

Werk

Jahr: 1939

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:15

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0015

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0015

LOG Id: LOG_0007

LOG Titel: Vorträge, gehalten auf der Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, vom 19. bis 22. Oktober 1938 in Jena (Fortsetzung von Heft 7/8, 1938)

LOG Typ: section

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain there Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Vorträge, gehalten auf der Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft,

vom 19. bis 22. Oktober 1938 in Jena.

(Fortsetzung von Heft 7/8, 1938)

Geophysikalische Arbeiten Prof. Filchner's in Inner-Asien

Von G. Fanselau, Potsdam. — (Mit 4 Abbildungen)

Es sind jetzt gerade 100 Jahre her, seit von dem hervorragenden Mathematiker aller Zeiten, Gauß, zum ersten Male der Versuch unternommen wurde, das magnetische Beobachtungsmaterial der ganzen Erde in einer einheitlichen Theorie zusammenfassend zu bearbeiten. So elegant und vollkommen auch die mathematische Theorie war, der sich Gauß zu seinen physikalischen Überlegungen bediente, so wenig vollkommen und wenig befriedigend war das Beobachtungsmaterial, das er bei der Anwendung seiner Theorien den Rechnungen zugrunde legen mußte.

Wenn wir uns heute nach 100 Jahren den Zustand des magnetischen Beobachtungsmaterials vergegenwärtigen, so müssen wir allenthalben einen ungeheuren Fortschritt feststellen. Trotzdem aber müssen wir zugeben, daß auch diese 100 Jahre intensiver erdmagnetischer Beobachtungsarbeit nicht ausgereicht haben, um die Erde in allen ihren Teilen magnetisch zu erforschen. Auch heute noch gibt es große Gebiete, die wir — wenigstens in erdmagnetischer Hinsicht — als terra incognita bezeichnen müssen. Freilich liegen diese Gebiete nicht mehr innerhalb der Hoheitsgrenzen der Kulturstaaten, sondern sie sind im wesentlichen beschränkt auf die Polargegenden, die Weltmeere und einige unwirtliche, von der Kultur wenig berührte Stellen im Innern der Kontinente. Es ist keine Frage, daß die magnetische Erforschung dieser Gebiete nach wie vor der persönlichen Initiative und dem Wagemut einzelner Forscher vorbehalten bleiben wird. Auch Deutschland hat zur Erforschung solcher Gebiete sein Teil beigetragen, nicht zuletzt durch die Expeditionen eines unserer erfolgreichsten Forschungsreisenden, Professor Filchner.

Filchner hat sich auf seinen Reisen mit voller Absicht auf erdmagnetische Messungen beschränkt. Wußte er doch genau, daß die Ausführung solcher Messungen in jenen unwirtlichen Gebieten die Arbeitskraft eines Mannes voll in Anspruch nimmt, besonders da ja auch genaue Ortsbestimmungen und eine gute kartographische Aufnahme der Meßpunkte vorgenommen werden mußten, wenn nicht anders der Wert auch der erdmagnetischen Messungen stark herabgemindert, ja sogar illusorisch gemacht werden sollte.

Da Filchner gewohnt war, seine Expeditionen stets nur auf eigener Kraft aufzubauen, war es von vornherein klar, daß an eine vollständige flächenmäßige Vermessung des von ihm bereisten Gebietes in Inner-Asien nicht im entferntesten

gedacht werden konnte. Er mußte sich hier also Beschränkungen auferlegen, und in der richtigen Wahl dieser Beschränkungen lag zum großen Teil der Erfolg seiner Expedition. Mit fachwissenschaftlichem Rat standen ihm hierbei Geheimrat Schmidt, Potsdam, und Geheimrat Haussmann, Schwäbisch-Gmünd, zur Seite.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß jedes erdmagnetische Beobachtungsnetz wesentlich an Wert gewinnt, wenn man die Möglichkeit hat, die eigenen Messungen an ein fremdes Netz anzuschließen. So war auch Filchner darauf bedacht, bei seinen Messungen recht oft eine Vergleichsmöglichkeit zu schaffen. Außer dem Hauptanschluß in Potsdam an das deutsche magnetische Beobachtungsnetz

