sein Werden zu dem heutigen Bild in eine relativ alte Phase zu verlegen. Für eine „technologische Altersbestimmung“ unseres schwäbisch-fränkischen Sattels und seines Firstgrabens wäre dann keine besondere Zeiteinschränkung möglich. Man könnte sich sogar soweit versteigen anzunehmen, daß der heutige Fränkische Schild gewissermaßen eine wieder freigelegte, von der Natur selbst ausgegrabene alte Struktur sei. Sehen wir jedoch etwas näher zu:

Der Neckar mag in seiner allerersten Anlage ins ältere Tertiär reichen; dennoch ist das heutige Neckar-System nach der allgemein verbreiteten Anschauung jung. Welche Wandlungen unsere Landschaft im Tertiär durchgemacht hat, ist noch nicht geklärt. WILSER spricht (1929) von einer miozänen Verebnung im Zusammenhang mit dem Studium der Entwicklungsstadien des Rheintalgrabens und seiner Randgebiete im Tertiär, SALOMON (1919, 1924) stellt die Bedeutung einer pliozänen Verebnung heraus, und andere bringen Gründe für ein schon sehr frühes Bestehen des Stufenlandcharakters bei. Die Bekanntgabe der wissenschaftlichen Ergebnisse der vielen Erdölbohrungen im Rheintalgraben werden manche Beweise für die eine oder andere Anschauung liefern, da seine Sedimentfüllung in manchem ein Spiegelbild der tektonischen Entwicklung seiner Randgebiete ist. Das eine scheint jedoch nach dem bisher Bekannten sicher, daß im Pliozän Hebungsvorgänge in den Randgebieten des Rheintalgrabens stattgefunden haben müssen, die für die Ausgestaltung von benachbarter Morphologie und Neckarsystem wahrscheinlich ganz besonders bestimmend gewesen sein müssen.

Hebungen auch der burdigalen Küstenlinie der Alb, die bis heute mehrere 100 m betragen, sind ebenfalls bekannt und fallen zu einem großen Teil in jene Zeit.

Geht man von einer miozänen Verebnung aus, so hätte mit der Zerstörung einer solchen Landschaft das Flußsystem Gelegenheit gehabt, wenn auch damals nicht morphologischen, sondern nur tektonischen Beulen, wie dem Fränkischen Schild oder dem Odenwaldschild, aus dem Wege zu gehen, also sie in gewisser Weise in der neuen Flußanlage abzubilden. Dies ist nicht der Fall: Der Neckar fließt auf den Südteil des Odenwaldes, statt die Kraichgauenke zu benutzen, und Kocher und Jagst fließen auf den Fränkischen Schild. War also keine miozäne Verebnung vorhanden, so daß den Flüssen eine pliozäne Talverlegungsmöglichkeit deshalb fehlte, weil sie in der Landschaft zu sehr verankert waren? Oder aber sind diese Schilde jünger als eine ebenfalls jung festgelegte Grundgestalt des Flußnetzes? Einmal finden sich im Miozän des Rheintals weniger grobe Bestandteile als im unteren Oligozän oder Pliozän-Diluvium, was zugunsten einer gewissen miozänen Verebnung spricht, zum anderen wird die Jugendlichkeit des heutigen Odenwaldschildes vielfach in der Literatur betont. Wenn auch die Gründe nicht völlig stichhaltig sind, so können wir also auf diesem Wege doch ein jüngerer Alter des heutigen Bildes des Fränkischen Schildes für nicht ganz unwahrscheinlich halten, eine Entstehungszeit, die jünger ist als ein etwa im Pliozän sich verankerndes Flußnetz.

In diesem Zusammenhang sei kurz darauf hingewiesen, daß der Fränkische Schild deutlich NW—SE streicht, ebenso wie die schon des öfteren erwähnte Muldenverbindung von Fränkischer Mulde zu Schwäbisch-bayrischem Becken. Dies wird besonders deutlich, wenn wir die frühere Darstellung von WAGNER auf den neuesten Stand nach der WEINLAND'schen Aufnahme bringen (s. auch FRANK, 1932). Nach Norden ist diese Einmündung aus dem Mainhardter Wald vermutlich noch bis über Weinsberg hinaus zu verfolgen. Die NW—SE gerichtete Tektonik hat bei Cannstatt, wenn auch in etwas flacherer Richtung, einwandfrei nachgewiesene, starke diluviale Nachklänge.

Es finden sich also Anhaltspunkte für Jugendlichkeit oder zumindest jugendliches Aufleben der NW—SE-Richtung (Riesbarre, DORN). Lokale ENE streichende Beanspruchung, wie wir sie für den Neckar-Jagst-Graben benötigen, entsteht hierbei nicht.

