

24.401 80
aus „Gerlands Beiträge zur Geophysik“
413—438 Herausgegeben von V. Conrad, Wien

24401 80

Bd 28 (1930)

*zum Gedenk
an Joseph Geyer
1930
v. Prof.*

Die Makroseismen vom 14. Mai 1930,
bezogen auf den Bau der Ostalpen

Von
Robert Schwinner
Graz

(Mit 3 Figuren)



Leipzig
Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.
1930



Die Makroseismen vom 14. Mai 1930,
bezogen auf den Bau der Ostalpen.

Von
Robert Schwinner, Graz.

(Mit 3 Figuren.)

Zusammenfassung: Das Erdbeben vom 14. Mai 1930 zeigt nach den makroseismischen Beobachtungen eine paradoxe Art der Ausbreitung. Von einem Herd im Gebiet der obersten Gail (für genauere Bestimmung genügen die Meldungen nicht) verbreitete es sich gleichmäßig, nur wenig an Stärke abnehmend: einerseits nach W und NW, durchs Altkristallin des Puster- und Stubaitales bis ins Oberinntal; andererseits nach N quer über die Tauernkette („Transversalbeben“) bis ins Mittelpinzzau und nach Kitzbühel. Der Zillertaler Kern; eine SW—NO durchs mittlere Gailtal streichende Querzone, entsprechend der Bordagliastörungszone; der südliche Teil des Hochalmmassivs und anschließend das Gebiet der „Kärntner Seen“; schließlich die variskischen Falten im Pongau erscheinen als vier „Seismische Schwellen“, an denen die Bebenstärke scharf absinkt. Im O jenseits der Schwellen Nr. 2—4 tauchen zum Teil wieder höhere Bebenstärken auf.

Dieses Bild hat mit der Gestalt der Gebirgsoberfläche gar keine Korrelation und mit der geologischen Karte (besonders aber mit den landläufigen Deutungen derselben) solche nur in Einzelheiten, in den Hauptzügen gerade nicht; wohl aber mit dem Bild, das ich 1928 gegeben habe von älteren Faltenzügen (zum großen Teil sind es die variskischen), die, heute an der Oberfläche von der jüngeren Alpenfaltung überwältigt, doch dem tieferen Untergrund aufgeprägt geblieben sind. Die Beziehung besteht darin, daß die Erdbebenwellen quer zum Streichen jener alten Falten gehemmt, längs derselben besonders gut fortgeleitet werden, gegebenenfalls auch quer („transversal“) zum heutigen Alpenbau.

Man hätte sich etwa vorzustellen, daß von jenen Faltentrasse Bewegungsbahnen zur Tiefe absteigen und dort die Diskontinuitätsniveaus zerschneiden und verwerfen, längs welcher die Bebenenergie in „geführten Wellen“ (ULLER) läuft. Solche geführte Wellen können die Stufen schlecht überwinden, ihre Ausbreitung folgt den von den Verwerfungen eingefaßten Teilfeldern der Führungsfläche, wobei die Intensität wenig abnimmt, bei Einengungen sogar steigen kann. Stockwerkgliederung der Führungsflächen ermöglicht das Wiederaufauchen hinter den Schwellen.

Summary: The Earthquake of the 14th of May 1930 shows a paradox manner of its propagation judged by macroseismic observations. From a centre situated in the district of the Upper Gail (Carinthia) — the reports do not suffice for more exact definition — it was propagated uniformly and slightly di-

Geol.B.-A. Wien



0 000001 117745

minishing in intensity: at one side to the W and NNW through the crystalline formation of the Puster- and Stubaital to the upper valley of the Inn; at the other side to the North across the chain of the Tauern ("Transversal Earthquake") to the Middle-Pinzgau and as far as Kitzbühel. The Gneissic Boss of the Zillertal; a transversal line through the middle valley of the Gail corresponding to the fault-zone of Bordaglia; southern part of the Gneissic Mass of the Hochalm and connected to it the lake-district of Carinthia; finally the Varistic folds in the Pongau appear as four "Seismis Barriers" at which the intensity of the quake diminishes suddenly. In the East on the other side of the barriers No. 2—4 above mentioned quakes of higher intensity partly emerge.

These facts have no correlation with the form of the surface, and with the geological map (especially with its common interpretation) only in details but not in the leading feature. However it has correlation with the idea I have given in the year 1928 of older folds (mostly Varistic) which, subdued at the surface by younger Alpine folding, have yet remained imprinted in the lower stratum. The correlation shows itself in the stopping of the transmission of the waves of an earthquake transversal to the trendline of these old folds and in a particular good transmission along them and in case even across ("transversal") to the structure of the Alps of this age.

One had only to imagine that from those traces of folds planes of movement are descending to the depth cutting and dislocating the levels of discontinuity along which the "Conducted Waves" (Geführte Wellen ULLERS) of the quake are running. Such conducted waves can transgress these steps only with difficulty. Their propagation follows the partial fields of the leading planes bordered by the faults, during which the intensity little decrease, and even may increase if these fields become more narrow. A storylike arrangement of the leading planes contrives the reemergence of waves behind the barriers.

Inhaltsangabe.

Zusammenfassung (Deutsch und Englisch)	413
Einleitung	414
I. Die makroseismischen Beobachtungen	415
A. Geographisch geordnet	415
B. Alphabetisch geordnet	417
II. Verlässlichkeit der makroseismischen Meldungen?	419
III. Ausbreitung des Bebens im Alpenbau	423
1. Das herdnahe Gebiet	423
2. Fortpflanzung nach West und Nordwest	426
3. Fortpflanzung nach Ost und Nordost	427
4. Fortpflanzung nach Norden, quer über die Tauern	429
5. Die Hauptzüge der Bebenverbreitung	429
IV. Allgemeinere Beziehungen	430

Das Erdbeben, das in den frühesten Morgenstunden des 14. Mai 1930 große Gebiete inmitten der Ostalpen erschüttert hat, zeigte schon nach den ersten Zeitungsberichten so merkwürdige Züge in seiner Ver-

breitung, daß ich mich deswegen sofort an die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik wendete und auf die Wichtigkeit hinwies, welche eine Bearbeitung dieses Bebens — besonders vom geologischen Standpunkte — haben würde. Der Freundlichkeit von Herrn Reg.-Rat Dr. J. N. DÖRR, der die einlaufenden makroseismischen Daten sammelte und zusammenstellte, verdanke ich das an der Zentralanstalt aufgelaufene Material an makroseismischen Beobachtungen, auf welches sich die Ausführungen dieser Arbeit in der Hauptsache stützen. Die mikroseismischen Beobachtungen entschloß sich Prof. CONRAD zu bearbeiten, so daß ich einfach auf seinen bezüglichen Bericht verweisen kann, der ebenfalls in dieser Zeitschrift erscheinen wird. Weitere wichtige Mitteilungen verdanke ich den Herren Prof. GORTANI, Bologna, und LUTZ, München, sowie Herrn Dr. BURMEISTER, München. Es sei hiermit an dieser Stelle allen diesen Herren für ihre freundliche Unterstützung verbindlichst gedankt. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß dank dem Entgegenkommen der Geologischen Bundesanstalt Wien in den „Verhandlungen“ derselben (Jahrg. 1930, Nr. 8, S. 191—194) ein vorläufiger Bericht, besonders über die geologischen Ergebnisse, veröffentlicht werden konnte.

I. Die makroseismischen Beobachtungen.

Die Originalmeldungen, welche an die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik eingegangen sind, hat Prof. CONRAD selbst geprüft und in Stärkegrade der zehnteiligen Skala nach FOREL-MERCALLI umgewandelt. Die Klassifizierung der Stationen in den Gruppen Aa und Ab stammt von Prof. GORTANI. Im folgenden werden die 160 Stationen, die zur Verfügung stehen, zweimal aufgezählt, einmal geographisch geordnet, die Zahl neben dem Namen der Station bedeutet den Stärkegrad; das zweite Mal alphabetisch geordnet, neben dem Namen in Klammern der Hinweis auf die erste geographisch geordnete Tabelle und daran, ohne Klammer, wieder die Ziffer des Stärkegrades (immer nach der zehnzeitigen FOREL-MERCALLI-Skala).

A. Geographisch geordnet.

a) Dolomitengebiet, westlich der „Suganerlinie“.	b) „Carnia“, östlich von der „Suganerlinie“.
1. Brixen	1. Forni Avoltri, O v. Bladen . 4
2. Auronzo, am Ansiei	2. Paluzza, N v. Tolmezzo . . $4\frac{1}{2}$
3. S. Stefano di Comelico	3. Claut 4
4. Lozzo, am Piave, N von Pieve	4. Preone 4
	Carnia überhaupt im allgem. 4

c) Gailtal (von oben herab).	
1. Kartitsch	6
2. Obertilliach	6
3. Luggau	5
4. Liesing	5
5. Birnbaum	3
6. Kornat, N v. Birnbaum	5
7. Mauthen	4 $\frac{1}{2}$
8. Kötschach	4 $\frac{1}{2}$
9. Laas, am Gailberg	5
10. St. Daniel	4
11. Dellach	5
12. Grafendorf	3
13. Reißbach	4
14. Kirchbach	4
15. Waidegg, W v. Jenig	5
16. Rattendorf	5
17. Watschig	4
18. Hermagor	5
19. Weißbriach, Gitschtal	4
20. Tarvis a. d. Gailitz	4
21. Arnoldstein	3
22. Pöckau	3 $\frac{1}{2}$
23. Müllnern	4 $\frac{1}{2}$
d) Drautal, von oben bis Villach.	
1. Sillian	5 $\frac{1}{2}$ —6
2. Abfaltersbach	5
3. Anraß	5
4. Thal-Aßling	6
5. Lienz in Osttirol	5
6. Bad Jungbrunn, O v. Tristach	4
7. Dölsach	5
8. Nikolsdorf	4 $\frac{1}{2}$
9. Oberdrauburg	3
10. Dellach	4 $\frac{1}{2}$
11. Greifenburg	3
12. Weisach	4
13. Möllbrücken	3 $\frac{1}{2}$
14. Pusarnitz	4
15. Lendorf am Lurnfeld	5
16. Baldramsdorf	3
17. Spital a. d. Drau	4
18. Kamering	3
19. Paternion	4
20. Feistritz a. d. Drau	3 $\frac{1}{2}$

