

im oberen Teil zum Buntsandstein gehört, und daß dem Rotliegenden, wohin MICHAEL diese roten Gebilde stellen will, höchstens das Allertiefste zuzurechnen ist, wenn dieses nicht schon dem Grenzkonglomerat des Unteren und Mittleren Zechsteins entspricht. Darüber liegt dann in Buntsandsteinfazies entwickelter kontinentaler Zechstein, wie wir ihn aus den Nordsudeten kennen. Es läßt sich weder eine Grenze zwischen diesem und dem Buntsandstein feststellen, noch auch gar innerhalb des Buntsandsteins eine unserer Katzbach- und Boberstufe entsprechende Einteilung begründen.

(Urschrift eingegangen am 7. Mai 1931.)

## Gebirgsbewegungen und Erdmessung in Süddeutschland

VON ROBERT SCHWINNER in Graz

Mit 3 Abbildungen

	Inhalt	Seite
Vorbemerkung . . . . .		189
I. Allgemeine Grundsätze . . . . .		190
II. Geologische Einzelbeschreibung . . . . .		192
Allgemeines . . . . .		192
1. Schwarzwald . . . . .		193
2. Die Schwäbisch-Fränkische Schwelle . . . . .		195
3. Das Gebiet der „Randseen“ (Oberbayern, Oberösterreich) . . . . .		202
4. Die Moldanubische Masse . . . . .		210
III. Zusammenfassung . . . . .		211
IV. Schriftenverzeichnis . . . . .		212

Vorbemerkung. Im folgenden ist — gekürzt und umgearbeitet — ein Teil eines Gutachtens wiedergegeben, das ich auf Anregung von H. Hofrat SCHUMANN, Wien, ausgearbeitet hatte für eine Konferenz der Geodäten von Süddeutschland, der Schweiz und Österreichs, die vom 14. bis 17. April 1930 in München stattgefunden hat, die sogenannte „Bodenseekonferenz“; so genannt, weil die erste dieser Zusammenkünfte — zufolge einer Anregung von Geheimrat HAUSSMANN, Schwäbisch Gmünd, im September 1926 im Schachen bei Lindau stattgefunden hat. Gerade in den süddeutschen Ländern, die hier vertreten waren, zwischen Alpen und Mitteldeutscher Schwelle, sind rezente tektonische Bewegungen z. T. bereits nachgewiesen, z. T. zu vermuten. Solche heute noch im Gang befindliche Verschiebungen im Gebirgsbau stellen für die geodätischen Arbeiten eine Fehlerquelle vor, die bisher nicht in Rechnung gezogen worden ist, ja kaum vermutet werden konnte. Ihre Festlegung ist daher von Anfang an als eine der Hauptaufgaben angesehen worden, mit welcher jene Konferenz, und in der Folge die geodätischen Institutionen der vertretenen Länder sich befassen sollten. Offenbar entscheiden die Anordnungen, welche in dieser Hinsicht heute getroffen werden, über etliche Dezennien der geodätischen Arbeit, und ganz besonders natürlich darüber, was in der die Geologie speziell berührenden Frage der rezenten tektonischen Bewegungen daraus wird ermittelt werden können. Darum ist es wohl gerechtfertigt, den Gegenstand der weiteren geologischen Öffentlichkeit zu unterbreiten. Leider steht heute Raum nur ungenügend zur Verfügung, die Arbeit mußte stark gekürzt werden. Ganz weggelassen wurde der Teil, der sich auf eigentliches Alpengebiet bezog — der andernorts veröffentlicht werden soll — und ein Schriftenverzeichnis von 204 Nummern.

## I. Allgemeine Grundsätze

Die Erdmessung hat bisher unbedenklich angenommen, daß ihr Gegenstand — im Ganzen und im Einzelnen — unveränderlich wäre; es bedeutet daher eine unangenehme Überraschung, wenn festgestellt wird, daß ihre „Fixpunkte“ gelegentlich auch eigenmächtige Bewegungen ausführen können. Bei der Art, wie Messung und Ausgleichsrechnung angelegt zu werden pflegen, kommen solche Bodenbewegungen mit den Messungsfehlern in den gleichen großen Topf, deuten ihre Gegenwart durch unwahrscheinlich große „Schlußfehler“, Unstimmigkeiten zwischen Nachbarnetzen u. dgl. an, können aber nur sehr schwer einzeln ermittelt und ausgeschaltet werden. Letzteres wäre viel leichter, wenn dem Geodäten vorher angegeben werden könnte — wenigstens ungefähr —, wo solche tektonische Verschiebungen wahrscheinlich stattfinden werden.

Solche Vorhersage ist Aufgabe der Geologie, zu lösen durch eine besondere Anwendung des Grundsatzes der Aktualität, indem wir nämlich diesmal aus den Vorgängen der geologischen Vergangenheit, die uns besser übersehbar vorliegen, auf analoge in Gegenwart und nächster Zukunft schließen, und nicht umgekehrt, wie sonst gebräuchlich. Die geologische Erfahrung zeigt, daß tektonische Bewegungen nicht ungeordnet oder unzusammenhängend auftreten, sondern daß sich räumlich das jüngere Bewegungsbild eng an den älteren Bau anschließt („Konsequenz“) und zeitlich eine bestimmte Bewegungstendenz nie plötzlich, sondern stets mit schwachen Vorläufern einsetzt, anschwillt und wieder abklingt („Stetigkeit“).

Wie diese räumliche Verknüpfung zustande kommt, hauptsächlich durch die im ältesten Bau der Kruste vorgegebene Energieverteilung, in gewissem (meist überschätzten) Maß auch durch die in den älteren Strukturen vorgebildete Bewegungsmöglichkeit (Bewegungsbahnen, Schwächstellen, bzw. Versteifung), soll hier nicht wieder erörtert werden<sup>1)</sup>, hervorzuheben ist die Beobachtung, daß die tektonischen Verschiebungen sich jedesmal auf verhältnismäßig schmalen Zonen auswirken, während die dazwischenliegenden großen Krustentafeln natürlich dementsprechend *en bloc* verschoben, aber in sich nicht merklich deformiert erscheinen. Und dieses Bild ändert sich von Epoche zu Epoche wenig: es werden — natürlich mit Vorbehalt gelegentlicher Rückschläge — an gewisse, in ältester Zeit schon geballte Grundgebirgskerne nach und nach randlich weitere Zonen tektonisch angegliedert und derart konsolidiert; die Zone der tektonischen Unruhe rückt gleichzeitig um das entsprechende Stückchen weiter; das Kartenbild der „Dauerschollen“ und Bewegungszonen ändert sich im ganzen wenig, es verschiebt sich nur am Globus. Wohlverstanden: die „Konsequenz der tektonischen Entwicklung“ hat als aus der Erfahrung gezogene Regel Ausnahmen, und auch nur beschränkte Genauigkeit: auch die „Dauerschollen“, „Schilde“, kristallinen Massen usw. sind nicht mathematisch „starr“ (Gegenbeispiel: die Spaltensysteme im Fennoskandischen Schild). Aber für unsere Aufgabe genügt die Feststellung, daß innerhalb ihrer Flächen die Deformationen um eine starke Größenordnung kleiner sind, als in den sie begrenzenden Bewegungszonen.

<sup>1)</sup> Vgl. SCHWINNER, R.: Vulkanismus und Gebirgsbildung. — Z. Vulkanol., 5, 1920, bes. S. 215 ff. — SCHWINNER: Astrophysikalische Grundlagen der Geologie. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 19, 1926, bes. S. 145/46.

Für die Bedürfnisse der Geodäsie ist damit das nötige gesagt. Jede solche Dauerscholle ist als Träger eines Teilnetzes (der Dreiecksmessung, Feineinwägung usw.) zu behandeln, in das nur Messungsfehler eingehen, und das daher für sich auszugleichen ist<sup>2)</sup>. In die Verbindung zwischen diesen Teilnetzen, quer über die Streifen der vermutlichen tektonischen Bewegung, gehen auch reale Verschiebungen ein, sie sollen daher jedesmal in möglichst kurzer Arbeitszeit erledigt werden, und ihre öftere Wiederholung läßt leicht den Betrag der rezenten tektonischen Verschiebung erkennen<sup>2a)</sup>.

Die Aussonderung der Dauerschollen, welche also den Kernpunkt der verlangten Vorhersage darstellt, kann man nach zwei verschiedenen Überlegungen vornehmen. Der Struktur nach kann man ausgehen von jenen Aufbrüchen tiefsten Grundgebirges, die mit Faltung und Durchbewegung, Intrusion und Umkristallisation bereits so ziemlich alles durchgemacht haben, was nach dem ihrem Erdraum zugewiesenen Energievorrat möglich war, demnach „konsolidiert“ erscheinen und förmlich die ihnen angegliederten, jüngern Faltenzonen tragen und stützen. Andererseits ergeben sich aus den stratigraphischen Daten, den Spuren der wechselnden, vorrückenden oder zurückweichenden Meere die Umrisse des „Dauerlandes“. Damit werden allerdings jeweils verschiedene Seiten der tektonischen Vorgänge erfaßt, das erstemal überwiegend die horizontale, das zweitemal die vertikale Komponente der Bewegung, aber beides steht in ziemlich enger Korrelation. So sind es jene aus den ältesten Faltungen zusammengeballten Grundgebirgsschilde, welche sich nachher auch hartnäckig als Hochgebiet und Festland behaupten, und die Geosynklinalgebiete, mit ihren weitspannigen Niveauschwankungen, werden in jüngerer Zeit Sitz der Faltung.

Schwierig wird allerdings die gestellte Aufgabe, wenn junges Deckgebirge den eigentlichen Bau verhüllt, und statt aller jener verschiedenartigen, sich gegenseitig stützenden und kontrollierenden Daten, dem Geologen nur hypothetische Extrapolationen von den besser aufgeschlossenen Rändern her zur Verfügung stehen. In diesem Falle wird die Verwendung geophysikalischer Daten die einzige Methode sein, welche die verdeckte Tektonik wenigstens in ihren großen Zügen erkennen läßt und damit für die verlangte Prognose meistens auch genügend Unterlage liefern wird.

<sup>2)</sup> Die Ausgleichung in kleineren Teilnetzen ist nicht bloß bequem und billig, sie kann auch theoretisch als ebenso berechtigt angesehen werden, wie die manchmal durchgeführte Ausgleichung in Riesenlandesnetzen. Vgl. FÖRSTER, G.: Die Ausgleichung des Ostseeringes. — Verh. 5. Tagung Baltische Geodät. Komm., Helsinki 1931, S. 174—191.

<sup>2a)</sup> Herrn Professor KOPPMAYER (Techn. Hochsch. Graz) verdanke ich einen wichtigen Hinweis. Die Theorie der Ausgleichsrechnung basiert auf der Voraussetzung, daß in die Beobachtungsdaten der Vermessung nur rein zufällige Fehler eingehen. Handelt es sich aber — wie wir voraussetzen — um größere Krustenschollen, die en bloc gegeneinander verschoben werden, so sind die Verbindungsstücke zwischen je zwei solcher Schollen weder zufällig noch ungeordnet, sondern sämtlich Funktion der relativen Verschiebung der beiden Schollen. Gehen aber derartige systematisch bestimmte Einflüsse in die Messungsdaten mit ein, so ist die Berechtigung der gebräuchlichen Ausgleichung grundsätzlich anzuzweifeln. Also auch vom Standpunkt der reinen Theorie aus empfiehlt sich die hier vorgeschlagene Bildung von Teilnetzen nach großtektonischen Gesichtspunkten.