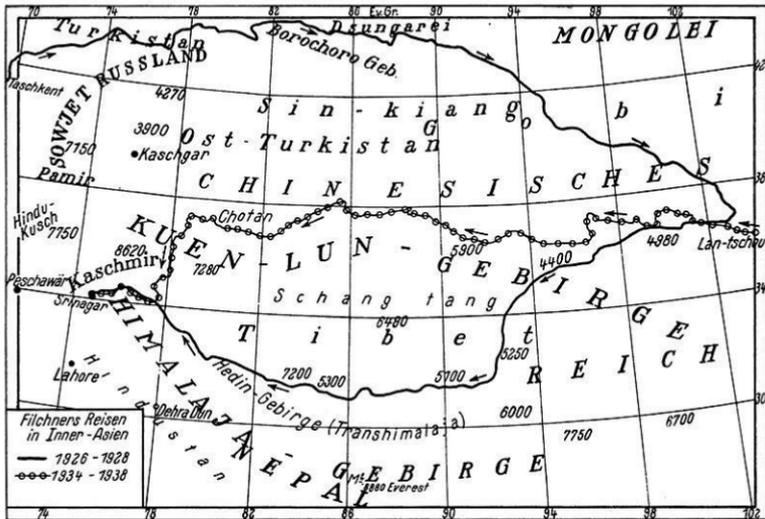


Fig. 1. Reisen Filchners in Asien, 1926 bis 1928 und 1934 bis 1938. (Vereinfacht umgezeichnet, mit Genehmigung des Verlages F. A. Brockhaus, aus Wilhelm Filchner, „Bismillah. Vom Huang-ho zum Indus“)

standen hierzu im Nordwesten das russische Netz zur Verfügung (Randpunkt Taschkent), im Südwesten das britisch-indische (Randpunkt Dehra-Dun). Außerdem bot sich im Osten Anschluß an das chinesische Netz (Randpunkt Zikawei).

Die erste Reise stellte im wesentlichen eine Umrandung des zu vermessenden Gebietes dar (Fig. 1), so gelegt schon im Hinblick auf die zweite Expedition, die durch ein Mittelprofil die Möglichkeit zu einer wenigstens näherungsweise flächenmäßigen Auswertung der Messungen Filchners gab. Diese zweite Reise nahm ein unerwartetes vorläufiges Ende in Chotian, wo Filchner sieben Monate in Gefangenschaft zubringen mußte. Nach seiner Freilassung setzte er die Reise mit einem Nordsüdprofil über den Himalaja — dem ersten erdmagnetischen Profil über dieses Gebirge überhaupt — fort und fand in Leh wieder Anschluß an seine erste Expedition.

Besonderer Wert wurde bei der Auswahl der Stationen auf deren leichte Wiederauffindbarkeit gelegt. Durch ihre geographische Lage ausgezeichnete Punkte wurden bevorzugt. Neben der Ortsbestimmung wurden stets alle markanten Geländepunkte in der Umgebung mit als Miren aufgenommen und unterstützt so wesentlich das spätere Auffinden der Meßpunkte. Außerdem wurde von jedem solchen Meßpunkt eine genaue Skizze angefertigt. Fig. 2 zeigt als Beispiel diese Skizzen von zwei Stationen der ersten Expedition, die einen guten Eindruck von der aufgewandten Sorgfalt vermitteln. Der mittlere Abstand der Stationen voneinander betrug ungefähr 20 km.

Das Instrumentarium Filchners bestand, was den astronomisch-geodätischen Teil anbelangt, aus einem Universal der Firma Hildebrandt. Für die erdmagnetischen Messungen diente ein Reisetheodolit der Firma Schulze, ein Erdinduktor der Firma Sartorius und auf der zweiten Reise auch eine Feldwaage nach Adolf Schmidt von den Askania-Werken. Leider konnte auf der ersten