21. Rubland	4 $\frac{1}{2}$
22. St. Leonhard (Villach)	3
23. Villach	4 $\frac{1}{2}$
e) Ahrntal (von unten).	
1. Bruneck	4 $\frac{1}{2}$
2. Sand in Taufers	4
3. St. Johann im Ahrntal	4
f) Iseltal und Defferegg.	
1. Ainet	3 $\frac{1}{2}$
2. St. Johann im Walde	5
3. Huben	4
4. St. Veit in Defferegg	5
5. St. Jakob in Defferegg	4 $\frac{1}{2}$
6. Windisch-Matrei	6
7. Virgen	3
g) Mölltal (von oben).	
1. Döllach	5
2. Winklern	5
3. Fragant	5
4. Flattach	4 $\frac{1}{2}$
5. Obervellach	5
6. Mallnitz	4
7. Penck	4
8. Nappach	5
9. Kolbnitz	5
h) Liesertal und Gegental.	
1. Malta	3 $\frac{1}{2}$
2. Gmünd in Kärnten	3
3. Gamperhütte (Gmeineck)	3
4. Millstatt	3 $\frac{1}{2}$
5. Radenthein	4 $\frac{1}{2}$
6. Feld am See	4 $\frac{1}{2}$
7. Arriach	4 $\frac{1}{2}$
i) Mittelkärnten.	
1. Neu-Landskron (Ossiacher See)	3
2. Pötschach	3
3. St. Martin, WNW v. Klagenfurt	4 $\frac{1}{2}$
4. Klagenfurt	3
5. Feldkirchen	5
6. St. Veit a. d. Glan	4 $\frac{1}{2}$
7. Kohlhof bei Völkermarkt	4 $\frac{1}{2}$
k) Murgebiet.	
1. St. Michael im Lungau	4 $\frac{1}{2}$
2. Tamsweg	4

3. Ramingstein	3
4. Predlitz	3
5. St. Ruprecht bei Murau	3
6. Ranten	3
7. Neumarkt	4
l) Brenner und weiter westlich.	
1. Vinaders (Obernberg)	4 $\frac{1}{2}$
2. Matrei am Brenner	0
3. Kranebitten	0
4. Innsbruck	3 $\frac{1}{2}$
5. Innsbruck-Saggen	3 $\frac{1}{2}$
6. Thaur	3 $\frac{1}{2}$
7. Hall in Tirol	6
8. Seefeld	4
9. Silz (Oberinntal)	4 $\frac{1}{2}$
10. Dornbirn (Vorarlberg)	3
m) Zillertal und Unterinntal.	
1. Ginzling	3
2. Mayrhofen	3
3. Zell am Ziller	4
4. Kaltenbach (Zillertal)	3
5. Brixlegg	3?
6. Wörgl	?
n) Salzach-Längstal.	
1. Rainbachtal (Kriml SSW)	3 $\frac{1}{2}$
2. Kriml	3
3. Neukirchen im Pinzgau	3
4. Mühlbach im Pinzgau	4
5. Mittersill	3
6. Uttendorf	4 $\frac{1}{2}$
7. Stubachwerk (Stubachtal)	4 $\frac{1}{2}$
8. Niedernsill	4 $\frac{1}{2}$
9. Kaprun	4
10. Zell am See	4
11. Bruck(-Fusch)	4 $\frac{1}{2}$
12. Fusch	4 $\frac{1}{2}$
13. Ferleiten	5
14. Taxenbach	3
15. Rauris	4
16. Bodenhaus (Rauristal)	4
B. Alphabetisch geordnet.	
Abfaltersbach	(d 2) 5
Ainet	(f 1) 3 $\frac{1}{2}$
Anraß	(d 3) 5
Arnoldstein	(e 21) 3
Arriach	(h 7) 4 $\frac{1}{2}$
Auronzo	(a 2) 5 $\frac{1}{2}$
Bachwinkel	(p 5) 4 $\frac{1}{2}$
Bad-Gastein	(n 20) 5

Bad Jungbrunn	(d 6) 4	St. Jakob in Defferegg	(f 5) 4 ^{1/2}
Baldramsdorf	(d 16) 3	Innsbruck	(l 4) 3 ^{1/2}
Birnbaum	(c 5) 3	Innsbruck-Saggen	(l 5) 3 ^{1/2}
Bischofshofen	(p 8) ?	St. Johann im Ahrntal	(e 3) 4
Blühnbach	(p 10) 4 ^{1/2}	St. Johann im Pongau	(n 23) 3
Bodenhaus	(n 16) 4	St. Johann im Walde	(f 2) 5
Böckstein	(n 21) 4 ^{1/2}	Jungbrunn siehe Bad J.	
Braunau	(q 5) 3	Kaltenbach	(m 4) 3
Brixen	(a 1) 5	Kamerling	(d 18) 3
Brixlegg	(m 5) 3?	Kaprun	(n 9) 4
Bruck-Fusch	(n 11) 4 ^{1/2}	Kartitsch	(c 1) 6
Bruneck	(e 1) 4 ^{1/2}	Kirchbach	(e 14) 4
Claut	(b 3) 4	Kitzbühel	(p 1) 5
St. Daniel im Gailtal	(e 10) 4	Klagenfurt	(i 4) 3
Defferegg	St. Jakob	Kötschach	(c 8) 4 ^{1/2}
kob, St. Veit.		Kohlhof	(i 7) 4 ^{1/2}
Dellach im Drautal	(d 10) 4 ^{1/2}	Kolbnitz	(g 9) 5
Dellach im Gailtal	(c 11) 5	Kornat	(c 6) 5
Dienten	(p 6) 3	Kranebitten	(l 3) 0
Döllach	(g 1) 5	Kriml	(n 2) 3
Dölsach	(d 7) 5	Laas	(c 9) 5
Dorf-Gastein	(n 18) 3 ^{1/2}	Land-Gastein	(n 17) 4 ^{1/2}
Dornbirn	(l 10) 3	Lendorf am Lurnfeld	(d 15) 5
Eben im Pongau	(o 1) 5	St. Leonhard b. Villach	(d 22) 3
Feld am See	(h 6) 4 ^{1/2}	Lienz	(d 5) 5
Feldkirchen	(i 5) 5	Liesing (Gailtal)	(c 4) 5
Feistritz a. d. Drau	(d 20) 3 ^{1/2}	Linz	(q 7) 3
Ferleiten	(n 13) 5	Lofer	(p 4) 3
Flattach	(g 4) 4 ^{1/2}	Lozzo	(a 4) 5
Forni Avoltri	(b 1) 4	Luggau	(c 3) 5
Fragant	(g 3) 5	Mallnitz	(g 6) 4
Frankenburg	(q 2) 3 ^{1/2}	Malta	(h 1) 3 ^{1/2}
Fusch	(n 12) 4 ^{1/2}	Mariental	(q 10) 3
Gamperhütte	(h 3) 3	St. Martin bei Klagen-	
Gastein siehe Lend-, Dorf-,		furt	(i 3) 4 ^{1/2}
Hof-, Bad-Gastein		Matrei am Brenner	(l 2) 0
Ginzling	(m 1) 3	Matrei in Osttirol	(f 6) 6
Gmünd	(h 2) 3	Mauthen	(c 7) 4 ^{1/2}
Goldegg-Wengg	(p 7) 4	Mayrhofen	(m 2) 3
Grafendorf	(c 12) 3	St. Michael im Lungau	(k 1) 4 ^{1/2}
Greifenburg	(d 11) 3	Millstatt	(h 4) 3 ^{1/2}
Hall in Tirol	(l 7) 6	Mittersill	(n 5) 3
Hallein	(p 12) 5	Möllbrücken	(d 13) 3 ^{1/2}
Haus	(o 3) 5	Mühlbach (Pinzgau)	(n 4) 4
Hermagor	(c 18) 5	Müllnern	(c 23) 4 ^{1/2}
Hof-Gastein	(n 19) 4 ^{1/2}	München	(q 1) 2
Huben	(f 3) 4	Murau siehe St. Ruprecht.	

Nappach	(g 8) 5	Sillian	(d 1) 5 ^{1/2} bis 6
Neukirchen (Pinzgau)	(n 3) 3	Silz	(l 9) 4 ^{1/2}
Neu-Landskron	(i 1) 3	Spital an der Drau	(d 17) 4
Neumarkt	(k 7) 4	S. Stefano di Comelico	(a 3) 4 ^{1/2}
Niedernsill	(n 8) 4 ^{1/2}	Steinach an der Enns	(o 4) 4
Nikolsdorf	(d 8) 4 ^{1/2}	Stubachwerk	(n 7) 4 ^{1/2}
Oberdrauburg	(d 9) 3	Sulzau	(p 9) 4 ^{1/2}
Obertilliach	(c 2) 6	Tänneck	(p 11) ?
Oberzellach	(g 5) 5	Tamsweg	(k 2) 4
Paluzza	(b 2) 4 ^{1/2}	Tarvis	(c 20) 4
Paternion	(d 19) 4	Taufers siehe Sand.	
Penck	(g 7) 4	Taxenbach	(n 14) 3
Pöckau	(c 22) 3 ^{1/2}	Thal-Abling	(d 4) 6
Pörtschach	(i 2) 3	Thaur	(l 6) 3 ^{1/2}
Predlitz	(k 4) 3	Urfahr	(q 8) 2
Preone	(b 4) 4	Uttendorf	(n 6) 4 ^{1/2}
Pusarnitz	(d 14) 4	St. Veit in Defferegg	(f 4) 5
Radenthein	(g 5) 4 ^{1/2}	St. Veit an der Glan	(i 6) 4 ^{1/2}
Radstatt	(o 2) 4 ^{1/2}	Villach	(d 23) 4 ^{1/2}
Ramingstein	(k 3) 3	Vinaders	(l 1) 4 ^{1/2}
Ranten	(k 6) 3	Virgen	(f 7) 3
Rattendorf	(c 16) 5	Völkermarkt siehe Kohlhof.	
Rauris	(n 15) 4	Waidegg	(c 15) 5
Reichersberg	(q 4) 2	Wald	(o 5) 3
Reinbachtal (Kriml)	(n 1) 3 ^{1/2}	Watschig	(c 17) 4
Reißbach	(c 13) 4	Weisach	(d 12) 4
Rubland	(d 21) 4 ^{1/2}	Weißbriach	(c 19) 4
St. Ruprecht b. Murau	(k 5) 3	Wien	(q 9) 3
Saalbach	(p 2) 4	Windisch-Matreis siehe Mat-	
Saalfelden	(p 3) 4 ^{1/2}	rei in Osttirol,	
Saggen siehe Innsbruck.		Winklern	(g 2) 5
Sand in Taufers	(e 2) 4	Wörgl	(m 6) ?
Schärding	(q 6) 4	Wolfsegg	(q 3) 2
Schwarzach	(n 22) 3	Zell am See	(n 10) 4
Seefeld	(l 8) 4	Zell am Ziller	(m 3) 4