Naturgemäß kann aus dem Bauplan nicht mehr vorausgesagt werden, als daß tektonische Bewegungen da und dort möglich wären, wobei von diesen im allgemeinen möglichen Bewegungen immer nur Teilgruppen gleichzeitig in Gang sein könnten, aber welche von diesen Gruppen heute und morgen spielen möchte, dafür gibt der tektonische Gesamtbefund wenig Anhalt. Wir könnten es dabei bewenden lassen, es läuft ja nur auf eine mäßige Mehrarbeit bei der Vermessung hinaus, die vielleicht ohnedem nicht gespart werden kann; denn wenn man einmal vorhat, die rezente Tektonik zu studieren, so muß man wohl auch die Fälle minderer Wahrscheinlichkeit in gewissem Maße unter Kontrolle halten. Manchmal wird sich diese Vieldeutigkeit der Vorhersage aber noch weiter einschränken lassen, durch Anwendung jener Regel, welche wir oben als „Stetigkeit des tektonischen Geschehens“ charakterisiert haben. Nur ist dabei im Auge zu behalten, daß die einzelnen tektonischen Bewegungsimpulse, jeder samt Vorläufern und Nachzügeln, geologisch gemessen, nur kurze Zeit durchdauern. Ältere Tektonik, bis einschließlich des größeren Teiles der alpidischen Orogenese, kann heute als restlos abgelaufen gelten, höchstens daß Nachklänge der letzten alpidischen Phasen da und dort noch fühlbar sind. Wohl aber muß der Aktua- list daran festhalten, daß Bewegungen von gestern auch heute und morgen weiterlaufen werden, und daß man auf die allerdings denkbare Ausnahme, daß eine tektonische Bewegung gerade in dem jetzigen Zeitpunkt ein- oder aussetzen würde, nicht allzuviel Gewicht lege. Nun ist fließendes Wasser ein ungemein feines Reagens für Höhenunterschiede und deren Änderung; solche ist sofort in den Gefällsverhältnissen zu merken, und weiter dann in der Entwicklung von Gewässernetz und Jungformen der Landschaft zu erkennen. Und damit auch die Dislokationen der jüngsten Vergangenheit, wenn sie im vertikalen Sinn gewirkt haben, oder doch in ihrem Gefolg — was auch sonst fast immer der Fall sein wird — die relativen Höhenverhältnisse geändert haben.

Es soll nicht geleugnet werden, daß diese Schlüsse mit ziemlicher Unsicherheit behaftet sind; im allgemeinen, und auch in dem hier nun zu bearbeitenden Falle. Aber diese Versuche und Vermutungen, welche der vorsichtige Empiriker hie und da vielleicht als gewagt bemängeln möchte, sind nicht Selbstzweck; sie sollen nur die Grundlage liefern für zweckmäßige Planung, Anordnung und Einteilung der künftigen geodätischen Arbeit. Da wäre es fehlerhaft, die geologische Prognose auf das (verhältnismäßig wenige) zu beschränken, was völlig sicher ist, könnte jedenfalls nicht viel nützen. Gerade die unsicheren Punkte müssen hervorgehoben werden; dann kann die Vermessung darauf abgestellt werden, und diese wird dann zeigen, wie es sich in der Wirklichkeit damit verhält.

## II. Geologische Einzelbeschreibung

### Allgemeines

Das Gebiet, das hier besprochen werden soll, erstreckt sich etwa von Wien bis Basel und begreift Rand und unmittelbares Vorland der Ostalpen.

Die Formung dieses Stückes Erde ist, soweit augenfällig, alpidisch und zeigt Zonengliederung und Dislokation der Alpen als unmittelbarer

Ausdruck dieser Faltungsära; aber auch die Störungszonen, welche das Vorland gliedern: Rheinalgraben, Bodensee—Kraichgau-Zone, Pfahl—Donaubruch sind mittelbar in gewissem Maße der Alpenfaltung mechanisch koordiniert. Unter dieser jungen Tektonik läßt sich jedoch ein Variskischer Bau erkennen, heute nur mehr in Fragmenten; ursprünglich dürfte er sich aber über das ganze Gebiet einheitlich zusammenhängend erstreckt haben, von der Mitteldeutschen Schwelle bis zu den Zentralalpen, heute scharf geschieden, weil die alpidische Faltung die alten meridionalen Zusammenhänge renegant überkreuzt hat. Die Mannigfaltigkeit geologischen Geschehens kann hier nur vom Gesichtspunkt dieser Vergitterung jungen und alten Baues erfaßt und verstanden werden. Unsere Diskussion muß daher überall auf der Variskischen Tektonik fußen, und wo diese verdeckt und verwischt ist, müssen wir zuerst versuchen, sie zu rekonstruieren, nach den allgemeinen Zusammenhängen und mit Hilfe der vorliegenden geophysikalischen Beobachtungen.

### 1. Der Schwarzwald.

Typischer Aufbruch tiefen Grundgebirges, alte Gneise, schon präkambrisch gefaltet, von variskischem Granit usw. reichlich intrudiert, in der geologischen Geschichte als standhaftes Hochgebiet bewährt, ist der Schwarzwald, wenn irgend einer, als Dauerscholle anzusehen. Umgrenzung im Norden etwa die Linie Baden—Wildbad—Calw (um stärker zerbrochene Gegenden zu vermeiden, und weil in unserem Plan nördlicheres ohnedem nicht in Betracht kommt), im Westen der offen aufgeschlossene Rheinalgrabenrandbruch, beides selbstverständlich; im Osten taucht das Grundgebirge allmählich unter das Deckgebirge, das seine wahre tektonische Umgrenzung maskiert; vielleicht ist eine Linie Geisingen—Rottweil—Lorb—Calw ungefähr seine Grenze gegen die „Störungzone Bodensee—Kraichgau“ (vgl. S. 196). Im Süden treffen wir bereits auf der Linie Freiburg—Bonndorf einen stark gestörten Strich, auf dem Epizentren starker Erdbeben liegen (NENNSTIEL), und der daher auch heute noch tektonisch aktiv ist. Mit dieser Linie ist das trigonometrische Teilnetz des Nordschwarzwaldes abzuschließen.

Das Kristallin südlich vom Bonndorfer Graben dürfte wieder eine Dauerscholle bilden, die nicht viel kleiner ist als die vorgenannte; denn auf diesem Grundgebirgsschild liegen auch noch die Hegau-Vulkane (deren Tuffe Auswürflinge von Schwarzwaldkristallin einschließen), der Baden, der ostschweizerische Tafeljura, und wahrscheinlich brandet die Frontkette des Faltenjura an demselben, wie an einer Grundschwelle auf. In der Bebenkarte von SIEBERG & LAIS erscheinen demgemäß Hegau und Randen ebenso wie der Schweizer Jura als verhältnismäßig wenig erschütterte Gebiete, auch bei NENNSTIEL (S. 7) erscheint der Schweizer Jura als wenig erschütterter Keil<sup>3)</sup>. Als Südgrenze dieser

<sup>3)</sup> Wenn NENNSTIEL (S. 9) sagt: „Eine Erklärung hierfür zu bringen, ist noch nicht gelungen“, so ist übersehen, daß man derartige Variskische Bauelemente (SW—NO-streichend) im Untergrund des Juragebirges schon früher angenommen hat (Vgl. z. B. AMSLER, *Éclogae*, 19, 1926, S. 682 u. a.). Dieselbe Erklärung, wie sie in der Schweiz auf die unmittelbare Feststellung der Oberflächen-tektonik begründet worden ist, werden wir nun wohl für das analoge seismische Verhalten der Schwabenalb anwenden dürfen.

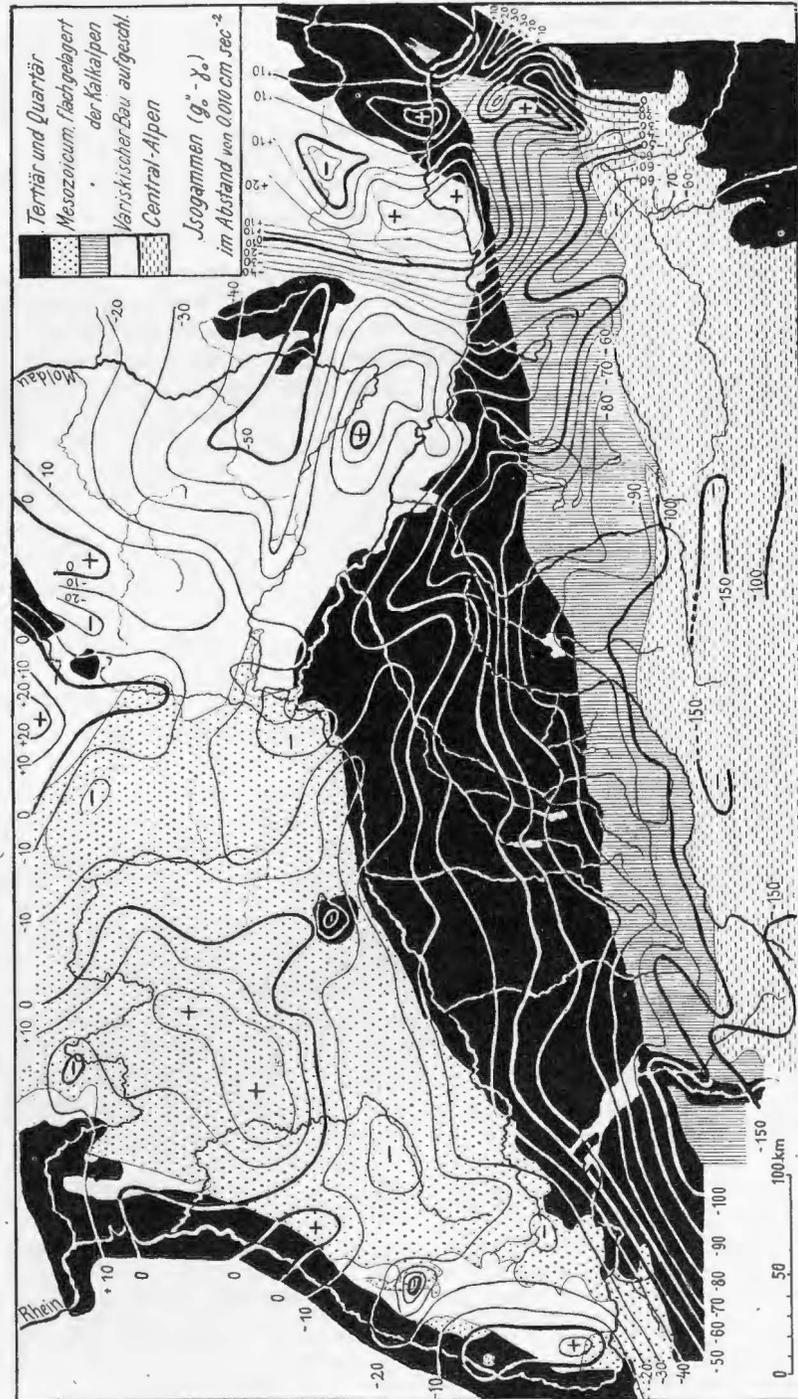


Abb. 1

Scholle dürfte ungefähr jene, heute noch aktive, Erdbebenlinie anzusehen sein, welche aus dem Schweizer Mittelland gegen Konstanz zieht (RE-  
GELMANN 1907 b).

## 2. Die Schwäbisch-Fränkische Scholle<sup>4)</sup>.

Deckgebirge, meist Jura, wenig gestört, verhüllt den Bau, aber im Lauf der geologischen Geschichte zeigt sich hier fast regelmäßig ein Hochgebiet von großer Bedeutung (Ufer, Faziesgrenze usw.), als dessen Unterlage eine Grundgebirgsschwelle zu vermuten ist, eben auch nach Art von Schwarz- und Böhmerwald. Das lassen auch die geophysikalischen Messungen vermuten; sowohl die Schwere als die magnetischen Elemente zeigen jene Störungen, die für altkristallines Gebirge bezeichnend sind, und zwar würden die Falten (Gesteinszüge) dieses Gebirges den Donaulauf im Norden in einigem Abstand ungefähr von Kelheim bis knapp unter Ulm begleiten. (Vgl. NIPPOLDT, REICH 1929, bes. S. 103, 107.) Zu den stratigraphisch-paläogeographischen Gründen, die seit langem, und zu den geophysikalischen, die kürzlich für die Existenz dieses verborgenen Gebirges angeführt worden sind, kommt als wichtigste Bestätigung, daß die Vulkanschote von Urach—Reutlingen—Kirchheim aus dem Untergrund Bruchstücke kristalliner Gesteine emporgebracht haben,

<sup>4)</sup> Den historischen Namen „Vindelizisches Land“ habe ich nur deswegen nicht an die Spitze gestellt, weil auf dessen Geschichte und die ihm anhängenden Deutungen, Auffassungen, Kontroversen einzugehen zu weitläufig und hier auch gar nicht nötig ist.