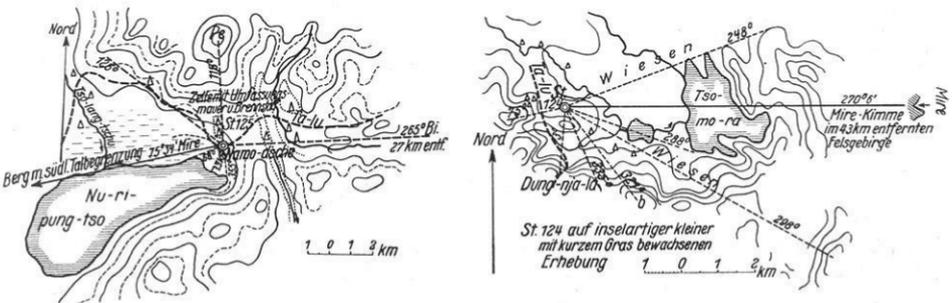


Fig. 2. Zwei Stationsskizzen (Meßpunkte Nr. 124 und 125) von Filchners Reise 1926 bis 1928

Expedition der Erdinduktor nicht benutzt werden, da schon gleich zu Beginn der Reise das dazu gehörige Galvanometer Schaden erlitt, und ein Ersatz Filchner nie erreichte. So mußten auf der ersten Reise die Inklinationsmessungen nur mit Hilfe der Deflektoren am Schulzeschen Reisetheodoliten ausgeführt werden. Auf der zweiten Reise dagegen konnte im Durchschnitt auf jeder sechsten Station eine *I*-Messung mit dem Induktor gemacht werden, wodurch die Deflektormessungen unter ständiger Kontrolle standen. Außerdem brachte die zweite Expedition im allgemeinen eine Erhöhung der Genauigkeit, da im Gegensatz zur ersten Reise alle Messungen im Zelt ausgeführt wurden und zur Aufnahme der Zeitsignale eine drahtlose Station zur Verfügung stand. Außerdem hatte Filchner zur Bestimmung der Schwingungsdauer der Magnete bei den *H*-Messungen zwei gute Stoppuhren mitgenommen, mit deren Hilfe eine recht genaue zeitliche Fixierung der Durchgänge des schwingenden Magneten möglich wurde. Zur Festlegung der Höhen bediente sich Filchner mehrerer Siedethermometer in der von ihm angegebenen besonderen Schutzkiste. Das Instrumentarium umfaßte schließlich noch acht Chronometer, die alle täglich minde-

stens zweimal mit Hilfe des Rundfunkempfängers mit dem Zeitzeichen verglichen wurden.

Die Genauigkeit der Messungen beträgt bei den Ortsbestimmungen etwa 1' in Länge und 0,1 in Breite. Bei der Wiedervermessung einiger Stationen der ersten Expedition ergab sich eine Übereinstimmung ihrer Lage bis auf 5' in Länge und 0,5 in Breite. Die Höhenangaben sind bis auf 50 m sicher. Bei den magnetischen Messungen zeigt die erste Expedition*) einen Fehler in der Deklination von ungefähr 6'. Von diesem Betrage entfallen 1' auf die magnetische Messung und schätzungsweise 5' auf die Unsicherheit des Azimuts. Die Messungen der Horizontalintensität führten auf eine mittlere Schwankung von etwa 10 γ , die der Inklination auf eine solche von rund 4'. Wie gesagt, dürften diese Fehler auf der zweiten Expedition nicht unwesentlich herabgesetzt worden sein.

Die Bearbeitung der Messungen beider Expeditionen lag, was den astronomisch-geodätischen Teil anbelangt, in den Händen von Herrn Prof. Dr. Przybyllok, Königsberg; die magnetischen Messungen wurden von Prof. Venske, Potsdam, ausgewertet.

Leider ist es jetzt noch nicht möglich, die neuesten magnetischen Werte Filchners bekanntzugeben; denn die Auswertung dieses umfangreichen Beobachtungsmaterials ist in der kurzen Zeit von einigen Monaten nicht zu bewerkstelligen. So kann hier auch noch keine geologische Deutung der Messungen Filchners vorgenommen werden, da hierzu natürlich die vollständigen Meßergebnisse beider Expeditionen vorliegen müssen.

Im folgenden will ich daher nur noch kurz auf einige besondere magnetische Eigenheiten des vermessenen Gebiets eingehen.