II. Verlässlichkeit der makroseismischen Meldungen?

Bevor wir auf die Deutung der obenstehenden Beobachtungen im einzelnen eingehen, müssen wir einen Augenblick für die Überlegung widmen, ob und inwieweit solche makroseismische Meldungen als verlässlich angesehen werden können. Die eine Gruppe von Fehlerquellen liegt hier wie überall in der Person, und zwar in der Person des Beobachters und in der des Bearbeiters: es kann die gleiche Bebenstärke von verschiedenen Beobachtern verschieden gefühlt, auch Gleich-

gefühltes verschieden beschrieben werden, und Beschreibungen, die Gleches meinen, können verschieden aufgefaßt und daher mit verschiedenen Ziffern der Skala ausgezeichnet werden; oder umgekehrt kann Ungleiches gleich gefühlt, beschrieben, aufgefaßt werden. In diesem Zusammenhange ist die Güte der Meldungen von seiten der Gendarmerie hervorzuheben; das sind Männer, gewohnt zu beobachten, auf die Umstände zu achten und geübt, darüber präzise Meldungen abzufassen. Auch die Lehrpersonen liefern meist gleichermaßen gute Bebenmeldungen. Es soll damit keineswegs die sehr dankenswerte Leistung der übrigen Beobachter herabgesetzt werden, es muß nur im Auge behalten werden, daß Eignung zur Beobachtung und Übung in der Beschreibung nicht bei allen gleich ist. Schließlich ist doch jede Meldung lebhaft zu begrüßen. In einem dünn besiedelten Lande wie den Alpen hat das Stationsnetz schon von Natur weite Maschen, und die Zahl der möglicherweise als Beobachter in Betracht kommenden Personen ist immer sehr beschränkt. Fallen von diesen auch noch einige aus, so entstehen sehr großen Lücken, welche das Bild stören und die jedenfalls nicht mit Fehlmeldungen verwechselt werden dürfen. Umgekehrt ist daraus, daß gerade aus den vom Herd so weit entfernten Großstädten Wien und München doch noch positive Meldungen vorliegen, auch kein weiterer Schluß zu ziehen, als daß dort trotz der ungünstigen Zeit (eine Stunde nach Mitternacht!) eine Menge von Beobachtern zur Verfügung gestanden hat, von denen dann doch einzelne die schwache Erschütterung gespürt haben.

Ein weiterer Einfluß — an sich wohl von objektiver Bedeutung, aber bei der regionalgeologischen Auswertung doch ebenfalls nur als Störung zu bewerten — wird von den obersten Bodenschichten ausgeübt, auf denen die Station steht (sog. „Lokalfaktor“). Glücklicherweise dürfte gerade in den Alpen aus dieser Fehlerquelle keine bedeutende Verfälschung des Bildes erfließen. Die Beobachtungsorte liegen fast ausnahmslos auf den jungen Aufschüttungen der Alpentäler und sind somit in dieser Hinsicht alle ziemlich gleich beeinflußt, d. h. es wird in allen diesen Schuttiedelungen das Beben vermutlich etwas stärker gefühlt als auf anstehendem Fels. Wenn eine Beobachtung nun wirklich auf anstehendem Fels gemacht wurde, muß sie von den benachbarten, auf Schutt gemachten in diesem Sinne differieren; so erkläre ich mir z. B., daß Bad Jungbrunn Bebenstärke 4 hat zwischen Lienz und Dölsach, aus denen 5 gemeldet ist. Hier ist auch Windisch-Matrei anzuführen, das nicht wie die anderen Schuttkegelsiedlungen auf

alter, bewachsener, konsolidierter Aufschüttung liegt, dessen Untergrund von einem unserer tätigsten Wildbäche sozusagen gestern aufgeschüttet worden ist. Rechnen wir, daß dies einen Grad der FOREL-MERCALLI-Skala ausmacht, so stimmt Matrei mit Stärke 5 (statt 6) ausgezeichnet zu den benachbarten Stationen in Osttirol. Durch unerwartet hohe und, wie es scheint, isolierte Bebenstärke (6) fällt ferner Hall i. T. auf. Was den Schuttuntergrund betrifft, wird Hall kaum anders liegen als die benachbarten Stationen Thaur und Innsbruck, von denen nur $3\frac{1}{2}$ gemeldet wird; aber es liegt auf (oder unmittelbar am) Haselgebirg des Salzberges, einem Gebiet, das durch die Auslauung des Salzes in sehr labilen Zustand versetzt wird (Beweis dessen die häufigen lokalen Einsturzbeben). Ich glaube daher, daß die Bebenstärke von Hall — als rein lokale Erscheinung — bei der regionalgeologischen Auswertung nicht berücksichtigt werden sollte. Weiter liegt die Vermutung wenigstens nicht außer Erwägung, daß auch die Bebenstärke von Hallein (5 in so weiter Entfernung vom Herd!) aufs Haselgebirg zurückzuführen sei. Aber Hallein ist nicht so isoliert wie Hall, auch Stationen, die benachbart, aber dem Einfluß des dortigen Salzberges sicher entrückt sind, melden hohe Intensitäten, und es ist nicht unglaublich, daß das Gebiet um die untere Salzach geologisch eine Sonderstellung einnimmt. Eine mäßige Herabsetzung der Ziffer für Hallein würde das Bild wenig ändern und besonders nicht in dem Bereich, der auf unserer Kartenskizze dargestellt ist.

Auf alle Fälle muß man dem Umstande Rechnung tragen, daß den makroseismischen Meldungen ihrer Natur nach eine nicht unbeträchtliche Unsicherheit anhaftet; fast gilt auch hier — mit einer kleinen Variante — der alte Spruch „Eines Mannes Rede ist keines Mannes Rede“. Was nicht durch das Zusammenpassen einer Mehrzahl von Stationen beglaubigt ist, darf nicht für gesichert gelten. Andererseits hat man nicht bloß das Recht, sondern auch die Pflicht, alle Beobachtungen, wie sie vorliegen, vollzählig und restlos auszuwerten, anders ist ein einigermaßen individualisiertes Isoseistenbild ja gar nicht möglich. Die nachstehend gegebene Kartenskizze zieht die Isoseisten möglichst mit Benutzung aller Ziffern, aber in ihrem Duktus wesentlich bestimmt durch die geologische Unterlage. In gewissem Sinne muß diese Vereinigung der Daten aus zwei von einander unabhängigen Beobachtungsreihen die Unsicherheiten vermindern, welche den makroseismischen Beobachtungen allein anhaften würden, und auf alle Fälle ist es des Bemerkens wert, wenn bestimmte

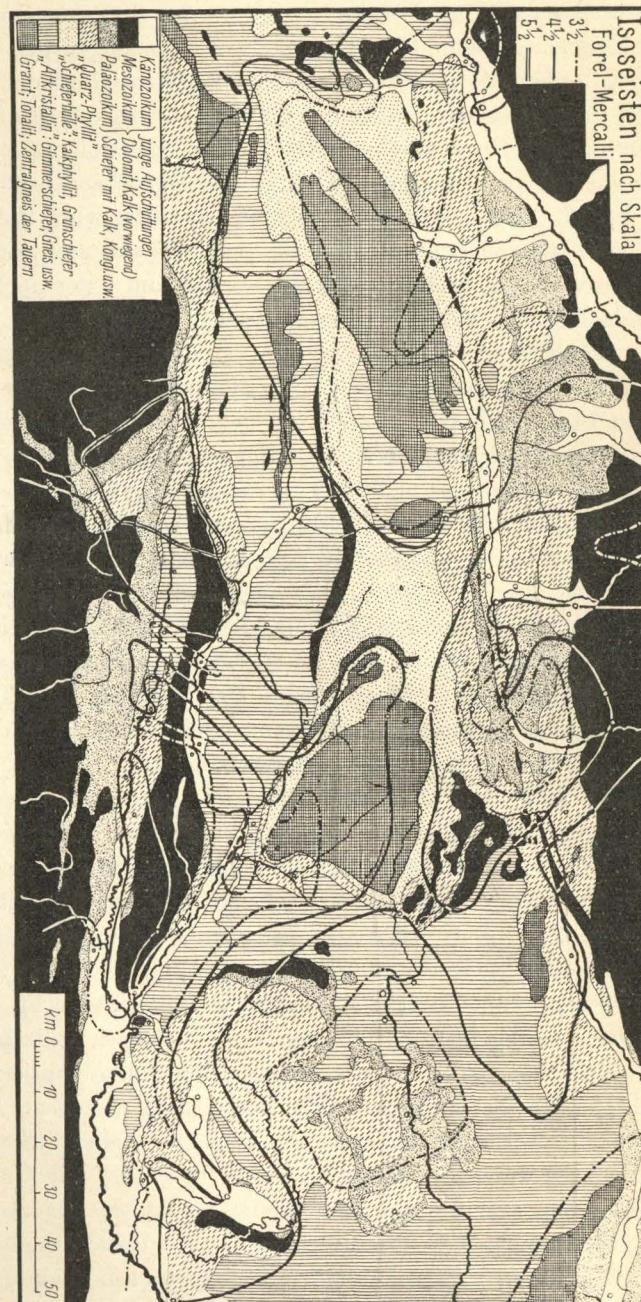


Fig. 1.

seismische Beobachtungen mit geologischen Daten zusammengehen. Natürlich muß man sich dabei vor Augen halten, daß dieses Maximalprogramm der Auswertung heute erst ein Versuch ist. Auf das Minimalprogramm, die Zusammenstellung der Beziehungen, welche auch heute schon für gesichert gelten können, soll im Texte stets an passender Stelle hingewiesen werden.