**Zu Abb. 1.** Die Schwereanomalien von Süddeutschland. Die geologische Übersicht ist stark vereinfacht: Variskisches Grundgebirge und Deckgebirge verschiedener Art. (Ins Mesozoikum der Kalkalpen ist der Flysch einbezogen.)

Schwereanomalien  $g_0 - \gamma_0$  (reduziert nach BOUGUER, die Normalschwere  $\gamma_0$  nach HELMERT 1901, wie in den BORRAS-Tabellen) sind entnommen zu einem großen Teil aus der Arbeit von SCHÜTTE, die im NO-Quadranten, und am Ostrand der Karte, die über das von SCHÜTTE dargestellte Gebiet hinausgehen, unmittelbar aus den Tabellen von BORRAS. Die Zeichnung des Isogammen, der Linien gleicher Schwereanomalie, folgt meistens SCHÜTTE; wo es sich leicht machen ließ, wurden die bei den Geophysikern anscheinend so beliebten Knödelfiguren in Sigmoiden aufgelöst und überhaupt versucht der Linienführung mehr tektonischen Schwung zu verleihen, so weit sich das tun ließ unter strenger Festhaltung der an den Beobachtungspunkten wirklich gemessenen Ziffern. [Mit dieser Feststellung erledigen sich die Bekrittelungen, welche HERRMANN (diese Z. 1931, S. 717, 726) gegen meine Arbeitsweise vorzubringen für gut befunden hat.] Entschieden abgewichen bin ich von SCHÜTTE'S Isogammenzeichnung in Vorarlberg, eben weil ich hier an den Messungsziffern festgehalten habe, während SCHÜTTE einen Teil davon verwirft — ohne weitere Begründung —, um seine Isogammen glatt und schlicht durchziehen zu können. Darin würde ich nie einen Vorteil sehen, hier paßt es aber gar nicht zur geologischen Karte, während die Sigmoiden, die ich — mit Beachtung aller Messungen — gezogen habe, in überraschender Weise den Hauptzügen des Baues parallel laufen. Auch die — 150-Isogamme kann nicht so bleiben, wie sie SCHÜTTE gezogen hat, ein Knödel von der Oberalp bis knapp über den Brenner, während ein Stückchen derselben bei Gastein unverbunden trauert. Zuerst muß man jedenfalls den Ring um die Tauern schließen; ob dann von Gossensass eine schmalere Verbindung über Vintschgau zum Engadin geht — an sich geologisch gewiß denkbar — können wir vorläufig dahingestellt lassen.

und zwar Kristallin vom Typus der Gesteine des Bayerischen Waldes, nicht von dem des Schwarzwaldes, der doch näher läge (SCHWARZ). BRÄUHÄUSER hat allerdings vermutet, daß diese Tuffeinschlüsse nicht Bruchstücke aus dem von den vulkanischen Explosionen durchschlagenen Grundgebirge wären, sondern Gerölle aus dem natürlich ebenfalls durchbrochenen Rotliegenden. Das macht für unsere Betrachtung wenig Unterschied, die Konglomerate des Rotliegenden haben stets streng lokale Färbung, ihre Geröllgesellschaft stammt aus der Nachbarschaft. Somit bezeugen jene vulkanischen Einschlüsse jedenfalls, daß in der Nähe des Uracher Vulkangebotes Kristallin vom Typ des Bayerischen Waldes zur Rot-

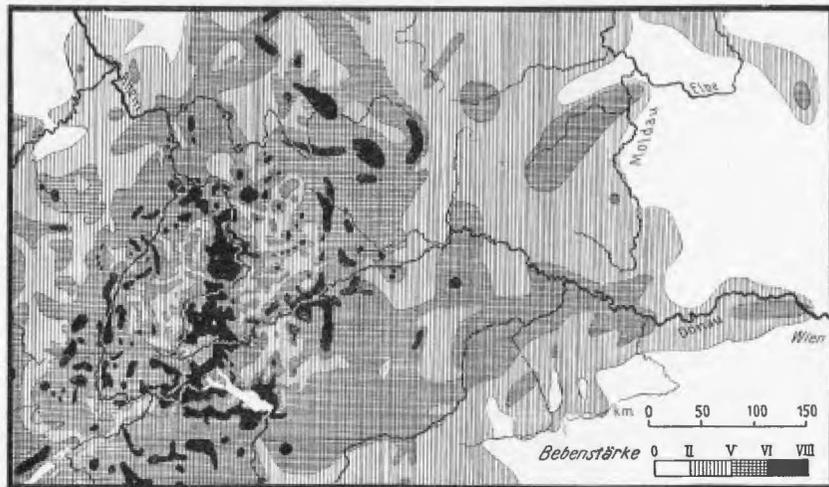


Abb. 2. Die Isoseisten des Mitteleuropäischen Erdbebens vom 16. November 1911. Nach SIEBERG & LAIS. Das Epizentrum lag auf der westlichen Hohenzollernalb, daher sehr deutlich die Bodensee-Kraichgau-Zone, sowie der Bau der anstoßenden Massen. Im östlichen Bayern wird die Bebenstärke bereits gering und die Zeichnung unsicher, die weitere Fortsetzung nach Österreich wird man zu geologischen Schlüssen wohl kaum mehr benützen dürfen.

liegendzeit bereits entblößt war, heute unter geringmächtiger Sedimentdecke anstehen muß.

Tiefbohrungen bei Nürnberg (WURM 1929) haben Schiefer angetroffen, die als Fortsetzung der paläozoischen Zonen aus dem Frankenwald anzusehen sind, die südlichste Bohrung aber traf Granit, entsprechend dem Granit des Fichtelgebirges. Granit trifft man ebenfalls im Ries bei Nördlingen. Ein weiteres Kennzeichen der Fichtelgebirgszone ist vulkanische Förderung von Alkalilaven im Tertiär; die dortige Vulkangruppe weist mit dem Streichen ihrer Gangspalten gegen Südwest, und schickt ihre Vorposten in derselben Richtung weit ins Fränkische Senkungsfeld vor (WURM 1925, S. 246—249). Bei Urach erscheinen nun wieder wie im Fichtelgebirge atlantische Nephelin- und Melilith-Basalte, und ebendie-

selben — neben Phonolith — im Hegau. Liegt aber bei Urach erst die Fichtelgebirgszone, so ist der Gebirgsstrich, der den Bayerischen Wald fortsetzt, weiter im Osten und Süden zu suchen. Nach den Angaben von GÜMBEL ist anzunehmen, daß dieser Gebirgsast sich NO von Regensburg vom Hauptstamm mit einer Bogenwendung ablöst, nach NIPPOLDT's Karte der magnetischen Störungen und nach SIEBERG's Bebenkarte scheint es, daß er schon zwischen Kelheim und Donauwörth über die Donau nach Süden geht:

Nach diesen Beobachtungen trennt die Bodensee—Kraichgau-Zone tatsächlich zwei gründlich verschiedene Gebirgssysteme: zwischen dem Schwarzwald und dem westwärts abbiegenden Ast des Bayerischen Waldes (beide tiefstes Grundgebirge) liegt eine Zone mit Schiefen geringerer Tiefe (Glimmerschiefer und Phyllit des Präkambriums), mit variskischen Graniten und tertiären Atlantikern und vielleicht auch ein Strich Altpaläozoikum in Frankenwaldfazies<sup>5)</sup>. Daß hier eine Fuge den Gebirgsbau zerschneidet, bezeugt die Karte, welche SIEBERG & LAIS von der makroseismischen Verbreitung des Mitteleuropäischen Erdbebens von 1911 entworfen haben. Besonders die Darstellung des Epizentralgebietes im größeren Maßstab zeigt unzweideutig eine Zone großer Bebenstärken, die vom Überlinger See nordwärts über Sigmaringen, Ebingen, Balingen, Tübingen, Stuttgart, Heilbronn, und von da nordwestlich über Sinsheim zum Rhein hinauszieht. Das Beben von 1911 ist übrigens nicht das erste, das von dieser Zone ausgegangen ist (REGELMANN 1907, S. 2, HENNIG, S. 328). Daß hier heute noch Bewegungen stattfinden, ist für die beiden Enden der Strecke unmittelbar nachzuweisen, am Bodensee sind solche durch Vermessung bekannt geworden (HILFIKER-REGELMANN 1907), er war als Randsee von vornherein für solche verdächtig. Auch im Kraichgau sind ganz junge Dislokationen bekannt geworden. Es muß auch hervorgehoben werden, daß beide Gebiete im Bild der Schwerstörungen eine Ausnahmestellung zeigen, allerdings in verschiedener Weise; der Bodensee mit starkem Minus, der Kraichgau mit Überschuß. In dem Zwischenstück — das uns eigentlich am meisten angeht — sind jedoch, selbst wenn man weit in der geologischen Geschichte zurückgeht, größere relative Verschiebungen nicht zu ermitteln. In der Landformung, d. i. in der jüngsten geologischen Geschichte spielen solche sicher keine oder doch keine merkliche Rolle. WALTER PENCK, der gerade der Verknüpfung von Morphologie und junger Tektonik sein Augenmerk zugewendet hatte, und der auch die Schwabenalb nicht mehr als Anhängsel des Schwarzwaldes, sondern als selbständige Aufwölbung betrachtete, hat junge Störungen hier nicht finden können; er stellt fest, daß die zwei jüngsten seiner Verebnungsniveaus vom Schwarzwald ungeboren auf die Alb übergehen.

Nach alledem kann man die Wahrscheinlichkeit nicht als sehr groß bezeichnen, daß in der Bodensee—Kraichgau-Zone in der nächsten Zeit große tektonische Bewegungen stattfinden würden; aber eine Möglichkeit muß man dafür unbedingt gelten lassen, solche könnten, wenn hier auch

<sup>5)</sup> Dazu würden die dürftigen Funde, die man — gerade im südlichen Schwarzwald — gemacht hat, stimmen: Graptolithenschiefer und mariner Kulm (SPIEGELHALTER, WURM, S. 73, 189).

die längste Zeit Ruhe geherrscht hat, ohne weiteres schon morgen einsetzen, es könnten ja die Erdbeben Vorläufer und Einleitung gewesen sein! Und diese Möglichkeit wird man bei der Anordnung der Vermessung im Auge behalten müssen, insbesondere wenn eine Berücksichtigung derselben keine Schwierigkeiten macht.

Die Grenze der Schwäbisch-Fränkischen Dauerscholle ziehen wir im Norden und Westen hauptsächlich der Isoseistenkarte von SIEBERG & LAIS folgend, also zwischen dem zum Neckar abdachenden Triasstufenland, das von vielen z. T. nachweislich sehr jungen Verwerfungen zerstückelt ist, und daher sekundäre Bebenzentren und überhaupt stärkere Erschütterung aufweist, und dem zusammenhängenden wenig erschütterten Gebiet, das die Hochfläche der Alb einnimmt. Auch im Isoseistenbild des Schwarzwaldbebens vom 22. Januar 1896 (soweit es die doch etwas zu sparsame Darstellung bei NENNSTIEL erkennen läßt) erscheint die Schwäbische Alb als wenig erschütterte variskische (SW—NO) Schwelle; nur scheint sich damals das wenig erschütterte Gebiet weiter nach SW ausgedehnt zu haben, während 1911 als westlicher Eckpfeiler das Vulkangebiet von Urach—Reutlingen erscheint. (Vgl. dazu S. 193). Von dort geht die Grenze südwärts zum Bodensee. Die Südwestecke dürfte sehr weit gegen die Alpen vorgeschoben liegen, in der Nähe der von WASMUND entdeckten Dolomitklippe von Weiler (SSW von Röthenbach, E. St. halbwegs Lindau—Immenstadt)<sup>6)</sup>.