Man kann nun weiter kombinieren. Die mir am nächsten liegende Vorstellung ist für den Norden die folgende: Nach einer vielleicht unter- bis mittelmiozänen Tieflage und anschließendem allgemeinem Aufsteigen im jüngeren Miozän und im Pliozän sind zwei besondere tektonische Vorgänge auseinanderzuhalten: ein relatives Absinken bzw. Abkippen des Gebietes der heutigen Fränkischen Mulde und des Fränkischen Schildes gegenüber dem Süden und gleichzeitige Bildung des Neckar-Jagst-Grabens, hierauf spätere Differenzierung des relativ gesunkenen Teils durch Untergliederung der Fränkischen Mulde in NW—SE streichende Teilelemente und dabei Aufsteigen des Fränkischen Schildes im Pliozän-Diluvium. Hierdurch wurde der ehemals stehengebliebene Fränkische Sattel teilweise verwischt und gewellt. Die tektonische Einsenkung zwischen Fränkischer Mulde und Schwäbisch-bayrischer Senke fiel also ebenfalls in jene Zeit, wäre aber immerhin so früh erfolgt, daß Lias durch die Eintiefung erhalten werden konnte (s. oben, S. 122).

Unsere ENE-Richtung halten wir somit innerhalb des jüngeren Tertiärs, wenn wir im Tertiär bleiben müssen, für alt, während der Fränkische Schild und seine Richtung sich möglicherweise jünger durchgeprägt haben. Vielleicht können wir auf dieser, wenn auch nicht besonders festen Grundlage einen Teil der etwa N—S verlaufenden Störungen auch unseres speziellen Untersuchungsgebietes nunmehr als jünger ansprechen. Diese Altersbeziehung zwischen den beiden beobachteten tektonischen Richtungen hätte man nicht auf den ersten Blick vermutet. Ähnlich wie beim morphologischen Bild der Westheimer Verwerfung ist man zu sehr versucht, sich durch die tektonische Prägnanz der Erscheinungen hinsichtlich des möglichen Alters täuschen zu lassen.

Die Anschauung einer relativ frühen, allgemeinen Südkippung des südwestdeutschen Schollengebietes infolge der Odenwald-Spessart-Aufwölbung ist, soweit an dieser Begründung festgehalten werden soll, mit den geäußerten Vorstellungen durchaus verträglich. Sie erschwert nur etwas als überlagerndes regionales Moment die Erkennung der oben geschilderten möglichen Spezialvorgänge.

Der Schwäbisch-fränkische Sattel wird also — darauf kommt es mir besonders an — hier nicht als selbständige Hebungszone aufgefaßt, sondern spielt eine passive Rolle. Er ist entweder Trennungsgebiet zweier verschieden gestiegener Räume, was Zeitpunkt, Intensität oder Geschwindigkeit anbelangt, wodurch es zu den notwendigen Biegebeanspruchungen im Bereiche von Neckar-Jagst-Graben und Fränkischer Furche kam, oder er ist südlicher Grenzraum einer vielleicht vorpliozän nach Norden eingekippten Scholle.

So oder so kennzeichnet der Schwäbisch-fränkische Sattel samt seinen Spezialstrukturen etwa das Übergangsgebiet zweier Schollen. Der Fränkische Sattel nimmt seinen Anfang im nördlichen Schwarzwald, und die mit ihm verquickten Strukturen sind bis in den weiteren Bereich der Riesbarre zu verfolgen. Wir kommen so zur Abtrennung einer Schwarzwald-Alb-Scholle im Bereich südlich des Sattels und einer Kraichgau-Taubergrund-Scholle im Norden. Die erstere hat heute ihre tektonische Kulmination im Schwarzwald, also im Westen, die andere im Osten. Wo der Abstieg des Fränkischen Schildes zum Nürnberger Becken erfolgt, verwischen sich die Gegensätze.

Hiermit seien diese hypothetischen Betrachtungen beschlossen. Vorläufig enthalten sie noch sehr viele Wenn und Aber, die weitere Spezialstudien einschränken oder ausmerzen müssen.

Angeführte Schriften

- BADER, E.: Zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des Unteren Keupers zwischen Ostwürttemberg und Unterfranken. — Abh. Geol. Landesunters. am Bayerischen Oberbergamt **24**, 1936.
- DORN, P.: Paläogeographie der „Riesbarre“. — N. Jb. f. Min. etc. B. B. **77**, Abt. B, 1937.
- ENDRISS, K.: Die Steinsalzformation im Mittleren Muschelkalk Württembergs. — Stuttgart 1898.
- FRANK, M.: Zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte der Lettenkohle zwischen Südwürttemberg und dem Kettenjura. — Zbl. f. Min. usw. Abt. B, 1928.
- : Das stratigraphische Verhältnis zwischen Schilfsandstein und Dunklen Mergeln im mittleren Württemberg. — Mitt. Geol. Abt. Württ. Stat. Landesamtes **12**, 1929.