III. Ausbreitung des Bebens im Alpenbau.

1. Das herdnahe Gebiet.

Eine Bestimmung des Epizentrums ist bei der Lückenhaftigkeit des vorliegenden Materials aus den makroseismischen Beobachtungen — gerade in den betreffenden Gebieten — nur in grober Annäherung möglich. Die höchsten Bebenstärken (6) finden wir im obersten Gail- und Drautal: Obertilliach, Kartitsch, Sillian. Von dort talab folgen bald Stationen mit Grad 5 (daß darunter Thal noch 6 hat, möchte ich nur auf die eben besprochenen möglichen Schwankungen schieben), und dann weniger. Ebenso im Norden. Und im Süden, jenseits der heutigen italienischen Grenze, ist eine Meldung mit Stärke 6 überhaupt nicht gemacht worden, allerdings liegen hier die mit 5 recht weit hinaus. Das Epizentrum kann also nur im Westteil der Karnischen Hauptkette liegen oder (weniger wahrscheinlich) am Westende des Drauzuges („Lienzer Dolomiten“), und zwar westlich der großen Querstörung, welche als Ausläufer der Valsuganalinie mit Südwest-Nordost-Streichen vom Kristallinaufbruch bei Lorenzago über den Oberengepaß nach Bladen—Großdorf (Granville Sappada), von da nördlich von Öfen (Forni Avoltri) über den Rio Fleons und längs des Triassporns durch Val Bordaglia an das Westende des Biegegebirges zieht und sich weiter in die Hebungsquelle des Gailbergpasses fortsetzt. (Soll hier im folgenden immer kurz Bordaglia-Linie genannt werden.) Westlich bzw. nordwestlich von dieser Diagonallinie sind die Bebenstärken 1 bis 2 Grade höher als im Osten bzw. Südosten davon, und zwar in den Einzelfällen allermeistens und ganz sicher im Durchschnitt einer großen Zahl von Stationen. Die Stationen in den Dolomiten von Südtirol haben $4\frac{1}{2}$ — $5\frac{1}{2}$, die der Carnia im allgemeinen, auch eine so nahe Station wie Forni Avoltri, nur Stärke 4. Im Gail- und Drautal folgen auf das Gebiet 5—6 (12 Stationen, Mittel 5.2) in der Zone zwischen den Linien Birnbaum—Oberdrauburg und Rattendorf—Waidegg—Feistritz (inklusive, Rubland exklusive) 21 Stationen, von denen wenige über $4\frac{1}{2}$

haben, viele aber bis 3 herabgehen, mit dem Durchschnitt 4.1. Diese Zahl ist groß genug, um die Unsicherheit der makroseismischen Meldungen zu eliminieren. Das Epizentrum muß im Westen liegen. Daß dabei die Bordagliastörung eine Rolle spielt, wäre von vornherein zu vermuten, dafür spricht aber auch die direkte Beobachtung, daß es sich nicht etwa um ein allmähliches Abflauen der Bebenstärke gegen Osten handelt. Vielmehr folgen gleich auf das stärksterschütterte Gebiet, gerade auf der Trasse der Bordaglialinie, Stationen mit Stärke 3, dann folgt auf dem Streichen der Bordaglialinie, Südwest—Nordost. Streifen mit dem Streichen der Bordaglialinie, Südwest—Nordost. Dieses merkwürdige Bild einer gedoppelten seismischen Schwelle (oder, wenn man lieber so sagen will, einer gespaltenen) ist natürlich weniger sicher als der Stärkeabfall gegen den Ostflügel der Bordagliazone überhaupt, immerhin stützt sich die fragliche Zeichnung der Isoseisten jedesmal doch auf mehrere Ziffern, und es ist geologisch nicht schwer zu erklären. Das Südwest-Nordost-Streichen geht hier auf eine sehr alte Anlage im Gebirgsbau zurück, welche im Grundgebirg des Gailtales trotz der allgemeinen Ausplättung und Einschlüpfung ins alpine West-Ost-Streichen vielfach noch in einzelnen widerborstig gegen Nordost aufbiegenden Haken zu spüren ist¹⁾. Man hätte sich nun zu denken, daß spätere Faltungen mit dem abweichenden West-Ost-Streichen die Stockwerke des alten Gebirgsbaues etwas gegeneinander verschoben hätten. So läge heute die alte Hauptdislokation im Schieferstockwerk bei Grafendorf, wo die Glimmerschiefer, d. h. das tiefere Grundgebirg des Lesachtals unter den Phylliten des unteren Gailtales verschwinden, um einige Kilometer nach Osten verschoben. Die Störung am Unterrande der Kontinentschollen wäre aber im Westen zurückgeblieben, und diese, die eigentliche „Ursache“ der Dislokationen, wäre posthum wieder aufgelebt in der jungen Störung Val Bordaglia—Gailbergpaß, die etwa bei Birnbaum die Gail kreuzt. Jede dieser beiden Störungen wirkt nun auf die Fortpflanzung der Bebenenergie hindernd ein, und daher sehen wir sowohl bei Birnbaum—Oberdrauburg als bei Grafendorf—Greifenburg mit Stärke 3 je eine seismische Teilschwelle.

Über den Herd (Hypozentrum) kann man eine Vermutung nur geben, wenn man die Annahme des tektonischen Ursprungs unseres Bebens macht, was ja in diesem Falle wohl die größte Wahrscheinlichkeit macht.

¹⁾ Vgl. SCHWINNER, R., Sitzber. Akad. d. W. Wien, math.-nat. Kl. Abt. I, 1927, Bd. 136, S. 354, und Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Ges. 1929, Bd. 81, S. 114.

keit für sich hat. Am ehesten kommt wohl das Störungssystem der Bordagliazone in Verdacht. Es kann als Ausläufer der Valsuganastörungen gelten, unter denen ganz jugendliche nachgewiesen sind¹⁾, ist offensichtlich jünger als die Faltungsstrukturen der Karnischen Hauptkette, die es zerschneidet, und ist wahrscheinlich noch im späten Quartär aktiv gewesen; es liegt nämlich nahe, die Heraushebung des Lessachtals, welche die Talstufe ober Mauthen geschaffen, und die Hebung am Gailberg, welche die Ablenkung der Drau an der Nordseite dieses geköpften Paßtales verursacht hat, auf Bewegungen in diesem Dislokationssystem zurückzuführen²⁾. Von Mitte Quartär aber bis heute ist — geologisch gesprochen — nur mehr ein ganz kleiner Schritt; das Fortdauern der Gebirgsbewegungen könnte hier gar nicht auffallen. Allerdings wenn das Beben durch einen Scherungsruck an der Hauptdislokation der Bordagliazone selbst verursacht worden wäre, so wäre schwer zu verstehen, wie dann ebendieselbe so ausgesprochen, wie oben gezeigt, als seismische Schwelle fungieren kann. Der Herd muß also westlich von derselben liegen, es kann immerhin eine Parallel- oder Nebendislokation derselben Schar sein. Die Dislokationen des Bordagliasystems stehen an der Oberfläche offensichtlich recht steil; damit ist aber noch nichts darüber entschieden, wie sie gegen die großen Tiefen zu sich verhalten werden, in denen wir den Herd dieses Bebens vermuten müssen. (Nicht sehr stark und doch ungemein weit verbreitet!) Nach dem regionaltektonischen Bewegungsbild scheint es sehr wohl möglich, daß die Bewegungsbahnen der Bordagliazone mit zunehmender Tiefe schaufelförmig gegen Westen (bzw. Nordwesten) umbiegen, das Gegenteil — ein Umbiegen in Südost — ist ganz gegen das tektonische Gefühl; und daraus würde folgen, daß das Epizentrum, die Projektion des Herdes auf die Oberfläche, auf alle Fälle merklich westlich von dem Ausstrich der Störungszone an der Oberfläche, der Bordaglialinie, liegen muß.

In zweiter Linie könnte man daran denken, den Bebenherd auf einer der west-ost-streichenden alpidischen Dislokationen zu suchen. Unter diesen ist die bedeutendste, beurteilt nach Beanspruchung des Materials (mechanische Durchbewegung und Diaphthorese) und ver-

¹⁾ Vgl. SCHWINNER, R., Die Oberflächengestaltung des östlichen Südgäuer Gebietes (SO-Tirol). Ostalpine Formenstudien, Abt. 3, Heft 2, bes. S. 115. Berlin 1923.

²⁾ Vgl. SCHWINNER, R., Österr. Botan. Zeitschr., Jg. 1923, Heft 9—10. S. 309, und Jahrb. d. Geolog. Bundes-Anstalt Wien, Jg. 1925, S. 269.

mutlich nach Ausmaß der Verschiebung, die Schubfläche, welche am Nordrande der Karnischen Hauptkette das Paläozoikum vom Grundgebirg des Gailtales trennt. Auch diese ist in geologisch junger Zeit noch bewegt worden, ob ebenfalls im Quartär, wie die Bordaglia-Zeit, ist nicht nachgewiesen; aber ein Wiederaufleben ist durchaus nicht unwahrscheinlich. Diese Schubfläche fällt oben klar mittelsteil nach Süden ein und dürfte — nach dem ganzen Bilde der regionalen Tektonik zu schließen — diese Lage auch in größeren Tiefen beibehalten¹⁾. Ein Herd, der auf ihr läge — und noch mehr natürlich auf irgendeiner der südlich von ihr folgenden alpidischen Paralleldislokationen — würde weit nach Süden etwa lotrecht unter die Kammlinie oder noch weiter südlich zu liegen kommen und dementsprechend auch das Epizentrum.

2. Fortpflanzung nach Westen und Nordwesten.

Für genauere Darstellung sind die Meldungen viel zu spärlich. Wegen Station Auronzo muß mit der Isoseiste $5\frac{1}{2}$ (starksterschüttetes Gebiet) noch der ganze Grundgebirgsaufbruch im obersten Comelico, zwischen Kreuzberg und S. Stefano, umzogen werden. Von da weg muß sich die Erschütterung mit nur recht geringer Abnahme der Intensität nach Westen und Nordwesten ausbreitet haben; so hat Brixen (etwa 70 km vom Herd) noch 5, Vinaders-Brenner (gut 100 km) noch $4\frac{1}{2}$, und sogar Silz im Oberinntal (weitere 50 km Laufweg) ist mit $4\frac{1}{2}$ klassifiziert, was durch Stärke 4 von Seefeld (etwa gleicher Laufweg, wie Silz, aber Übergang vom Grund- aufs Deckgebirg) bekräftigt wird, wie auch dadurch, daß, quasi ums Eck herum, bei Innsbruck vielfach noch $3\frac{1}{2}$ gemeldet wird. Diese ziemlich gleichförmige Verbreitung reicht offenbar ebensoweit wie das sog. „Altkristalline Grundgebirg“; denn auch aus dem Ahrnthal und aus Dufferegg wird dieselbe Stärke (4—5, die kleinen Unterschiede sind wohl unwesentlich) gemeldet.