Die SIEBERG'sche Bebenkarte zeigt in einem Streifen vom Bodensee östlich am Alpenrand hin bis etwa zum Lech auffallend geringe Erschütterung, vermutlich entsprechend der ersten kristallinen Zone des Vindelizischen Rückens (= Fichtelgebirgszone), die aus dem NS-Streichen, mit dem sie von Reutlingen—Urach herabkam, am Bodensee zu einer großen Sigmoiden umbiegt. Zuerst streicht sie vor dem Alpenrand nach Ost, eine Grundschwelle, die sich in dem anders nicht erklärlichen Schmälerwerden der (dafür schärfer gestauten) Molassefaltenzone (M. RICHTER 1926) verrät. Zwischen Iller und Lech dreht der Grundgebirgsstrich im Bogen wieder nach Süden (das helvetische Sedimentationsgebiet unterbrechend) und unter der heutigen Lage der Kalkalpen weiter in OW. Die Umbiegung ist wahrscheinlich durch ein variszisches Massiv markiert, von dem die exotischen Granite, Granitporphyre usw. des Allgäu stammen, die Glimmerschieferschollen sind von dem in Weststreichen umbiegenden Ast abgeschürft, der seinerseits wieder das Hindernis abgab, welches das — sonst ebenfalls unerklärliche (M. RICHTER 1926) — Zurückbleiben der ostalpinen Decken im Westen vom Iller verursachte. In der Fervallgruppe erscheint dann der Südflügel dieser Sigmoiden endlich abgeschlossen, vorwiegend jenes zweistufige Kristallin der ostalpinen Se-

<sup>6)</sup> WASMUND bezeichnet allerdings dieses Dolomitvorkommen als Findlingsblock. Es wäre aber eine merkwürdige Tücke des Objekts, wenn ein Gletscherblock, der an Größe unter Seinesgleichen einzig dasteht, gerade dort abgelagert worden wäre, wo eine „Vindelizische Klippe“ liegen könnte, am Rand der Oberrheinischen Molasse, der sonst gewöhnlich und darum vermutlich auch hier die vorderste alpine Dislokation ist, und daß es gerade jener schwarze Dolomit ist, der als exotisches Geröll in Oberbayern so verbreitet ist, dessen Anstehendes man aber nicht kennt (BODEN 1925, S. 472; M. RICHTER 1926). Jedenfalls sollte dieses merkwürdige Vorkommen auch von den erwähnten Gesichtspunkten aus einer weiteren Untersuchung unterworfen werden.

rie II.<sup>6a)</sup>, auf welches man die Exotika des Allgäu unbedenklich beziehen kann. Allerdings ist im Faltenbau des Fervall auch Serie I vertreten und sogar strichweise auch in Eklogitfazies (ich verdanke diese wichtige Tatsache einer freundlichen Mitteilung von Prof. ANGEL-GRAZ), aber zur vollen Herrschaft kommt die amphibolitreiche Serie I (dazu vielfach in Eklogitfazies) erst in der eigentlichen Silvretta und diese ist nach der Art, wie sie an der südwärts blickenden Zeinisjochüberschiebung gegen Süden heraustaucht, erst als das nächst tiefere Stockwerk anzusehen. Wir haben also hier wieder — abgesehen von sekundärer Verfaltung u. ähnl. — jenes Bild, das für das Vindelizische Kristallin ebenso bezeichnend zu sein scheint wie für die zentralen Ostalpen: am Außenrand die jüngere Serie II in der Tracht der II. Tiefenstufe, stellenweise vielleicht sogar in rückschreitender Metamorphose (Teile der Landecker Phyllitzone?), gegen innen die ältere Serie I, z. T. in Tracht größerer Tiefe<sup>6b)</sup>. Demnach können wir vermuten, daß auch im verdeckten Untergrund der Iller-Lechplatte eine Zone tiefen Grundgebirges N-S herabstreicht, ein Mittelglied zwischen Bayernwaldfazies (die noch unter der Alb lag, s. ob) und tiefstem Ostalpin, welche beiden Kristallinenserien hier in ähnlicher Weise einander ablösen und ersetzen, wie im Untergrund östlich von der Enns.

Die Karte der Schwereanomalien ist hier nicht sehr deutlich, weil in der Reduktion nach BOUGUER der Schweredefekt der Alpen übermächtig weit ins Vorland hinaus vorschlägt. Es ist aber nicht zu verkennen, daß längs Iller—Lech ein Streifen verhältnismäßig höherer Werte nach Süd, gegen jenes regionale Minus vordringt, wie er sonst auch (z. B. Schwarzwald, Oberösterreich u. a.) tieferes Grundgebirge kennzeichnet. Die NIPPOLDT'sche Karte läßt die Isanomale der erdmagnetischen Vertikalintensität aus dem NO—SW-Streichen, mit dem sie die Alb begleitet hatte, etwa bei Dillingen mit scharfem Knick in S bis SSO umschwenken, und die SIEBERG'sche Bebenkarte markiert die Fugen zwischen den Gebirgszonen durch meridional streichende, schmale Streifen stärkerer Erschütterung, so am Iller und besonders an der Günz, von Günzburg bis Ottobeuern.

Trotz dieses etwas bedenklichen seismischen Bildes glaube ich die sogenannte Iller-Lech-Platte in die Dauerscholle einbeziehen zu dürfen: wenn hier irgendwo jüngere Störungen angedeutet sind, streichen sie nicht N—S (vgl. S. 205); letzteres sind also alte, inaktiv gewordene Fugen, die vom Beben nur passiv bewegt worden sind. Ja, ich würde nicht Bedenken tragen für den Fall, daß in Bayern — wieder einmal — eine neue Basis angelegt werden sollte, die Iller-Lech-Platte als den verhältnismäßig sichersten Teil des ganzen Landes anzuempfehlen. Nur

<sup>6a)</sup> Aufgestellt und begründet ist diese Seriengliederung in SCHWINNER: Bau des Gebirges östlich von der Lieser (Kärnten). — Sitzber. Akad. Wien, 136, 1927, S. 361.

<sup>6b)</sup> Man könnte einwenden, daß das die gewöhnliche Folge Phyllit — Glimmerschiefer — Gneis, Trachtänderung mit zunehmender Tiefe, nicht stratigraphische Folge vorstelle! Diese Folge ist in vielen Gegenden gewöhnlich, aber gerade hier nicht. Im Gegenteil, für das im Westen nächst gelegene Kristallin Oberrheinischer Art (Schwarzwald, Aarmassiv usw.) ist bezeichnend, daß die Glimmerschieferserie fehlt, daß (ostalpin ausgedrückt) Serie III. (= Casannaschiefer) unmittelbar auf Serie I. liegt.

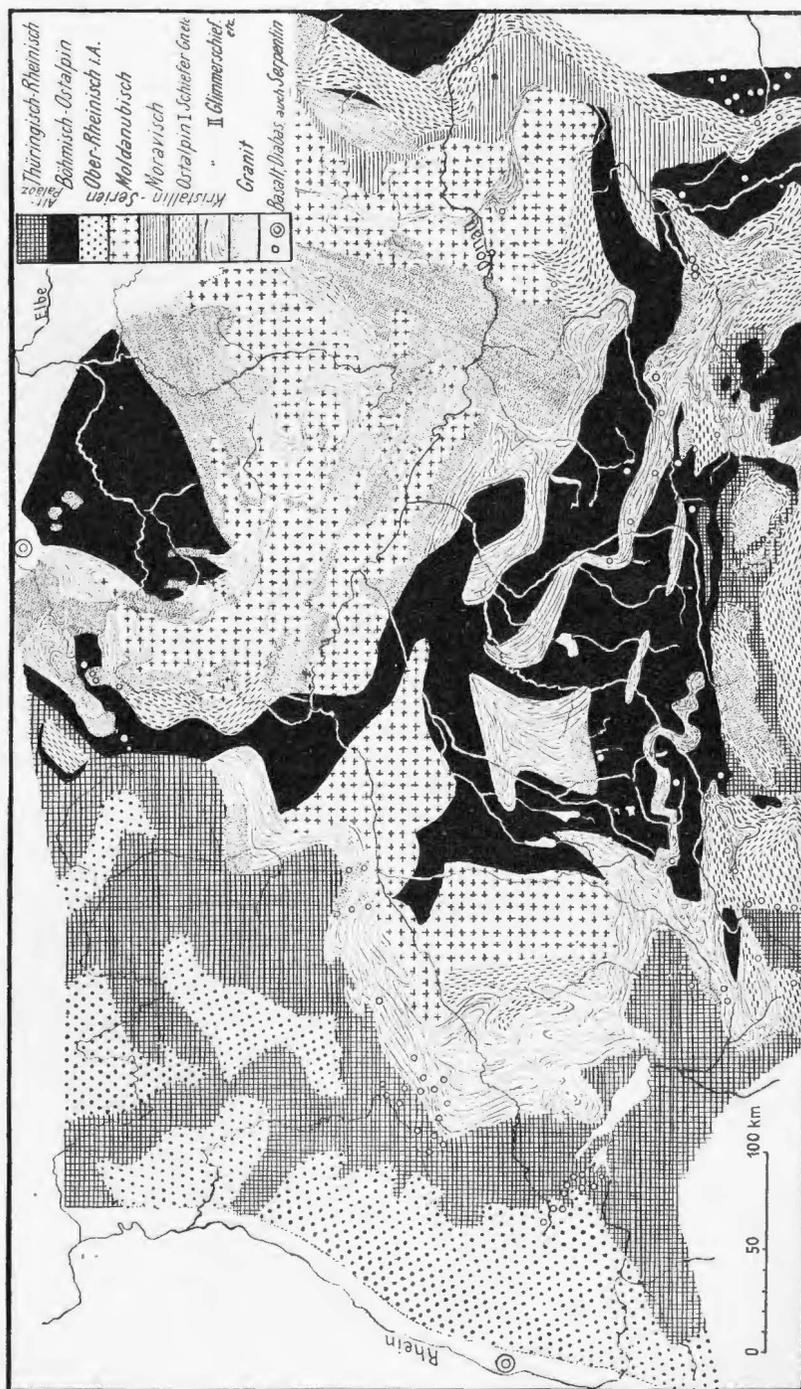


Abb. 3

wären dabei zweierlei Vorsichtsmaßregeln zu beobachten. Für die Basis wäre nur der mittlere Teil der Schötterplatte zu benützen, gleichweit von Störungen, die sie noch im älteren Quartär betroffen, am Alpenrand und an der Donau (PENCK & BRÜCKNER, 1, S. 51, Fig. 7, vgl. auch hier S. 205). Dann aber wären die Schotterfluren, die hier eine sonst unbekannte Möglichkeit der Kontrolle der quartären Bewegungen gestatten, einer neuen, ganz speziellen geologischen Untersuchung zu unterziehen, zwecks Auswahl des allerverlässlichsten Teiles.