- : Stratigraphie und Bildungsgeschichte des Süddeutschen Gipskeupers. — Jber. u. Mitt. Oberrhein. geol. Verein N. F. **19**, 1930.
- : Zur Tektonik der Keuperrandstufe im mittleren Württemberg. — N. Jb. f. Min. usw. B. B. **67**, 1932.
- HEINZELMANN, K.: Tektonische Untersuchungen im Vorlande der mittleren Schwäb. Alb. — Diss. Stuttgart, 1935.
- HENNIG, E.: Geologie von Württemberg nebst Hohenzollern. — Handbuch d. Geologie und Bodenschätze Deutschlands II, **1**, Berlin 1923.
- LANDER, A.: Tektonische Untersuchungen im nordöstlichen Württemberg u. Mittelfranken. — N. Jb. f. Min. usw., Abt. B. B. **64**, 1930.
- PFEIFFER, W.: Über den Gipskeuper im nordöstlichen Württemberg. — Kohlhammer, 1915.
- PHILIPP, H.: Das ONO-System in Deutschland und seine Stellung innerhalb des saxonischen Bewegungsbildes. — Abh. d. Heidelb. Akademie d. Wiss. **17**, 1931.
- PROSI, A.: Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle u. des untersten Gipskeupers in Schwaben. — Diss. Tübingen 1922 (Manuskript).
- QUENSTEDT v. & HILDENBRAND: Geognostische Karte von Württemberg, Atlasblatt Hall. — Stuttgart 1879.
- QUENSTEDT v., F. A.: Begleitworte zur geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Atlasblatt Hall. — Stuttgart 1880.
- ROLL, A.: Tektonische Bemerkungen zu einer geologischen Karte der südlichen Frankenalb. — Zschr. Deutsch. Geol. Ges. **92**, 1940.
- SALOMON, W.: Die Bedeutung des Pliozäns für die Morphologie Südwestdeutschlands. — Sitzber. Heidelb. Akad. Wissenschaften, math.-nat. Kl. Abt. A. 1919.
- : Die Intensitäten alluvialer und diluvialer geologischer Vorgänge und ihre Einwirkung auf die pliozäne Rumpffläche des Kraichgaues und Odenwaldes. — Sitzber. Heidelb. Akad. Wissenschaften math.-nat. Kl. Abt. A. 1924.
- SCHEU, E.: Zur Morphologie der schwäbisch-fränkischen Stufenlandschaft. — Forschungen z. deutschen Landes- u. Volkskunde **18**, 1909.
- SCHMIDT, A.: Über das Ausmaß intradiluvialer Abtragung im Schwabenlande. — Jber. u. Mitt. Oberrhein. geol. Ver. **11**, 1921.
- SILBER, E.: Der Keuper im nordöstlichen Württemberg. — Erdgesch. u. landkundl. Abh. a. Schwaben u. Franken **3**, 1922.
- THÜRACH, H.: Übersicht über die Gliederung des Keupers im nördlichen Franken im Vergleiche zu den benachbarten Gegenden, I. u. II. — Geogn. Jheft 1888, 1889.
- WAGNER, G.: Beiträge zur Stratigraphie und Bildungsgeschichte des oberen Hauptmuschelkalks und der unteren Lettenkohle in Franken. — Geol. u. Pal. Abh. N. F. **12**, H. 3, 1913.
- : Die Landschaftsformen von Württembergisch-Franken. — Erdgesch. u. Landesk. Abh. a. Schwaben u. Franken **1**, Ohringen 1919.
- : Junge Krustenbewegungen im Landschaftsbilde Süddeutschlands. — Erdgesch. u. landeskundl. Abh. a. Schwaben u. Franken **10**, Ohringen 1929.
- WEINLAND, K.: Geologische Untersuchungen in den Löwensteiner Bergen u. dem Mainhardter Wald. — Diss., Stuttgart T. H., 1933.
- WILSER, J. L.: Die Entwicklungsstadien des südlichen Rheintalgrabens. — N. Jb. f. Min. usw. B. B. **62**, Abt. B, 1929.
- ZELLER, F.: Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des Gipskeupers in Schwaben. — Zbl. f. Min. usw., 1907.
- : Beiträge zur Kenntnis der Lettenkohle und des Gipskeupers in Schwaben. — N. Jb. f. Min. usw., B. B. **25**, 1908.
- Geologische Übersichtskarte von Württemberg 1:200.000. — Bl. 1 und 2, herausgegeben v. d. Württbg. Stat. Landesamt 1929.