Von diesem gleichmäßig — und ziemlich stark — erschütterten Gebiet im „Altkristallin“ heben sich die westlichen Tauern als auffallend wenig erschüttert ab, nur wenige Meldungen über 3, wohl aber Fehlanzeigen. Zu genauer Umgrenzung langen die Meldungen weitaus nicht²⁾, nur im Osten scheinen Mittersill und Virgen mit Stärke 3 in Nähe viel heftiger erschütterter Stationen eine scharfe Abgrenzung anzudeuten,

¹⁾ Wenn R. STAUB (vgl. das mit Fig. 2 wiedergegebene Profil) diese Schubfläche unter 2—3 km Tiefe in Nordfallen umbiegen läßt, so ist das nur als Ausdruck gewisser theoretischer Vermutungen zu werten.

²⁾ Wenn die Stationen Hall, Zell, Rainbachtal zu einer Zunge mit höhe-

etwa als ob dort eine Barriere die Erdbebenwellen abgefangen hätte. Unter diesen Umständen sind die geologischen Korrelationen auch nur beiläufig anzugeben. Das schwach erschütterte Gebiet entspricht dem Venediger-Zillertaler Zentralgneiskern, einschließlich eines nicht ganz geringen Teiles seiner Hülle, und anschließend einem quasi Bebenschatten, den dieser gegen das Unterinntal wirft.

3. Fortpflanzung nach Osten und Nordosten.

Die Art, wie das Beben vom 14. Mai 1930 sich gegen Osten und Nordosten fortgepflanzt hat, zeigt viel kompliziertere Züge als die eben besprochene Westflanke. Zum Teil ist das wohl darin begründet, daß hier mehr Meldungen vorliegen und daher die subjektiven und lokalen Unregelmäßigkeiten mehr zur Geltung kommen, zu einem großen Teil geht das aber doch auf wirkliche regionalgeologische Verschiedenheiten zurück.

Wir haben oben bereits besprochen, wie die Fortpflanzung des Bebens im Streichen der Karnischen Hauptkette, gleich neben dem Herd, durch eine seismische Doppelschwelle gehemmt wird, welche der Transversalstörungszone der Val Bordaglia zugeordnet werden konnte. Weiter östlich beiderseits der Gail scheint die Fortpflanzung mehr durchs normale alpine Streichen bestimmt: Waidegg, Rattendorf, Hermagor, Rubland, Villach, Müllnern mit $4\frac{1}{2}$ —5 bilden den einen Streifen, der im Süden wieder an einen Streifen mit Stärke 3—4 stößt, dessen Lage etwa mit dem Auftreten jüngerer Deckgebirgsmassen auf der Karnischen Hauptkette (vom Naßfeld ab) übereinstimmt: ein Verhältnis, das auch sonst beobachtet ist und zu weiteren Bemerkungen kaum Anlaß bietet.

Weiter im Norden, über der Drau, zieht wieder eine seismische Schwelle aus dem Liesergebiet durchs Gegental zum Wörther See. Schon an der unteren Möll mischen sich in die Stationen mit Bebenstärke 5 alternierend solche mit 4; an der Lieser beginnen dann die Stationen mit 3 und setzen sich, abwechselnd mit 4 (ein einziges Mal 5) nach Osten fort bis Klagenfurt, ein geschlossener Streifen¹⁾ mit 16 Sta-

rer Bebenstärke zusammengefaßt wurden, so sagt das nur, daß man in der Karte nicht lauter isolierte Ovale zeichnen kann; es könnte ja so sein; als Grundlage für eine weitere Diskussion möchte ich diese isolierten Angaben nicht nehmen.

¹⁾ Die oben beschriebene SW-NO-streichende seismische Querschwelle des Gailtalgebietes schließt mit dem einen Ast bei Flattach-Penck, mit dem anderen bei Spital an die genannte „Kärntner Seenschwelle“ an, doch deuten

tionen vom Mittelwert 3,4. Geologisch ist diese seismische Schwelle alles eher als einheitlich: am nördlichen Ufer des Wörther Sees liegt sie im Phyllit, vom Ossiacher See bis zur Lieser im tiefen, pegmatit-durchtränkten Altkristallin der „Millstätter Serie“, und dann die Lieser aufwärts in Hülle und Zentralgneis des südlichen Hochalmmassivs.

Daraus ergibt sich, daß es nicht das Zentralgneismassiv ist, welches die Abnahme der Bebenstärke verursacht, wie man nach dem oben beschriebenen Verhalten des Zillertaler Kernes glauben könnte: der größere Teil der Seenschwelle liegt auf ganz anderen Gesteinen, nur ein kleiner Teil auf dem Hochalmmassiv, und umgekehrt treffen wir auf der anderen Hälfte des Hochalmmassivs hohe Bebenstärken: Hofgastein, Wildbad, Böckstein mit $4\frac{1}{2}$ —5.

Hier fehlen leider gerade an wichtigster Stelle Meldungen. Ich habe in meiner Isoseistenkarte diese Zone hoher Bebenstärke von Gastein längs dem Nordrande des Hochalmmassivs (d. i. stets in genau der gleichen geologischen Position) gegen Osten verlängert und derart mit St. Michael im Lungau (ebenfalls $4\frac{1}{2}$) verbunden. Natürlich, mangels der nötigen Meldungen wäre eine Verbindung der Isoseisten $3\frac{1}{2}$ von Süden nach Norden zum Pongau ebenfalls denkbar, aber die derart interpolierten Linien kreuzen wichtige geologische Grenzen und sind daher als weniger plausibel anzusehen als unsere Isoseistenzeichnung.

Weiter im Norden, im Pongau, findet sich wieder eine geschlossene Gruppe von Stationen mit Stärke 3, höchstens $3\frac{1}{2}$. Diese seismische Schwelle ist geologisch einheitlich definiert als Bündel variskischer Falten, in dem paläozoische Kalke und ähnliches reichlich in die sonst so einförmigen Pinzgauer Phyllite eingeschaltet sind¹⁾. Die Verminderung der Bebenstärke entspräche hier anscheinend der Bereicherung des Deckgebirges, ein Effekt, den wir auch sonst mehrmals feststellen können²⁾. Hervorzuheben ist nur noch, daß im ganzen Salzach längstal bei der Verteilung der Bebenstärken jene O-W-streichenden Bauelemente gar nicht zum Ausdruck kommen, welche bei der Auffassung verschiedener Autoren vom Gebirgsbau eine große Rolle gespielt haben, nämlich die Reihe der eingeschuppten mesozoischen Linsen, welche in Verlängs Möll und Drau hin und hin vereinzelte höhere Ziffern das Bestehen einer merklichen Trennungsfuge zwischen diesen beiden zusammenscharenden seismischen Schwellen an.

¹⁾ Vgl. die schöne geologische Karte von F. TRAUTH in den Denkschr. d. Akad. d. W. Wien, math.-nat. Kl., Bd. 100.

²⁾ Karnische Hauptkette östlich vom Gartnerkofel, s. S. 427, Gurktaler Phyllit s. S. 429, Schobergruppe s. S. 429, Anmerkung 2.

längerung des Mandlingzuges längs der Salzach eine Verbindung gegen die mesozoischen Klippen von Kriml—Mayrhofen markieren, ebenso wenig wie der Zug der „Klammkalke“, welche etwas weiter südlich durch die Mündungsklamm der Tauerntäler O—W hinstreichen.

Weiter im Osten liegen nur ungenügend Meldungen vor. Hervorzuheben ist, daß trotz der großen Entfernung an der unteren Salzach und an der oberen Enns wieder ziemlich hohe Bebenstärken auftauchen. Dagegen ist das Murgebiet von Ramingstein abwärts auffallend schwach erschüttert worden. Vermutlich ist daran, wie bereits mehrmals erwähnt¹⁾, die Auflagerung mächtiger Deckgebirges schuld. Wenn Stationen mit 3 über den Bereich der Deckschollen aus Gurktaler Phyllit und Paläozoikum hinaus vorkommen, so kann das eine Art Bebenschatten sein, wie wir ihn ja auch fürs untere Zillertal angenommen haben (siehe S. 427). Die Übereinstimmung ist immerhin gut genug, daß eine weiter hergeholt Erklärung gespart werden kann.

4. Fortpflanzung nach Norden, quer über die Tauern.

Hohe Bebenstärke (4—5) wird allgemein gemeldet, südlich vom Tauernkamm aus Isel- und Mölltal, nördlich von ihm aus allen Tälern von Gastein bis Stubach, aus dem Mittelpinzenzgau von Bruck-Fusch bis Uttendorf und von Saalfelden bis Kitzbühel. Das sind von der Drau bis zum Kalkalpenfuß in geschlossener Gruppe 30 Stationen (unter denen nur einmal Stärke 3, zweimal $3\frac{1}{2}$ vorkommt²⁾), Mittel der Stärke $4\frac{1}{2}$. Das ist wieder eine Zahl, welche die gewöhnlichen Fehlerquellen ausschaltet. Damit ist der Charakter des Bebens als typisches Transversalbeben festgelegt.

5. Die Hauptzüge der Bebenverbreitung.

Als Hauptzüge unseres Bebenbildes gesichert — weil jeweils durch eine größere Zahl von Stationen belegt — können gelten: gleichmäßig und stark verbreitet sich das Beben vom pleistoseisten Gebiet weg durchs Altkristallin von Pustertal und Stubai und ebenso quer über

¹⁾ Vgl. S. 428.

²⁾ Daß im Iseltal Ainet $3\frac{1}{2}$ und Huben 4, also viel weniger als die benachbarten Stationen haben, geht vielleicht wieder darauf zurück, daß die Schobergruppe, im besonderen die Querscholle der Priakte, sozusagen als Verstärkung des Deckgebirges anzusehen ist. Aber ohne direkte Beobachtungen, rein „aus freier Hand“ wollte ich diese Auffassung nicht in die Isoseistenkarte einzeichnen.

die Tauern ins Mittelpinngau, außerdem tauchen größere Bebenstärken wieder jenseits der Schwellen im Osten und Nordosten auf. Seismische Schwellen (Streifen mit abnorm geringer Bebenstärke): „Bordaglia-schwelle“ quer über Gail- und Drautal mit SW-NO-Streichen, „Kärntner Seenschwelle“ Klagenfurt—Gmünd zuerst mit West- dann Nordwest-Streichen. Für die Pongauer Schwelle ist geologisch NW-Streichen zu postulieren, aus dem unzureichenden Meldungsmaterial aber nicht unmittelbar nachzuweisen, ebenso kann die Schwelle des Venediger-Zillertaler Kerns nicht scharf abgegrenzt werden. Diese Hauptzüge müssen Grundlage jeder Deutung sein.