Der Gebirgsast, der vom Bayerischen Wald abkurvt, dürfte schon zwischen Kelheim und Donauwörth über die Donau nach Süden gehen (s. oben S. 197). Nach dem Bild, das SIEBERG's Bebenkarte gibt, ist es nicht wahrscheinlich, daß er als geschlossene Gebirgszone die Sigmoide der äußeren Zonen innen begleitet, es wäre auch sonst sehr abnorm, wenn gerade das Senkungsbecken der Randseen über moldanubischem Kristallin läge. Überhaupt müssen wir eher annehmen, daß gegen die Alpen zu die älteren Gebirge sich einigermaßen auflockern, sei das nun ursprüngliche Anlage oder spätere Zerstückelung. So hat auch das helvetische Sedimentgebiet eine Verbindung gefunden, die sich irgendwie durch die Massive der Allgäuer Grundschwelle durchschlingelt hinüber in das nächste, der Randseensenke entsprechende Becken, das bei Murnau beginnt (mit veränderter Fazies. KOKEL, S. 105): Immerhin könnte die Bayernwaldzone im weiteren Streichen des Grundgebirges noch einmal inselartig auftauchen, wie ja in den Alpen das „Tiefe Kristallin“ überhaupt nur mehr in Gestalt mäßig großer Inseln erscheint. In SIEBERG's Bebenkarte findet sich nun eine wenig erschütterte Insel SO von München, wahrscheinlich Kristallin, aber nicht von Bayernwaldfazies,

**Zu Abb. 3.** Der Variskische Bau von Süddeutschland (abgedeckt). Auf der von Deckgebirge maskierten Fläche (Vergleich mit Abb. 1 zeigt deren Größe) wurde die Linienführung gewonnen durch einen Vergleich der Isogammen aus Abb. 1 mit den Isoseisten aus Abb. 2. Natürlich wäre es wünschenswert gewesen, mehr Material dabei verarbeiten zu können — wenn auch dann die Arbeit der Angleichung noch schwerer gewesen wäre! Aber passende Erdbeben standen mir sonst nicht zur Verfügung. (Die Bearbeitung der Lechtalbeben durch E. KRAUS (1932) ist mir erst lange nach Fertigstellung der Karte zugekommen. Diese würde manche Ergänzung bringen, aber — soviel ich sehen kann — keine wesentlichen Änderungen meiner Zeichnung. Daher darf ihre Besprechung auf eine spätere Gelegenheit aufgeschoben werden (s. S. 212). Die Erdmagnetische Vermessung konnte nur nebenbei verwendet werden (s. S. 208).

Die geologischen Ausscheidungen sind auch hier aufs möglichste vereinfacht worden. Unter „Altpaläozoikum“ sind auch die fossilereen Phyllitserien mit inbegriffen, obwohl diese z. T. (Böhmen) sicher vorkambrisch sind. Das Oberrheinische Kristallin ist, weil für uns von verhältnismäßig geringer Bedeutung, nur im ganzen ausgeschieden worden, ohne Versuch weiter zu gliedern oder auch nur die Granite abzutrennen. Die Unterscheidung der anderen Serien soll über Alter usw. nicht aussagen, sondern nur über den tatsächlichen Unterschied, der ja zwischen Moravisch und moldanubisch, ebensowohl wie zwischen den beiden ostalpinen Serien offenkundig ist; fraglich könnte somit nur sein, ob nicht Moldanubisch irgend untenherum in Ostalpin I übergehe, eine Frage, die schon am Ostsporn der Alpen sich mir aufgedrängt hat, jedenfalls beanspruchen die bezüglich getroffenen Abgrenzungen (im Enns-Ybbs-Gebiet u. a.) keinen höheren Wert als den notwendiger Überbrückungsannahmen. Bei den Jungvulkanischen Vorkommen und besonders bei den Serpentinien ist Vollständigkeit nicht angestrebt, sie wurden ausgeschieden, wo sie geologisch wichtige Baufugen zu bezeichnen schienen.

denn die Tegernseer Exotika liefern wieder Granit und die eigenartigen Quarzporphyre, Lydit wie alpines Gotlandium und scheinbar autochthone Diabasergänge — kurz, lauter Gesteine, die dem Bayerischen Wald fremd, und gar keine, die ihm eigentümlich wären; viel eher scheint die Tegernseer Grundgebirgsschwelle eine Wiederholung des (exotischen) Allgäuer Kristallin.

### 3. Das Gebiet der „Randseen“ (Oberbayern, Oberösterreich)

Der östliche Teil der Bayerischen Hochebene erscheint im geologischen Kartenbild dem westlichen sehr ähnlich, hier wie dort liegt eine mächtige Aufschüttung von Diluvium und Jungtertiär, in der gleichen Fazies vor. Das Landschaftsbild zeigt aber einen bezeichnenden Unterschied. Statt der regelmäßigen Riedeln und geraden Täler der Iller-Lech-Platte — den Zeugen einer pedantisch ordentlich geregelten Entwässerung — trifft man im Osten die Landschaftsschaustücke der Seen und die intimeren Reize der Moose, die normale Weiterentwicklung der Gerinne ist hier offenbar gestört worden. In der geophysikalischen Grundanlage war anfänglich also eine gewisse Ähnlichkeit, die Häufung so mächtiger Sedimentserien wie im Bayerischen Tertiär ist immer nur in einem säkular sinkenden Trog möglich, dessen Entstehung wohl ein Korrelat der alpinen Faltung gewesen ist. (Nebenbei sei hier bemerkt, daß deswegen Gebiete mit derartigen Deckgebirgsanhäufungen in bezug auf die Stabilität des Bodens nicht zu den allersichersten gezählt werden können, dies deutet immer auf eine größere Beweglichkeit, die dort vor noch verhältnismäßig kurzer Zeit bestanden hat.) Nach Abklingen der alpidischen Faltung, welche eine ziemliche Einheitlichkeit auch in der Randsenke erzwungen hatte, lebten die unterdrückten, älteren Bewegungstendenzen posthum wieder auf; die Iller-Lech-Platte, auf dem Rücken einer alten Geantiklinale, behauptete sich als Hochgebiet, ohne (oder fast ohne, s. S. 205) Teilbewegungen. Weiter östlich, über altem (variszischen) Geosynklinalgebiet, lebten, vielleicht im Zusammenhang mit einer gewissen allgemeinen Senkung, posthum, abgeschwächt durchs mächtige Deckgebirge durchschlagend, die alten Falten wieder auf. Fließendes Wasser ist das feinste Reagens dafür, aber seine bezüglichen Gebilde sind geologisch gesprochen nur ganz kurzlebig. Besonders in dem geschiebe-reichen alpinen und subalpinen Gebiet wird jede Gefällsverminderung oder Stauung sofort mit massenhafter Aufschüttung beantwortet, und in kurzem zum Verschwinden gebracht; können wir doch aus den historischen Daten das Verschwinden von vielen Seen bereits nachweisen! Wenn ein See, ein Moos oder eine ähnliche Gefällsanomalie heute noch existiert, ist sie entweder eben auch heute erst entstanden, oder durch irgendeine aus-nahmsweise Beeinflussung erhalten worden. Letzteres trifft in gewissem Maß für den ehemals vom Gletscher eingenommenen Raum zu; wenn das Eis auch nicht in dem Maß, wie man einmal geglaubt hat, Hohlformen ausschürft, so ist es sicher imstande, bestehende Depressionen vor Zu-schüttungen zu schützen. Aber diese sozusagen äußeren Einwirkungen des Eiszeitalters reichen nicht hin, die Entwässerungsanomalien im frag-lichen Gebiet zu erklären, nicht einmal innerhalb der Endmoränen, und sicher nicht die versumpften Senken, die vor diesen bis zur Donau hinaus sich verbreiten. Zweifelsohne haben wir hier zu einem großen Teil das

Werk von ganz jungen Krustenbewegungen vor uns, wenn auch aus der Oberflächengestaltung allein deren Betrag vielleicht nicht mit völliger Sicherheit abgeleitet werden kann.

In Bayern ist eine Landesvermessung von entsprechender Genauigkeit bereits 1801 begonnen, allerdings erst 1873 abgeschlossen worden. Eine international vereinbarte Längengradmessung führte 1901—1904 zur Nach-messung der „Südbayerischen Dreieckskette“. Dieses Material hat M. SCHMIDT in meisterhafter Weise bearbeitet und dadurch sichergestellt, daß die Unterschiede beider Vermessungen größer sind als durch die Beobachtungsfehler allein erklärt werden könnte. Zum gleichen Schluß führte ihn der Vergleich des Feinnivellements von 1873 mit den Nach-messungen von 1901—1918. Messung, Ausgleichsrechnung, Diskussion und endlich noch der Schluß auf reale Bodenbewegungen sind Domäne des Geodäten, die respektiert werden muß; die Ziffern braucht der Geologe aber nicht kritiklos hinzunehmen; denn die eine, möglicherweise die größere Hälfte der Differenz zwischen alten und neuen Koordinaten kommt immer noch aufs Konto der Beobachtungsfehler, und es ist außerdem nicht ohne weiteres zu übersehen, wie die Operationen der Ausgleichsrechnung diese beiden Posten auf die einzelnen Stationen verteilt haben. Wir sind daher nicht bloß berechtigt, sondern auch verpflichtet, das vorerst rein formale Rechnungsergebnis den geologischen Tatsachen gegenüberzustellen.

Zuerst beseitigen wir ein mehrfach zu beklagendes Mißverständnis. Für die „Bayerische Landesvermessung“ ist natürlich München das A und das O, oder mathematisch ausgedrückt der Koordinatenanfangspunkt und hat deswegen die Verschiebungskomponenten O, O, O zugeschrieben bekommen. Unter dieser Annahme ergab sich, daß zwischen dem Zeit-punkt der beiden verglichenen Dreiecksmessungen alle sonstigen T. P. eine Verschiebung nach Westen erlitten hätten, ausgenommen Aufkirchen, Mitbach, Schweitenkirchen (und selbstverständlich München). Nach den Grundsätzen, die KOPERNIKUS eingeführt hat, ist anzunehmen, daß eine kleine Scholle, die von München sich gegen Ost und Nord ausdehnt, um ein entsprechendes Stück nach Osten verschoben worden wäre. Was von geologischer und anderer Seite über eine „allgemeine Westdrift“ geäußert worden, ist gegenstandslos.

Für die Beurteilung der Ergebnisse ist eine Bemerkung von ziem-licher Bedeutung, die sich beim ersten Blick auf die von M. SCHMIDT (1920) gegebene Tabelle der Verschiebungen aufdrängt: es scheint, daß diese um so größer ausfällt, je weiter der betreffende T. P. von München, d. i. vom Koordinatenanfang, entfernt liegt. Besonders stark und deutlich tritt das im westlichen Teil der „Südbayerischen Dreieckskette“ hervor, also bei den T. P., die auf der Iller-Lech-Platte liegen, und deren Untergrund ich für viel stabiler halten möchte, als den der übrigen. „Das kann nicht mit der Eigenart der realen Bodenbewegung gedeutet werden, sondern erweckt entschieden den Verdacht, daß im Ergebnis noch ein systematischer Fehler von ziemlicher Größe steckt“<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Am nächsten hätte die Vermutung gelegen, daß die sehr merklich bewegte Münchener Scholle dabei deformiert und dadurch die Basis München—Aufkirchen (die ja normal zu den herzynischen Falten verläuft) verkürzt worden wäre. Nach neueren Nachmessungen (CLAUSS) soll das aber nicht der Fall sein, im Gegenteil, sie könnte nur größer geworden sein. Also muß diese Frage noch offen bleiben.

Die zweite Gruppe der geodätischen Beobachtungen sind Fein-nivellements in einer großen Schleife München—Mühldorf—Markt—Freilassing—Rosenheim—Holzkirchen—München, mit mehreren Querverbindungen. M. SCHMIDT hat (1918) eine sehr anschauliche graphische Darstellung<sup>8)</sup> der Resultate gegeben — die Ziffern standen mir leider nicht zur Verfügung — aber das Bild dieser „Isokatabasen“ ist mit dem Bild der Horizontalverschiebungen nicht in Einklang zu bringen. Die Darstellung, welche die Vertikalbewegungen in den Isokatabasen gefunden haben, entspricht einer synklinalen Einmuldung, deren Tiefenlinie und Achse etwa von Deisenhofen über Zorneding—Mitbach nach Mühldorf, ONO oder noch etwas mehr zu O, streicht; dann sollten die horizontalen Verschiebungen normal dazu, NNW—SSO und umgekehrt, gegangen sein, und weil die Mulde gegen W sich heraushebend angegeben wird, so müßte der Zusammenschub im Osten größer als im Westen gewesen sein. Man kann jedenfalls auch andere Bewegungsbilder ersinnen, aber immer sollten die Horizontalkomponenten in irgendeinem systematischen Zusammenhang zu der (angeblich) entstehenden Deformation der Oberfläche zu bringen sein. Ich habe die Ziffern (M. SCHMIDT 1920) in verschiedenen Arten ausprobiert, umgeändert, mit der oben angedeuteten „Kopernikanischen Verbesserung“ und mit anderen Relativitätshypothesen; umsonst! Geht der eine Vektor die Achse der Isokatabasenumulde (M. SCHMIDT 1918) entlang, so geht der andere quer, einen einigermaßen tektonisch möglichen Sinn hineinzubringen, ist mir nicht gelungen.