IV. Allgemeinere Beziehungen.

Nachdem die Beobachtungen über die Bebenverbreitung und deren Beziehung zu geologischen Daten zusammengestellt und im einzelnen diskutiert worden sind, können Probleme von größerer Allgemeinheit angegriffen werden.

1. Eine Korrelation zwischen Bebenausbreitung und Oberflächenform wäre jedenfalls zu fordern, wenn die Energie des Bebens in längs der Erdoberfläche geführten Wellen (z. B. RAYLEIGH-Wellen, Quer-W. usw., die man aber nach den Forschungen ULLERS nur als einzelne der möglichen Spezialfälle ansehen darf), sich ausbreiten würde, besonders in einem derart scharf ausgeprägten Kettengebirge, wie es vom Beben des 14. Mai 1930 betroffen worden ist; mit Ketten von der Länge und relativen Höhe wie die Hohen Tauern, die „Lienzer Dolomiten“, die Karnische Hauptkette und mit geringerer Regelmäßigkeit, aber — wenn wir nur von dem querstreichenden Schober und den Riesenfernern absehen — doch noch im gleichen O-W-System Kreuz- eck, Villgratener Berge, Panargen-Lasörlingkamm, Terentener Berge usf. Denken wir die kleinen Unregelmäßigkeiten (Zacken, Türme, Rinnen, Scharten, Gräben, Schluchten usw.) ausgeglichen, so erscheint dieses Kettengebirge als eine Schar von flachen, langen, ungefähr parallel O-W-streichenden, dreiseitigen Prismen mit Scheitelhöhen von 1500 bis 2000 m und einem Abstand von Scheitel zu Scheitel, der 10—20, ja bis 30 km beträgt. Der Abstand dieser Hebungsstellen voneinander liegt somit in der Größenordnung der häufigsten Wellen des Hauptbebens (etwa 20—60 km). Oberflächenwellen solcher Länge könnten nun im Streichen der Prismen ohne Anstoß, ungeschwächt weiterlaufen, in der Ausbreitung quer zu den Prismenkanten müßten sie auf kurzer

Laufstrecke stark geschwächt werden¹⁾. Müßten . . . ! Ein Effekt dieser Art ist bei unserem Beben sicher nicht beobachtet worden, es hat sich bei seiner Ausbreitung um die gewaltigsten Gebirgsketten der Ostalpen gar nicht gekümmert, also wurde seine Energie nicht in Wellen an der Gebirgsoberfläche „geführt“.

2. Die landläufige Auffassung des Gebirgsbaues sei illustriert durch nebenstehendes Profil (im Meridian des Großglockners), das einer der Hauptvertreter der „modernen“ Schule, R. STAUB, Zürich, 1926 gegeben hat. Danach wären die Alpen aufgebaut durch Über-einanderstapelung einer Anzahl von „Decken“, das sind Gesteins-platten, jede einzelne nur einige Kilometer dick, die von Süden her jede für sich etwa über die ganze Breite der Alpen, also mit Förderweiten um die 100 km herum übereinandergeschoben worden wären. In den Tauern wäre dieses ganze Deckenpaket zu einer hohen Aufwölbung zusammengestaut worden, Wasser und Eis hätten dann diesen Buckel zerstört und abgetragen, so daß in der Achse dieses Gebirgsteiles die tiefsten, die „penninischen“ Decken, durch das von oben her in das Decken-paket hineingenagte Loch wie durch ein „Fenster“ herausgucken. Auf diesen Kern legen sich nun von beiden Seiten, wie das nebenstehende Profil zeigt, die Reste immer höherer Decken (im Grundriß = Karte erscheinen diese derart als schmale Streifen, die das Fenster konzen-trisch umranden). Bewegungsbahnen, welche jeweils den vorderen Teil einer solchen Decke über die ganze Tauernkuppe gefördert hätten, müßten auch nach rückwärts gegen Süden bis weit in die Tiefe zurück- gehen: ganz folgerichtig schätzen die Vertreter dieser „Deckentheorie“ den „Faltungstiegang“ auf mindestens 35—40 km, gelegentlich auch 50 km²⁾. Nachdem nun die neueren Rechnungsmethoden der Seis-miker „in der Tiefe von 30 km eine dezidierte Häufungsstelle der ge-fundenen Herdtiefen“³⁾ ergeben haben, so müßten die von der Decken-theorie postulierten Trennungsfugen zwischen den einzelnen Decken der Ausbreitung der Bebenwellen in dem ganzen dafür in Frage kommen-den Querschnitt im Wege liegen. Unter diesen Annahmen wäre zu ver-mutuen, daß das Beben im einheitlichen, zusammenhängenden Gesteins-körper einer und derselben Decke sich gut, und wenig, jedenfalls nur

¹⁾ Vgl. hierzu SCHWINNER, R., Zur Deutung der Transversalbeben in den nordöstlichen Alpen. Zeitschr. f. Geophysik 1929, Jg. V, S. 20.

²⁾ HEIM, ALB., Geologie der Schweiz, Bd. II/1, S. 51, Leipzig 1921; Bd. II/2, S. 806, 965, Leipzig 1922.

³⁾ CONRAD, V., Gerl. Beitr. z. Geophys. 1928, Bd. XX, S. 276.

allmählich abklingend fortpflanzen würde, dagegen beim Übergange von einer zur anderen Decke stark und plötzlich abgeschwächt werden müßte; besonders in jenen Fällen, wo zwischen den betreffenden Decken starke spezifische Materialunterschiede bestehen, oder wenn wenigstens die Trennungsfuge mit Schubspänen aus den Deckenkörpern sonst fremdem Material, oder doch mit autochthonem Mylonit, d. i. Zerreißsel aus den Deckengesteinen selbst, erfüllt ist. Was zeigt uns nun das nebenstehende Profil, der Alpenquerschnitt im Meridian des Großglockners? Die Erschütterung geht von einem Herd in der Karnischen Hauptkette aus (Zone IX + VIII des geologischen Profiles), verquert den Drauzug (VII), „die Wurzel der nördlichen Kalkalpen“, eine beiderseits zwischen Kristallin tief eingefaltete, steil zur Tiefe setzende Platte von Triaskalken; dann das „Altkristallin“ nördlich vom Pustertal (VI + V, „Ötztaler- und Silvrettdecke“), in dem STAUB die Triaskeile von Innervillgraten wieder als eine tiefgreifende, mit Kalklinsen erfüllte Trennungsfuge zeichnet; dann die Matreier Schieferzone, eine bald mehr, bald minder mächtige Lage von Tonschiefern, Kalk, Quarzit, Serpentin, Gips u. a. wieder sehr tief eingeschuppt zwischen Hochkristallin; sie tritt dann ins „Tauernfenster“, quert die darin vorliegende komplizierte Verfaltung von Gneis- und Kalkphyllit-Decken, und tritt endlich am Nordrande des Fensters wieder hinaus in die aufgelagerten Grauwackendecken — und all das fast ohne Verminderung der Intensität! Das Beben, das im pleistoseisten Gebiet den Stärkegrad von höchstens 6 aufwies, tritt, nach Überwindung all der aufgezählten vielen Decken, Fenster, Trennungsfugen usw. in Kitzbühel mit Stärke 5 und in Saalfelden doch noch mit $4\frac{1}{2}$ auf. Nehmen wir dagegen vom Herd die Richtung nach NW oder nach NO, gegen Zillertaler oder gegen Hochalmkern, so zeigt das geologische Profil, das STAUB für diese Durchschnitte gibt, grundsätzlich den gleichen Bau; das verschiedene Aussehen in der geologischen Karte führt er einzig auf die verschiedene Höhenlage der Gneis- bzw. Kalkphyllitdecken zurück, während der Tiefbau, auf den es bei der Bebenausbreitung allein ankommt, ganz der gleiche wäre. Aber in diesen Richtungen setzt die Erschütterung am Tauernfensterrahmen unvermittelt ab, als ob die Wellen auf eine Barriere gestoßen wären. Eine zweite Unstimmigkeit finden wir in der Art, wie sich das Beben in den Zonen V und VI des Profils, den Wurzeln der „Silvretta-“ und der „Ötztaler Decke“, verbreitet. Das Altkristallin dieser beiden „Decken“ setzt sich nach Westen und Osten in der gleichen wirklich recht gleichförmigen Beschaffenheit fort, aber das Beben kommt