Das nächste wäre den Einfluß der vertikalen Bodenbewegungen auf den Abfluß des Wassers zu untersuchen. Das Ergebnis ist wieder eindeutig, eine Korrelation zwischen dem M. SCHMIDT'schen Isokatabasenbild und der Gewässerkarte besteht auch nicht. Einzig ein Stück des unteren Inn- und Salzachlaufes könnte dafür angeführt werden, aber gerade nur dort, wo Karte und Profil nicht übereinstimmen. Läßt man die Störung von Laufen als Senkungsmaximum gelten (und das muß man wohl; vgl. unten, Anm. 8), so fällt auch diese kurze Übereinstimmung weg, und beide Flüsse fließen in die Mulde hinein und auch wieder heraus, ohne daß man ihnen etwas ankennt. Das gleiche gilt von der Alz, an der besonders merkwürdig ist, wie ihr Lauf streckenweise längs der angeblichen Isokatabase hinbalanziert. Die Isar dagegen fließt am oberen Trichterende ruhig vorbei, fühlt sich dadurch gar nicht angezogen, sondern durchbricht in gerader Fortsetzung ihres Laufes die scharf sich entgegenhebende Kuppel bei München; aber nachdem sie dieses Hindernis überwunden hat, gerät sie erst ins „Moos“, und macht dann (zusamt der Amper) bei Freising einen Knick, als ob sie auf ein Hindernis gestoßen wäre, während eine Verlängerung der Isokatabasen, die zwischen Schwaben und Dorfen sich gerade nach

<sup>8)</sup> Ich muß aber von vornherein bemerken, daß dortselbst das Bild der Isokatabasen mit dem druntergezeichneten Profil nicht in Einklang gebracht werden kann: nach dem Profil hat Laufen die größte Senkung und das muß nach der unmittelbaren Beobachtung bei Laufen wohl auch sein. (Oder sollten die Bemängelungen, die SCHMIDT 1914, S. 90, ausgesprochen, zu recht bestehen? Das mußte dann doch ausdrücklich zu der Figur bemerkt werden!) Dieses Senkungsmaximum bei Laufen wirft aber die Zeichnung der Isokatabasenkarte ganz über den Haufen.

Nord drehen, hier im Gegenteil ein Herabsinken des Bodens erwarten ließe.

Kurz, wenn die Ausbildung des Gewässernetzes von Oberbayern unter dem Einfluß von gleichzeitigen tektonischen Bodenbewegungen zustande gekommen ist, so muß deren Bewegungsbild ganz anders gewesen sein, als jenes, das sich aus Isokatabasenkarte, Profil und Ziffern bei M. SCHMIDT (1918) ergibt. Wenn man als Aktualist eine solche völlige Umkehrung der tektonischen Tendenzen von gestern auf heute nicht annehmen will, so bleibt wohl nichts anderes übrig, als den Spielraum, welchen die Beobachtungsunsicherheiten bei jenen Nivellements noch reichlich lassen, zu einer wesentlichen Umgestaltung des aus ihnen abgeleiteten Bewegungsbildes zu benutzen.

Zuerst muß die „Kopernikanische Umkehrung“ mit den Nivellements ebenso vorgenommen werden, wie mit den Dreiecksmessungen, d. h. an Stelle einer allgemeinen Senkung (welcher Vorgang die Beobachtungen über Stauungen im Wasserabfluß ja niemals erklären könnte), ist Hebung im Nullpunkt München anzunehmen. Dies fügt sich mit der Ostverschiebung derselben Scholle zu dem Bild eines sich aufwölbenden Antiklinalscheitels zusammen. Ein solcher wäre geeignet, Randseen usw. aufzustauen, nur müßte er zu diesem Zweck etwa NW—SO streichen; entsprechend einer Verbindungslinie der Nordenden von Ammersee—Würm—Tegernsee—Schliersee (mit einiger Nachhilfe ist eine solche Hebungsschule in die Ziffern der Nivellementsschleife München—Holzkirchen—Rosenheim vielleicht doch hineinzubringen). Weitere Verlängerung gegen SO kommt gegen die Schwelle von Wörgl, welche die Kryptodepression von Innsbruck abriegelt, und ins Pinzgau (AMPFERER 1921, S. 75, 81); gegen NW in das Gebiet westlich vom unteren Lech, wo PENCK horstartige Heraushebungen des Deckenschotter angegeben hat<sup>9)</sup>.

Eine zweite Hebungsschule wäre bestimmt durch die Schwelle des Starnseebeckens, ferner das Knie des Inn, das ja wie ein Ausweichen des Flusses vor einem von SO her sich heraushebenden Sporn aussieht<sup>10)</sup> und die Schwelle vor dem Erdinger und Dachauer Moos. Die morphologische Sonderstellung dieser Zone kann glücklicherweise aus einer sicher nicht voreingenommenen Darstellung belegt werden, aus einer Karte der Reliefenergie, welche KREBS gegeben hat. Dieser zeichnet ein (relatives) Hochgebiet bei Waging (NO von Traunstein, ebenfalls anstehendes Tertiär), dann wieder ein solches zwischen Wasserburg und Mettenbach am Inn, Dorfen und Ilsen (im letzteren Teil wohl schon außer den Randmoränen) und weiter einige Inseln hohen Reliefs: östlich

<sup>9)</sup> PENCK & BRÜCKNER I, S. 40, 51, betr. Stauffersberg — was dessen Wert als T. P. beeinträchtigen würde. (Wird allerdings von EBERL bestritten!) Wegen des — von PENCK angegebenen SW-NO-Streichens der Verwerfungen vgl. unten S. 206, Anm. 11.

<sup>10)</sup> Die Endmoränenlandschaft verschleiert, den Wasserablauf bestimmt sie nicht; denn sowohl an der Alz unter Seebrück als am Inn unter Wasserburg steht Tertiär an. Mit den Ziffern des Nivellements ist diese Antiklinale insofern verträglich als Haar — Zorneding — Grafing danach größere Senkungen zugeschrieben bekamen als Schwaben — Wasserburg. Die Synklinale auf der anderen Seite bekäme man, wenn man die vielberufene Senke von Laufen — wie man eigentlich müßte, mit Mühldorf verbindet.

der Ilm bei Pfaffenhofen, SO von der Paar bei Hohenwart—Pörnbach, W und N von Pöttmes (SO von Neuburg a. d. Donau). Die beiden ersteren Inseln hohen Reliefs könnten Erosionsrelikte sein, irgendwie herauspräpariert aus einem geschlossenen Rücken, für Pöttmes (übrigens wieder ein T. P. 1) gibt aber PENCCK (S. 53) eine 100-m-Heraushebung an NNO streichenden Verwerfungen an, die noch den Deckenschotter zerrissen hätten<sup>11)</sup>. Eine Fortsetzung dieser Hebungswelle nach der anderen Seite, nach SO quert die Enns etwa bei Schladming<sup>12)</sup>.

Weiterhin erscheinen in der Karte von KREBS ausgedehnte Gebiete mit verhältnismäßig höherem Relief östlich von Salzburg—Laufen—Mattighofen; dann nördlich vom Inn bei Erharting—Pfarrkirchen—Vilshofen—Passau; südlich der Isar von Landshut bis Landau. Eben wegen dieser mehr flächenhaften Verbreitung möchte ich hier nicht eine Antiklinalschwelle sehen, sondern den aufgebogenen Rand der Schärdinger Grundgebirgsscholle (s. S. 209), der also etwa Braunau—Landshut streichen würde und mit seiner NW-Fortsetzung schließlich das Donaumoos bei Ingolstadt stauen würde.

Nach SO schließt an die Schwelle, welche die Oberösterreichischen Randseen staut, ebenfalls SO streichend: Vortreten des Attersees nach N gegenüber dem Traunsee. Die Fortsetzung dieser Hebungzone trifft schließlich im SO auf die Felsschwelle am Gesäuseeingang, welche die Kryptodepression der Enns („Wörschacher Moor“) abriegelt (AMPFERER 1921, S. 83; SCHWINNER 1924, S. 47).

Gewiß, diese morphologischen und hydrographischen Daten sind mit ziemlicher Unsicherheit behaftet; der Lokalkundige wird vielleicht bei den meisten im einzelnen eine andere lokale Erklärung geben können; der Gesamtheit aber und ihren unleugbaren Zusammenhängen dürfte eine solche kritische Behandlung nicht völlig gerecht werden; deren Betrachtung führt immer auf ein einheitliches tektonisches System, wie eben dargelegt worden ist. Schließlich darf man auch nicht übersehen, daß es sich hier um abschließende Ergebnisse noch gar nicht handeln kann und soll. Das Ziel dieser Arbeit ist ja erst festzustellen, welche tektonische Bewegungen in der nächsten Zeit eine gewisse größere Wahrscheinlichkeit haben, um deren Messung zweckmäßig in die Wege leiten zu können; und für diesen Zweck leisten jene an sich vielleicht etwas problematischen Andeutungen gute Dienste.

Das Material, das von Geophysikalischen Untersuchungen zur Verfügung steht, liefert für Ober- und Niederbayern einige weitere wichtige und interessante Andeutungen.

Die SIEBERG'sche Bebenkarte wird, da das Epizentrum schon recht weit entfernt ist, naturgemäß weniger bestimmt und sicher. Die

<sup>11)</sup> Diese tektonischen Kleinformen sagen über den Verlauf der Großformen nichts aus; wird Deckgebirge durch eine — posthum bewegte (s. S. 202) — Grundgebirgswölbung emporgetragen, so reagiert es durch Verschiebungen in ihm etwa früher aufgeprägten Baufugen — hier eben in jenen, die an der Donau dem Jura alpidisch aufgeprägt worden sind, so daß die im ganzen und großen NW-SO streichende Großschwelle an der Oberfläche gebildet erscheint von Kleinschollen, die an SW-NO-Brüchen gestaffelt sind.

<sup>12)</sup> Vgl. AMPFERER 1921, S. 82; SCHWINNER, R.: Geologisches aus den Niedern Tauern. — Z. Alpenver. 1924, S. 43.

etwas größeren Bebenstärken, bei Landshut, längs dem unteren Inn und dann fort an der Donau, scheinen mehr von den obersten Bodenschichten (Flußalluvium), als vom Grundgebirge bestimmt zu sein. Einiges ist allerdings recht deutlich; so die Bogenwendung des Bayerischen Waldes um Regensburg, und O bzw. SO von München ein wenig erschüttertes Gebiet — das „Tegernseer Massiv“ (s. S. 201/202).

Die Karte der Schwereanomalien bestätigt die Bogenwendung des Bayerischen Waldes um Regensburg, und läßt dazu jenseits derselben in einem großen Minusegebiet eine Senke erkennen, die sich hier zwischen die kristallinen Massive einschiebt und auf deren große Sedimentmächtigkeiten bereits WURM (1929) aufmerksam gemacht hat. Ausgezeichnet ist der herzynische Grundbau unter der östlichen Bayerischen Ebene zu erkennen. Scharf abgegrenzte Streifen mit Überschwere (nach den Erfahrungen in Österreich — SCHWINNER 1929 — als Schwellen tiefen Grundgebirges anzusehen) streichen von Ingolstadt über Landshut nach Mühldorf und von Regenstauf über Straubing—Ried nach Gmunden. Dagegen ist von einer Strukturachse Deisenhofen—Mühldorf, wie sie das Isokatabasenbild zeichnet, im Bild der Schwereanomalien keine Andeutung zu sehen.

In der Nähe der Alpen ist nach dem heutigen Stand der Kenntnisse mit den Schweremessungen überhaupt wenig anzufangen; besonders in der Reduktion nach BOUGUER erdrückt die Gebirgsrandstörung fast alle Einzelheiten, nur ausnahmsweise kann irgendeine feinere Zeichnung merkbar werden. Eine solche ist in der SIEBERG'schen Bebenkarte angedeutet als wenig erschütterte kleine Insel, die zwischen den Süden von Ammersee und Würmsee beginnt und gegen SW streicht. Nun zeigt sich, daß Hohenpeißenberg — auf dieser seismischen Insel gelegen — die gleiche Schwereanomalie hat wie Füssen. In Anbetracht der Alpenrandstörung muß das als starke Rückläufigkeit des Schweregefälles angesehen werden, die näher untersucht werden sollte.

Trotz solcher glücklich getroffenen Einzelzüge liefern die Schweremessungen doch nur ein recht unvollkommenes Bild des Untergrundes. Warum? Das erkennt man durch Vergleich des Stationsabstandes in der SCHÜTTE'schen Karte mit den Dimensionen der geologischen Bauelemente in Abb. 3; durch die Maschen eines so weiten Netzes muß vieles — und vielleicht manchmal nicht das unwichtigste — durchfallen. Eine mäßige Verdichtung des Netzes, etwa auf die Hälfte des heutigen Abstandes der Stationen, würde diesen Übelstand nur teilweise beheben, andererseits aber ist die entsprechende Vervielfachung der Stationenzahl, heute und lang noch kaum zu erschwingen! Eine solche wahllose Vervielfachung der Stationen wäre aber auch kaum zweckmäßig, sie könnte örtlich doch ungenügend und andernorts die reine Verschwendung sein. Nach dem heutigen Stand der Kenntnis kann man die Schwereprofile aussuchen, die eine wirklich genaue Untersuchung verdienen. So würde z. B. eine genügend dichte Stationsreihe<sup>13)</sup> auf der Linie Füssen—München—Landshut—Straubing—Fürth in einem großen Teil der hier oben besprochenen Fragen Aufklärung bringen.

<sup>13)</sup> Vgl. dazu SCHWINNER, R.: Über den Horizontalabstand von Pendelstationen. — Z. Geophys. 6, S. 111—114, 1930.

NIPPOLDT's Karte der Isanomalen der erdmagnetischen Vertikalintensität, die uns bereits das Umschwenken des Vindelizischen Kristallin von der Alb zum Bodensee hat erkennen lassen, zeigt auch (vielleicht etwas weniger deutlich) den Bogen, in dem Bayerwald-Kristallin rund um Regensburg zieht. Aus der schönen Arbeit von BURMEISTER habe ich mir eine Karte der Linien gleicher Vertikalintensität zusammengestellt (die Tafeln geben dort nur die Linien gleicher Deklination, Inklination, Horizontalintensität). Diese ließ die Allgäusigmoide spüren und am Chiemsee, wo reichlicher Stationen sind, war herzynisches Streichen klar ausgedrückt<sup>14</sup>). Sonst ergab sich, daß die Stationen in Süd- und besonders in Südostbayern überhaupt nicht sehr zahlreich sind, gerade dort auf vielen die Inklination nicht gemessen ist, und daher die — geologisch am ausdrückvollsten wirkende — Vertikalintensität nicht zu berechnen war, daß somit ein geschlossenes, geologisch verlässliches Bild auf keine Weise zu erwarten gewesen wäre. Ich habe drum die Absicht, die Anomalien der Vertikalintensität selbst zu berechnen, aufgegeben, und will hoffen, daß diese nächstens ohnedem von der rührigen Bayerischen Geophysik würden geboten werden, zusaamt der nötigen Verdichtung des Netzes magnetischer Stationen in Südbayern, in einem Gebiet, dessen Schotterflächen einer magnetischen Erkundung gerade so günstig sein müßten, wie das Diluvium der Elbeniederung, wo REICH (Zeitschr. Geophys., 4, S. 88 ff.) u. a. mit der magnetischen Feststellung der „latenten Massive“ so schöne Erfolge erzielt haben.

Von den geologischen Angaben über den Untergrund der Bayerisch-Oberösterreichischen Randseenzone bezieht sich die älteste darauf, daß im Altpaläozoikum zwischen den Ablagerungsgebieten desselben in Innerböhmen und in den Alpen Verbindung bestanden haben muß, und daß diese nur im Westen, in Bayern gesucht werden kann<sup>15</sup>). Aus den altpaläozoischen Geosynklinalen entstanden variskische Falten; diese streichen in Innerböhmen NO—SW, heben allerdings dann am Randgebirge aus, ein Ende können sie dort ursprünglich nicht gehabt haben. Posthumes Wiederaufleben der Senkungstendenzen schuf die „Tröge“, in denen das Rotliegende abgelagert wurde, hier die „Mittelböhmische“ und die „Naabsenke“, zwischen denen eine Verbindung vielfach (STILLE, S. 713), und wohl mit Recht, angenommen wird. Nach Ausweis der Schweremessungen dreht diese Senke in einem Bogen mit dem Zentrum etwa in Regensburg um in S- und dann in SO-Streichen, also gerade entgegen den variskischen Falten, welche aus der Grauwackenzone nordwestwärts, unter den Kalkalpen durch herstreichen.

Die östlichste Sedimentfaltenzone dieser Variskischen Alpen streicht unter der Kryptodepression des Ennstales (Admont—St. Martin) in die Kalkalpen hinein<sup>16</sup>), in der Richtung der Gosausenken von Windischgarsten, Steyerling, gegen die Oberösterreichischen Randseen zu. Die Fortsetzung würde unter Salzburg—Landshut gegen Ingolstadt (Donaumooos von PENCK als Senkungsfeld bezeichnet) streichen und von dort

<sup>14</sup>) Nach den magnetischen Vermessungen von SCHEDLER — bisher allerdings erst die Deklination veröffentlicht (Wien, Zentr. A. Meteor. 1932) — setzt sich diese herzynische Störungszone weit in den Alpenbau hinein fort.

<sup>15</sup>) SCHWINNER: Geol. Rundsch. 20, S. 364.

<sup>16</sup>) SCHWINNER: Geol. Rundsch. 20, S. 232.

im Bogen eben in die Naabsenke umgeleitet werden<sup>17</sup>). Westlich davon folgt eine mit Kristallin aufbrechende Antiklinalzone, die Schladming-Schicht-Schwelle (nach dem Ausweis der sie begleitenden Diabase = Melaphyre, zum Berchtesgadener Salzberg, und bis und über Mühldorf fortgesetzt). Das mächtigste Sedimentfaltenbündel der Variskischen Zeit streicht aus den Kitzbühlern NW bis NNW gegen den Inndurchbruch (SCHWINNER 1929, S. 118/119), auf seinem Areal entwickelte sich posthum die Senkungszone<sup>18</sup>) des Inntaler Tertiär, und auf der Fortsetzung dürften sich die jungen Senken des Chiemsee, Erdinger Mooses usw. in ähnlicher Weise entwickelt haben.

Die bereits in Niederösterreich erprobte Methode (SCHWINNER 1929, Gerland), die alten Grundgebirgsstrukturen unter den oberflächlichen, oft recht seichten alpidischen Deckenbauten<sup>19</sup>) weiterzuverfolgen, führt also zu Ergebnissen, welche mit der Hydrographie, der Seismik, den Schwere- und magnetischen Messungen gut und leicht in Übereinstimmung gebracht werden können. Der Untergrund des südöstlichen Bayern wird von Variskischen Falten mit SO—NW-Streichen durchzogen, und die heutigen tektonischen Bewegungen sind nichts anderes als ein posthumes Wiederaufleben der durch die renegante Alpenfaltung nur zeitweilig unterdrückten Variskischen Bewegungstendenzen. In den Einzelheiten, wie ich in Abb. 3 diese Verbindungen darzustellen versucht habe, sind Verbesserungen gewiß noch möglich, durch die — dringend zu wünschende — genauere geophysikalische Erkundung und auch durch ein genaueres Studium, wie jene Untergrundstrukturen und Bewegungstendenzen sich in der Gestaltung der mesozoischen Sedimentationsräume ausgewirkt haben, und wie der sich darüber entwickelnde Faltengebirgsbau dadurch beeinflusst worden ist (einige bezügliche Korrelationen habe ich bereits 1929 vorgehoben).

Solange dies nicht zu einer sicheren Einzelgliederung der Untergrundtektonik geführt hat, ist für die Geodäsie das Gebiet um die Randseen von Bayern und Oberösterreich überhaupt und im ganzen als bewegungsbedächtig anzusehen. Größte Wahrscheinlichkeit hat dabei die Bewegung in NO—SW. Sonderstellung hat natürlich die Schärddinger Grundgebirgsscholle, die ein Randteil der Moldanubischen Masse ist, nur durch die jungen Pfahl-Donaubruchstörungen von deren Körper abgeschert. Weil aber diese Scholle zu schmal ist, um für sich allein ein selbständiges Netz tragen zu können, muß sie an eine der Nachbarschollen angeschlossen werden, am besten an das Variskische Faltengebiet, sozusagen als dessen nordöstlichste Randantiklinale.

<sup>17</sup>) Das ist der einzige wesentliche Punkt, in dem wir von der Darstellung abweichen, welche STILLE von den postvariskischen Sedimentationsräumen gegeben hat, und das rechtfertigt sich durch die Ergebnisse der Nürnberger Bohrungen, die erst darnach bekannt geworden sind und durch das Bild der Schärddinger Anomalien, wodurch einer geradlinig streichenden Fortsetzung der Naabsenke gegen WSW der Weg verbaut wird.

<sup>18</sup>) Wie STILLE (S. 700) hervorhebt, entwickeln sich im allgemeinen aus den sedimentären Gesteinskomplexen des Variskischen Gebirges die posthumer Tröge, aus den kristallinen die Schwellen.

<sup>19</sup>) Wie überraschend seicht solche sein können, haben die Bohrungen am Karpäthenrand gezeigt. (PETRASCHKE 1928.)

## 4. Die Moldanubische Masse

Der gewaltigste Aufbruch tiefsten Grundgebirges in Mitteleuropa, für den größten Teil seiner geologischen Geschichte erweislich Hochgebiet, seismisch wenig oder nicht aktiv, zweifellos Dauerscholle. Die nördliche Begrenzung kommt nicht in Diskussion, was zum österreichischen Netz gehört: Markstein, Kohout, Schöninger, und dazu der für den Anschluß an Bayern vielleicht in Betracht kommende Plöckenstein, das liegt alles sicher noch auf der Dauerscholle.