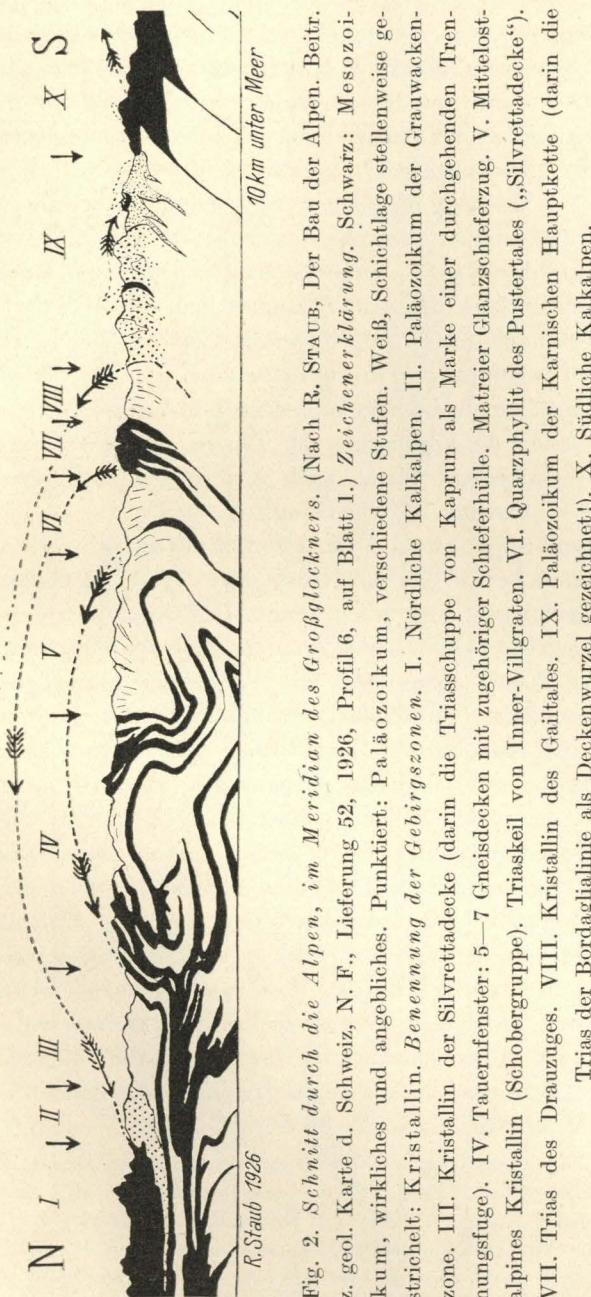


Fig. 2. *Schnitt durch die Alpen, im Meridian des Großglockner.* (Nach R. STAUB, Der Bau der Alpen. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, N. F., Lieferung 52, 1926, Profil 6, auf Blatt 1.) *Zeichenerklärung.* Schwarz: Mesozoikum, wirkliches und angebliches. Punktiert: Paläozoikum, verschiedene Stufen. Weiß, Schichtlage stellenweise gestrichelt: Kristallin. *Benennung der Gebirgszonen.* I. Nördliche Kalkalpen. II. Paläozoikum der Grauwackenzone. III. Kristallin der Silvrettadecke (darin die Triasschuppe von Kaprun als Marke einer durchgehenden Trennungsfuge). IV. Kristallin der Silvrettadecke (Schobergruppe). Triasdecken mit zugehöriger Schieferhülle. Matreier Glanzschieferzug. V. Mittelostalpines Kristallin (Schobergruppe). VI. Quarzphyllit des Pustertales („Silvrettadecke“). VII. Trias des Drauzuges. VIII. Kristallin des Galtals. IX. Paläozoikum der Karnischen Hauptkette (darin die Trias des Drauzuges, VIII. Kristallin des Galtals, IX. Trias der Bordagliajne als Deckenwurzel gezeichnet). X. Südliche Kalkalpen.

in Silz, ca. 150 km westnordwestlich vom Herd, mit Stärke $4\frac{1}{2}$ an, im Osten aber hat in dem gleichen Altkristallinstreifen Greifenburg, Baldramsdorf, Kamering Stärke 3, Millstadt $3\frac{1}{2}$, bei einem Herdabstand von nur 50—70 km. Aus diesen Angaben erhellt wohl zur Genüge, daß die Ausbreitung unseres Bebens und die Vorstellungen der landläufigen geologischen „Deckentheorie“ gerade in den wesentlichsten Hauptzügen nicht in Einklang gebracht werden können. Aber auch wenn man sich von den Illusionen jener phantasievollen Schule frei macht und nur die geologische Karte, wie sie sich in Wirklichkeit präsentiert, zum Vergleich heranzieht, kommt man zu keinem viel besseren Resultat: es finden sich in einigen Details — wie ja oben in Abschnitt III im einzelnen angeführt und diskutiert worden ist — erträgliche, ja ganz gute Übereinstimmungen, aber in den großen Zügen mangelt die Korrelation; besonders die Verquerung der Tauern, der eigenartige Charakter des Transversalbebens, bleibt auch aus diesem sozusagen naiv-geologischen Gesichtswinkel völlig rätselhaft.

Dagegen zeigt gute Übereinstimmung mit den seismischen Daten eine Darstellung der älteren Gebirgsstrukturen in den Alpen, welche ich bereits 1928 in ganz anderem Zusammenhange gegeben habe¹⁾. In dieser entsprechen der seismischen Schwelle der Kärtner Seen²⁾ ebensowohl wie der des Pongaus die vermuteten Trassen ehemaliger (variskischer) Faltenzüge; auch die weitere Fortpflanzung ins Kitzbühler Gebiet würde solchen variskischen Falten folgen, welche hier im Bau des Altpaläozoikums noch unverwischbar erhalten sind. Auch vom Zillertaler Kern hatte ich damals angenommen, daß er umzogen gewesen wäre von einem solchen variskischen Faltenbüschel — wenn seine südliche Einfassung nicht etwa noch älter („al-gomanisch“ gefaltet) wäre, Welch letztere Annahme dortselbst für die Bordagliaschwelle bevorzugt wird. Jene alten Faltengebirgsstrukturen erscheinen nun — ob sie nun heute noch zusammenhängend an der Oberfläche erhalten, ob sie doch wenigstens noch in einzelnen Stücken kenntlich sind, oder ob sie gänzlich verwischt und von jüngerer Tektonik überwuchert scheinen, so daß sie nur aus dem allgemeinen Zusammenhange vermutungsweise erschlossen werden können, — dem tieferen Un-

¹⁾ In der nebenstehenden Figur 3 ist aus meinem Aufsatz, Zeitschr. der Deutsch. Geol. Ges. 1929, S. 117, die eine Skizze wieder abgedruckt. Für die Überlassung des Klischees danke ich Herrn Prof. BÄRTLING verbindlichst.

²⁾ Dabei könnte man die Frage aufwerfen, ob nicht die Bildung jener Seenreihe als posthumes Wiederaufleben jener variskischen Einfaltungs-tendenz angesehen werden könnte?

tergrund in einer überaus haltbaren Weise aufgeprägt. Das beurkundet sich mannigfach in den Schweremessungen, durch posthumes Wiederaufleben in der jungen Tektonik unter anderem, insbesondere aber durch

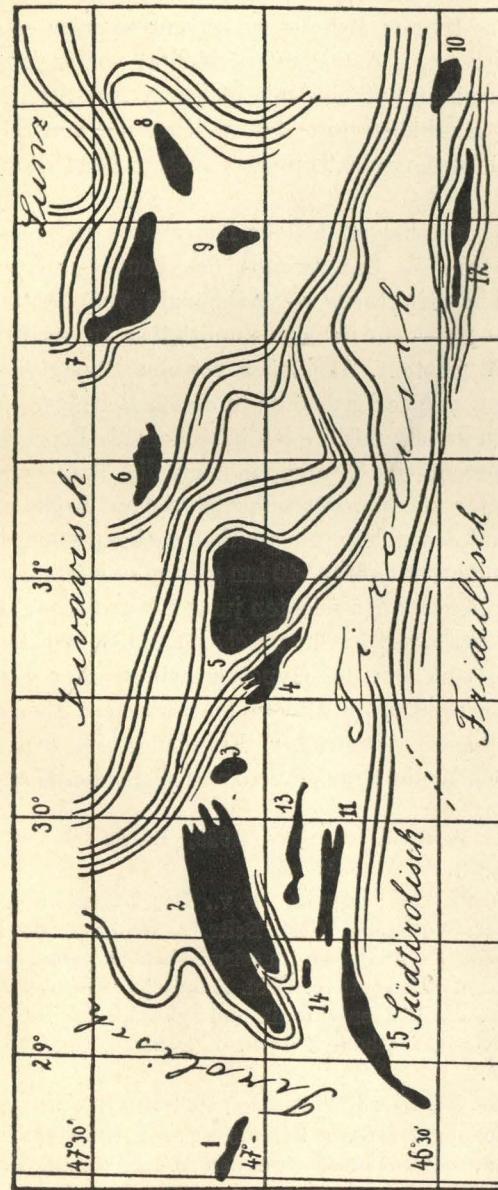


Fig. 3. Bauplan des variskischen Gebirges. Schwarz die Massive: 1. Acherkogel, 2. Venediger, 3. Granatspitz, 4. Sonnblick, 5. Hochalm-Ankogel, 6. Wildstelle (Schladning), 7. Seckauer (Bösenstein), 8. Glenalm, 9. Amering, 10. Bacher, 11. Antholz, 12. Eisenkappel, 13. Rieserferner, 14. Rennenspitz, 15. Brixen; Doppellinien: Faltenzüge; Kurzvischrit: Faziesbezirke des Mesozoikums. Maßstab etwa 1:2 $\frac{1}{2}$ Mill.

ein eigenartiges zwiespältiges Verhalten gegenüber den Erdbebenwellen: einerseits hemmen sie deren Fortpflanzung quer über ihr Streichen weg als „Seismische Schwellen“, andererseits scheinen sie unter Umständen geradezu wie Führungs- oder Leitschienen die Bebenenergie zusammengefaßt in bestimmte Bahnen zu lenken; so wäre es hier der gewaltige Faltengebirgsast, der das untere Mölltal vorgezeichnet, das Sonnblickmassiv zerschlitzt hat und mit gleichem NW-Streichen sich im Paläozoikum der Kitzbühler fortsetzt, welcher die von Süden her anlaufenden Erdbebenwellen als Transversalbeben über die Tauernkette geworfen hat.

Ich möchte hier hervorheben, daß die Korrelation zwischen Transversalbeben und älteren, im Untergrunde das heut Gebirgsstreichen querenden Faltengebirgsstrukturen — unabhängig von Deutung und theoretischer Auffassung — ein für sich unmittelbar zu verifizierendes Beobachtungsergebnis vorstellt. Abgesehen von den Steyerisch-Niederösterreichischen Alpen, welche ich bereits in diesen Beiträgen und auch andernorts besprochen habe¹⁾, möchte ich besonders als Beispiel auf die Westkarpaten hinweisen, ein Gebirge, in dem die Transversalbeben ebenfalls als Regel gelten können. Dortselbst ist viel auf Kohle und Erdöl gebohrt worden, und dadurch wurde greifbar nachgewiesen, daß vom vordersten Deckenrande weg auf 20—40 km gebirgseinwärts die älteren variskischen Strukturen unter den seichten jungen (alpidischen) Deckenbau ungestört und unverändert hineinstreichen²⁾. Im Gebiet der Hohen Tauern habe ich nun seinerzeit die Hypothese eines unter der jungen (alpidischen) Struktur maskierten älteren (variskischen) Baues aufgestellt auf Grund einiger tektonischer Einzelzüge in den Tauern selbst³⁾, hauptsächlich aber auf Grund der zu postulierenden Kontinuität,

¹⁾ SCHWINNER, R. Beitr. z. Geophys. 1929, Bd. 23, S. 35—92, und Zeitschr. f. Geophys. 1929, Jg. V, S. 16—29.

²⁾ Vgl. zu diesem Punkt: LOZINSKI, W. v., Das seismische Verhalten der Karpaten und ihres Vorlandes. Gerl. Beitr. z. Geophys., Bd. XII, Kl. Mitt., S. 16. — HERITSCH, F., Analogien im seismischen Verhalten der nordöstlichen Alpen und der Westkarpaten. Geol. Rundsch. 1919, Bd. X, S. 118 bis 125. — PETRASCHKEK, W., Decktektonik und Tektonik des autochthonen Untergrundes in den Nordkarpaten. Zeitsch. d. Deutsch. Geol. Ges. 1928, Monatsber. S. 316—322.