Der SW-Rand ist dagegen durch eine gewaltige Dislokationszone der jüngeren Zeit abgeschnitten, die zwischen dem Bayerischen Pfahl und dem Donaubruch liegt. Der Pfahl zieht von Regen nach Aigen, also zwischen SO und OSO, und vermutlich auch noch ein Stück weiter, der Donaubruch parallel zum Pfahl, und ca. 25 km südlich von ihm: Regensburg—Passau (Hals)—Aschach—(Linz), über 160 km Länge nachweisbar. Inwieweit ist diese Zone heute noch als aktiv zu betrachten? Den Pfahl selbst könnte man wegen der Quarzausscheidung als verheilt, konsolidiert ansehen, jedenfalls ist seine morphologische Heraushebung im wesentlichen der Gesteinsfestigkeit zu danken, nicht einer jungen Hebung. Aber selbst hier wird man die Möglichkeit junger Bewegungen nicht mit völliger Sicherheit ausschließen dürfen, denn KÖLBL beschreibt aus dem Mühlviertel in Verlängerung der Pfahlzone Mylonitzonen, die noch nicht verheilt sind. Die südlichste Dislokation, der Donaubruch, ist jedenfalls noch in jüngster Zeit aktiv gewesen (Wandern der Bewegung nach außen?), er prägt sich demgemäß klar in der Landschaft aus. Die Bewegung an diesen Dislokationen dürfte keine einfache Verwerfung gewesen sein. Stellenweise beobachtete Überschiebungerscheinungen ließen die böhmische Masse für südwestwärts auf die Niederbayerische Tafel aufgeschoben ansehen (ROTHPLETZ, PETRASCHKEK, KÖLBL). Es sind aber jene „Überschiebungen“ nicht unbestritten geblieben (LEHNER), sie können ebensogut unwesentliche Begleiterscheinungen sein (die Beschreibungen, die KRAUS von Vilshofen gibt, würden sehr für diese Auffassung sprechen); wahrscheinlicher ist Abscherung unter dem Druck der gegen die Spitze der Böhmisches Masse drückenden Alpenfalten, wofür spricht, daß im Osten die konjugierte Scherflächenschar (NO—SW) auftaucht. Die Schärddinger Grundgebirgsscholle, die durch die Pfahlzone vom Massiv abgeschnitten wird, hat Kristallin von Bayerwaldfazies (S von Passau, Sauwald, Kirnbergerwald), Granite, wie sie bei Wels 1037 m tief erbohrt, und in der Randschubfläche der Alpen bei Weyer als Klippe aufgeschleppt worden sind, in der südlichsten Randzone aber auch zweitstufiges Kristallin, denn unter den exotischen Geröllen um Gmunden überwiegen Glimmerschiefer (GEYER, FUGGER), die man wohl auch hier aus der Nachbarschaft, nicht etwa von den Gebirgen des Mondes abzuleiten hat.

Das österreichische Dreiecksnetz sollte durch den Plöckenstein ergänzt werden, der dann mit Sternstein den Rand der Dauerscholle vorstellen würde, und als Gegenpart sollte eine Station um Schärdding gesucht werden. Fortsetzung bis Regensburg wäre wünschenswert, und von dort dann auf die Alb, womit der Ring der Dauerschollen geschlossen wäre.

Die Südostseite des Massivs ist spiegelbildlich, aber schwächer gesplittert als die Südwestseite, eine SW—NO-Verwerfung durch die

Wachau schneidet den Dunkelsteinerwald ab und lenkt vielleicht über die „Diendorfer Verwerfung“ NNO bis N in die Bruchzone der Boskowitz Furche ein (F. E. SUSS). Die Randzone ist im Osten allerdings sehr eigenartig ausgebildet (Moravisch), aber die dazwischen liegenden Dislokationen sind sicher lange schon völlig inaktiv, im Gegenteil, der geschlossene Sockelbau der kristallinen Masse reicht hier ungeändert und ungebrochen tief unter den Rand der Niederösterreichischen Kalkalpen hinein, so daß selbst an jenen viel jüngeren Dislokationen bedeutendere Bewegungen nicht mehr zu erwarten sind. Nach Ost reicht der Massivrand bis unter die Klippen, die in Scherlingen (Waschberg) und exotischen Blöcken sein Kristallin uns zeigen.

## III. Zusammenfassung

Im allgemeinen kann eine Vorhersagung künftiger tektonischer Vorgänge nur gegründet werden auf die Kenntnis der vorhergegangenen, aus denen nach den beiden Leitsätzen der „Konsequenz“ und der „Stetigkeit in der tektonischen Entwicklung“ alle späteren sich ergeben. In alten und ältesten Zeiten geformte und geballte Massen bilden die Kerne, um welche sich späterhin immer wieder, in wechselnden Kombinationen die Striche der tektonischen Bewegung ranken. Allerdings besteht in dieser Hinsicht ein Unterschied zwischen den beiden Hauptgruppen der tektonischen Vorgänge. Die orogenetischen Bewegungen werden wohl im großen von der angetroffenen Massenverteilung und Struktur bestimmt; aber solche weit ausholende Bewegung erzwingt Großzügigkeit und Schlichtheit der Baulinien, diese können daher nicht allen Schnörkeln des alten Baues folgen, sie müssen im einzelnen Teile desselben „renegant“ kreuzen, verdecken, zerstören. Viel treuer folgen die epirogenetischen Bewegungen den alten Vorzeichnungen, oft lassen sie auch „posthum“ Züge der alten Tektonik wieder aufleben und durchschlagen, welche von der vorhergegangenen Orogenese völlig überwältigt geschienen hatten.

Für die Zwecke der Geodäsie ist danach eine Unterscheidung zu treffen zwischen „Dauerschollen“ und Zonen tektonischer Bewegung. Dauerschollen sind Gebiete, die wahrscheinlich Form und Größe für die nächst absehbare — wesentlich nicht orogene — Zeit ungeändert behaupten werden, alte Massive und Grundgebirgskerne z. B. Der Bereich jeweils einer solchen Dauerscholle ist als Teilnetz der Vermessung auszugestalten, in das nur Beobachtungsfehler eingehen, aber keine realen Verschiebungen, und das daher für sich auszugleichen ist. In den Zwischenstreifen dagegen werden — natürlich neben den gewöhnlichen Fehlern — die realen tektonischen Verschiebungen konzentriert, und können daher hier bei der Vermessung bzw. Nachmessung leichter erfaßt und ausgesondert werden.

Nach Diskussion des Variskischen Baues von Süddeutschland werden im unmittelbaren Alpenvorland drei größere Dauerschollen unterschieden: Schwarzwald, Schwäbisch-Fränkische Schwelle, Moldanubische Masse; getrennt von Bewegungszonen in der Verbindung Bodensee—Kraichgau und im Strich Pfahl—Donaubruch. Aber auch die Nördlichen Kalkalpen dürften heute größtenteils ausgefaltet,

konsolidiert sein. Tektonisch weiter aktiv dürften nur sein: der nördliche Alpenrand, besonders die dislozierte Molasse, und die Längstafel, zwischen Kalk- und Zentralalpen, mit diluvialen Kryptodepressionen, Bebenlinien.

Eine Ausnahme macht Südostbayern, dessen tertiäre und diluviale Schotterfluren, Randseen, Moose, Moränen usw. über altpaläozoischem Geosynklinalgebiet und daraus aufgestauten Variskischen Faltenzügen liegen, deswegen in der ganzen Fläche posthumer epirogenetischer Bewegungen unterworfen, wie sie sich aus der Vergitterung dieser mit den alpidischen Leitlinien ergeben. Die Existenz solcher Krustenbewegungen hat M. SCHMIDT aus der Bayerischen Vermessung bereits nachgewiesen; doch wird die Darstellung des Bewegungsbildes weiterer Untersuchung und vermutlich ernstlicher Verbesserungen bedürfen. Besonders die aus den Nivellements abgeleitete Einmündung mit der Achse Deisenhofen—Mühdorf paßt nicht zu dem SO—NW-Streichen, wie es die theoretische Rekonstruktion des Variskischen Gebirges und die geophysikalischen Messungen im Untergrund vermuten lassen, und wie es zu Oberflächen-gestaltung und Wasserablauf viel besser passen würde.

Auch innerhalb des westlichsten Teiles der Kalkalpen sind rezente tektonische Bewegungen teils durch Nivellement nachgewiesen, durch Beben angezeigt oder nach der Tektonik zu vermuten, und zwar anscheinend auf der ganzen Innenfläche der „Allgäusigmoide“ des Variskischen Grundgebirges und anschließend an das weiträumige Störungsgebiet der Bodensee-Rheintal-Senke.

#### IV. Schriftenverzeichnis.

- AMPFERER, O.: Über die Bohrung von Rum bei Hall in Tirol. — Jb. R.-A. Wien, S. 71—84, 1921.
- BRÄUHÄUSER, M.: Die Herkunft der kristallinen Grundgebirgsgerölle in den Basalttuffen der Schwäbischen Alb. — Württemb. Jh., 74, S. 212—274, 1918.
- BURMEISTER, E.: Erdmagnetische Landesaufnahme von Bayern. — Veröff. Erdphys. Warte, Sternwarte München, Heft 5, 1928.
- EBERL, B.: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorland. Augsburg 1930.
- HENNIG, E.: Geologie von Württemberg nebst Hohenzollern. Berlin 1923.
- KOCKEL, C.: Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 15, S. 63—168, 1922.
- KÖLBL, L.: Geologische Untersuchungen der Wasserkraftstollen im oberösterreichischen Mühlviertel. — Jb. R.-A. Wien, S. 331—364, 1925.
- KREBS, N.: Eine Karte der Reliefenergie Süddeutschlands. — Peterm. Mitt., S. 49, 1922.
- LEHNER, A.: Beiträge zur Kenntnis des „Rotliegenden“ am Rand des Bayerischen Waldgebirges. — Diese Z., Monatsber., S. 186—203, 1920.
- NENNSTIEL, FR.: Entstehung und Ausbreitung Deutscher Erdbeben, in ihrer Abhängigkeit von den geologischen Verhältnissen. — Veröff. Reichsanst. Erdbebenf., H. 12, Jena 1930.
- NIPPOLDT, A.: Verteilung der örtlichen magnetischen Störungen in Europa. — Z. Geophys., 3, S. 313, 1927.
- PENCK, A., & BRÜCKNER, E.: Die Alpen im Eiszeitalter. I. Bd., S. 40—54, 122, 184.
- PENCK, W.: Die Piedmontflächen des südlichen Schwarzwaldes. — Z. Ges. Erdk., Berlin, S. 81—108, 1925.

- PETRASCHEK, W.: Eine Fortsetzung der Regensburger Jurabildungen in Oberösterreich. — Jb. u. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N. F., 11, S. 15, 1922.
- REGELMANN, C.: Neuzeitliche Schollenverschiebungen der Erdkruste im Bodenseegebiet. — Ber. 21. Vers. Oberrhein. Geol. Ver., Lindau 1907.
- : Erdbeben und Herdlinien in Südwestdeutschland. — Württ. Jh., S. 107, 1907.
- REICH, H.: Geophysikalische Probleme des Rieses. — Dies. Z., S. 99—109, 1929.
- RICHTER, M.: Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der subalpinen Allgäuer Molasse. — Geol. Rdsch., 17 a, S. 317—362, 1926.
- SCHMIDT, M.: (Arbeiten über die Bayerischen Feinmessungen) in Münchener Berichte: 1906, 1908, 1910, 1912, 1914, 1915, 1918, 1920.
- SCHÜTTE, K.: Karte der Schwereabweichungen von Süddeutschland. München 1930.
- SCHWARZ, H.: Über die Auswürflinge von kristallinen Schiefen und Tiefengesteinen in den Vulkanembryonen der Schwäbischen Alb. — Württemb. Jh., S. 227—288, 1905.
- SCHWINNER, R.: Die älteren Baupläne in den Ostalpen. — Diese Z., S. 110 bis 120, 1929.
- : Zur Deutung der Transversalbeben in den nordöstlichen Alpen. — Z. Geophys., 5, S. 16—31, 1929.
- : Geophysikalische Zusammenhänge zwischen Ostalpen und Böhmischer Masse. — GERLAND's Beitr., 23, S. 35—92, 1929.
- SIEBERG, A., & LAIS, R.: Das Mitteleuropäische Erdbeben vom 16. November 1911. — Veröff. Reichsanst. Erdbebenf., 4, Jena 1925.
- SPIEGELHALTER, F.: Ein Goniatit aus dem südlichen Schwarzwald. — Centrbl. Min., S. 506, 1910.
- STILLE, H.: Die Oberkarbonisch-Altdyadischen Sedimentationsräume Mitteleuropas in ihrer Abhängigkeit von der Variskischen Tektonik. — Congr. Carbonif., Heerlen 1927.
- WASMUND, E.: Ein rätischer Riesenfindling im Allgäuer Rheingletschergebiet. — Centralbl. Min., S. 609, 1929 B.
- WURM, A.: Geologie von Bayern I. Berlin 1925.
- : Zur Paläogeographie der süddeutschen Scholle. — Centralbl. Min., S. 33—40, 1929 B.

(Urschrift eingegangen am 19. Oktober 1931.)