³⁾ Ich möchte hier nur darauf hinweisen, daß eine für dieses Thema sehr wichtige Untersuchung im Gang ist, die geologische Kartierung der Glocknergruppe, unternommen von den Herren CLAR, Graz, und CORNELIUS, Wien.

als notwendige Ergänzung der anderweit festgestellten Äste des variskischen Gebirgsplanes. Von einem Transversalbeben war bis dahin meines Wissens in dieser Gegend nichts bekannt gewesen. Wenn nun das Beben vom 14. Mai 1930 sich so gut an jene Verbreitungsbahnen gehalten hat, welche man ihm nach Berücksichtigung jener hypothetischen Baupläne des Gebirges hätte vorzeichnen mögen, so ist das wohl als eine nicht ungewichtige Bekräftigung jener theoretischen Ansichten zu buchen.

Zum Schluß nur einige Worte darüber, wie man sich die beobachtete merkwürdige Doppelrolle mechanisch erklären könnte, welche alte, oft verdeckte, scheinbar verwischt Faltengebirgstrassen gegenüber der Ausbreitung seismischer Erschütterungen spielen, indem sie einerseits als „seismische Schwellen“ die Fortpflanzung derselben quer über ihr Streichen hinweg hindern, andererseits dieselben aber längs ihrem Streichen wie auf vorgebahnem Gleise — auch quer über dem anscheinend entgegenstehende geologische Strukturen — weiterleiten. Ich nehme an, daß der größte Teil der Energie eines Erdbebens in Gestalt von „geführten Wellen“ längs Diskontinuitätsflächen sich ausbreitet, welche stofflich verschiedene Schalen der Erdkruste trennen: Unterfläche der Kontinentschollen, die sog. Sial-Sima-Grenze und ähnliche. Von den Bewegungsbahnen eines Faltengebirges steigen einige den Hauptdislokationen angehörige bis in jene Tiefen hinab, zerschneiden den glatten Zusammenhang jener Führungsflächen und erzeugen Stufen und Absätze zwischen den einzelnen Feldern derselben. Die geführte Welle kommt nun schwer über eine solche Stufe (= seismische Schelle) weg, wohl aber kann sie bei günstigem Anlaufen auch längs des Stufenabfalles weiter „geführt“ werden; und wenn eine solche ältere Stufe quer zum Streichen im Untergrunde eines jungen Faltengebirges liegt, so gibt es dort Transversalbeben.

Natürlich gelten diese Vorstellungen für die Bewegungsbahnen der jungen Gebirge ebenso oder mehr, weil diese nicht durch spätere Umwälzungen geschwächt und gestört sein werden, wie vielfach die älteren. Aber die Verwertung dieses Umstandes stößt auf die eigenartige Schwierigkeit, daß man im Falle der jungen Gebirge viel höhere Anforderungen stellt — und auch mit Recht — als sonst. Im Falle eines halbzerstörten variskischen Gebirgsastes ist man ganz zufrieden, wenn man Lage und Richtung so ungefähr angeben kann; und die seismischen Schwellen sind von Natur aus nicht so scharf definiert. Im jungen Gebirg fragt man aber, welche bestimmte der vielen an der Oberfläche

beobachtbaren Dislokationen so weit in die Tiefe setzt und die besprochene Rolle spielt; und da ergeben sich manchmal schwer zu deutende Resultate. So wird den Dislokationen längs der Salzach von fast allen Tektonikern eine große Bedeutung zugesprochen, und doch kommen sie (vgl. oben S. 428/29) in der Verbreitung unseres Bebens gar nicht zum Ausdruck! Dagegen hält man den Nordrand der Hochalmmasse für ein Bauelement von nur lokaler Bedeutung, und doch zerschneidet eine ihm folgende Störung — wie nach den Gasteiner Meldungen auf alle Fälle feststeht — die große seismische Schwelle, welche aus dem unteren Mölltal gegen das Mittelpinngau heraufstreicht¹⁾.

Handbuch der Experimentalphysik IX, 1. Teil

Herausgegeben von

W. Wien †, München und F. Harms, Würzburg

Hohe und tiefe Temperaturen

von H. von Wartenberg

o. Professor an der Technischen Hochschule, Danzig

Mit 9 Abbildungen

Inhalt: Hohe Temperaturen.

Erstes Kapitel. Feuerfeste Materialien. / Zweites Kapitel. Erzeugung. / Drittes Kapitel. Messung.

Tiefe Temperaturen.

Viertes Kapitel. Erzeugung. / Fünftes Kapitel. Messung.

Gasverflüssigung und ihre thermodynamischen Grundlagen

von H. Lenz

Universität München

Mit 64 Abbildungen

Inhalt:

Erstes Kapitel. Thermodynamische Grundlagen der Gasverflüssigung. / Zweites Kapitel. Die Technik der Gasverflüssigung. / Drittes Kapitel. Die Trennung der Gase und die Anwendung der Gasverflüssigung in der Technik.

Wärmeleitung

von Osc. Knoblauch

o. Professor an der Technischen Hochschule, München

und H. Reiher

Privatdozent an der Technischen Hochschule, München

Inhalt:

Erstes Kapitel. Wärmeleitung (Knoblauch). / Zweites Kapitel. Wärmeübergang durch Mitführung (Reiher). / Drittes Kapitel. Wärmeübertragung durch Strahlung (Reiher). / Viertes Kapitel. Einige praktische Anwendungen (Reiher).

Wärmestrahlung

von W. Wien † und C. Müller

Dr. phil., Reg.-Rat und Mitglied an der Phys.-Techn. Reichsanstalt

Inhalt: A. Die Theorie der Wärmestrahlung.

Erstes Kapitel. Die Thermodynamik der Strahlung (Wien). / Zweites Kapitel. Statistische Theorie der Strahlung (Wien).

B. Methoden der Strahlungsmessungen.

Drittes Kapitel. Anordnungen für die Beobachtungen der Wärmestrahlung (Wien).

C. Die experimentelle Prüfung der Strahlungsgesetze und die Bestimmung der Konstanten.

Viertes Kapitel. Die Gesamtstrahlung (Müller). / Fünftes Kapitel. Die Energieverteilung im Spektrum (Wien).

Mit 50 Abbildungen. XIV u. 484 Seiten mit 157 Abbildungen u. 1 Tafel
Preis geh. M. 42.60, geb. M. 44.60

Das „Handbuch der Experimentalphysik“ wird durch Ergänzungsbände, die von Geheimrat Prof. Wien, Jena, Prof. Harms, Würzburg und Prof. Joos, Jena, redigiert werden, auf dem Laufenden gehalten, so daß dieses Standardwerk nie veralten kann.
Nähere Mitteilungen erfolgen später.

Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig

¹⁾ Bemerkenswerterweise entspricht eben dieser Linie auch die stärkste BOUGUERSche Anomalie im Schwereprofil der Tauern. (SCHÜTTE, K., Karte der Schwereabweichungen von Süddeutschland. München 1930.)

Vorkommen und Geochemie der mineralischen Rohstoffe

Einführung in die Geochemie und Lagerstättenlehre

Besonders für Chemiker und Studierende
der allgemeinen Naturwissenschaften von
Professor Dr. Georg Berg, Landesgeologe

X und 390 Seiten / Mit 67 Abbildungen im Text
Preis broschiert RM. 26.—, gebunden RM. 28.—

Das Buch will die *Geochemie*, einen erst seit kurzer Zeit bestehenden Zweig der Naturwissenschaften, und die *Lagerstättenkunde*, ein Gebiet, das bisher fast ausschließlich die Praktiker beschäftigte, dadurch einem weiteren Kreise erschließen, daß es die vielfältigen Zusammenhänge dieser beiden Gebiete beleuchtet und damit den Versuch einer geochemisch fundierten Lagerstättenkunde unternimmt. Im ersten Teil werden die *Grundlagen der Geochemie* besprochen, wobei auch ein Einblick in die moderne *Atomphysik* und *Kristallchemie* gewährt wird, und es werden die geologischen Prozesse geschildert, die zur Bildung örtlicher Elementkonzentrationen in der Erdrinde („*Lagerstätten*“) führen. Der zweite Teil behandelt für jedes einzelne Element die Verteilungs- und Wanderungsgesetze im Verlauf der magmatischen Differentiation, der Verwitterung und der Sedimentation. Das Werk enthält Hinweise und Anhaltspunkte für das Auftreten und Auffinden von Lagerstätten und behandelt die für die Weltwirtschaft wichtigsten Vorkommen.

Aus den Besprechungen:

„... müssen wir dem Verfasser dankbar sein für seine Arbeit, in der zum erstenmal versucht wird, die Lagerstättenkunde auf eine breitere physikalisch-chemische Grundlage zu stellen, wie sie in den Forschungen V. M. Goldschmidts festgelegt ist. Verfasser hat es ausgezeichnet verstanden, die zahlreichen Spezialarbeiten geochemischen Inhalts zu sammeln und sie nutzbringend in „Lehrbuchform“ auf das Vorkommen der nutzbaren Mineralien in der Natur anzuwenden, ... so daß die nun folgende lagerstättenkundliche Beschreibung den bisher geübten, rein deskriptiven Gesichtspunkten entrückt, erhebliches genetisches Interesse gewinnt, was dem Referenten als ein wirklicher Fortschritt gegenüber älteren Werken des gleichen Gegenstandes erscheint. Die Literatur findet sich bis auf die neuesten Arbeiten berücksichtigt, Wirtschaftliche Angaben, Produktions- und Preistabellen vervollständigen die konzise, aber doch sorgfältig zusammengestellte Lagerstättenbeschreibung. Referent kann das Werk G. Bergs als moderne Lagerstättenkunde bestens empfehlen, und es wäre nur zu wünschen, daß es nicht unter den Mineralogen, sondern den Naturwissenschaftlern aller Richtungen die weiteste Verbreitung findet.

E. Dittler-Wien in *Gerlands Beiträge*, Band 24.

... und es ist mit besonderer Freude zu begrüßen, daß bereits dieser erste Versuch zu einem *wertvollen* und *empfehlenswerten* Werke geführt hat, das zweifellos in bedeutendem Maße dazu beitragen wird sowohl bei den Studierenden der Chemie, wie auch vor allem bei den Vertretern der angewandten Mineralchemie, den Berg- und Hütteningenieuren, das Interesse und das Verständnis für geochemische Fragestellungen wesentlich zu fördern. V. M. Goldschmidt in *Zeitschrift für Physik. Chemie*.

Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H., Leipzig

Druck von Ernst Hedrich Nachf. in Leipzig.

Printed in Germany.