Die Deklinationsmessungen Filchners ergaben Vorzeichenwechsel, d. h. es wurde die Agone im Meßgebiet überschritten. Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt aus einer Weltkarte der Deklination, entworfen von der Deutschen Seewarte für die Epoche 1920. Man erkennt auf dieser Karte, daß der Verlauf der Agone dort wesentlich anders ist, als man aus den neuesten Messungen Filchners entnehmen kann. Da nun Angaben der Säkularvariation auf der Karte gerade in jenem Gebiet nicht vorhanden sind, eben wegen der fehlenden Beobachtungsgrundlage, so konnte man auch über die mutmaßliche Änderung der Lage der Agone dort nichts sicheres aussagen. Gerade hier hat die Deklination nach Nordosten den kleinsten Gradienten auf der ganzen Erde. Daraus erkennt man deutlich, für wie große Gebiete besonders nach jener Richtung hin Filchners Messungen Bedeutung erlangen werden. Jede magnetische Orientierung in jenen Gegenden, sei es in der Luft oder zu Lande, wird also zweifellos den größten Nutzen aus Filchners Messungen ziehen können.

Fig. 4 zeigt eine weitere magnetische Eigentümlichkeit jenes Gebietes. Gerade in jenen Breiten ändert sich nämlich deutlich der Charakter des täglichen Ganges der Horizontalintensität (vgl. Venske, a. a. O., S. 13). Filchner hat nun auch

*) O. Venske: Veröffentl. des preuß. Met. Inst. 379 (1931).

an einigen Orten Dauerbeobachtungen der Horizontalintensität angestellt. Durch diese äußerst mühevollen Arbeit hat er eine wertvolle Bereicherung unserer Kenntnisse der erdmagnetischen Variationen in jenen Gegenden geliefert. Es ist in Zukunft sicher eine wesentliche Aufgabe, auf solchen Expeditionen auch die Möglichkeit für die Registrierung der erdmagnetischen Variationen zu schaffen. Ich habe im Potsdamer Observatorium die Pläne für eine kleine handliche Reiseregistrierstation entworfen, die zunächst für Variationsmessungen in Polargegenden bestimmt war. Selbstverständlich hindert nichts, dieses Instrument auch in andere

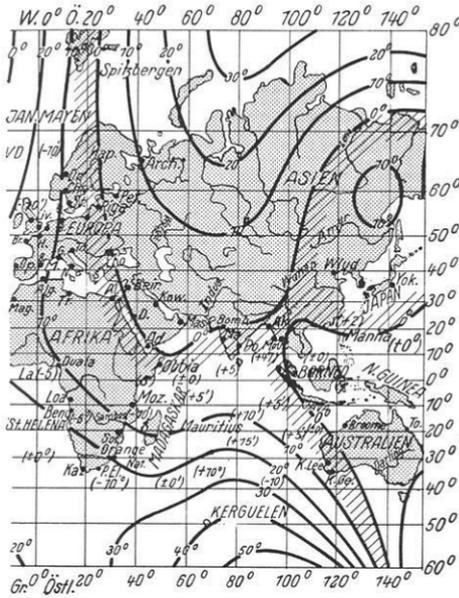


Fig. 3. Karte der Deklination von Asien für 1920.0. (Aus einer Karte der Deutschen Seewarte in Hamburg)

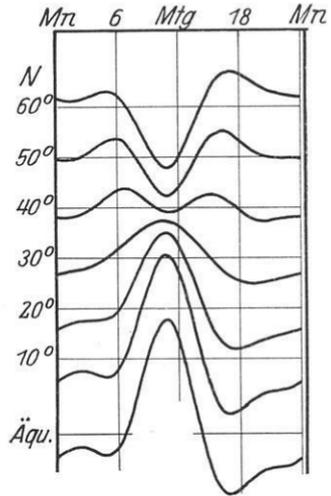


Fig. 4. Täglicher Gang der Nordkomponente X im Jahresdurchschnitt in Abhängigkeit von der geographischen Breite

Gegenden mitzuführen. Es muß also eine unserer ersten Aufgaben sein, dieses Gerät möglichst bald gebrauchsfertig herzustellen. Denn auch an scheinbar erdmagnetisch nicht besonders interessanten Orten kann eine Registrierung mitunter zu großen Überraschungen führen, wie dies z. B. an dem Observatorium der Carnegie Institution in Huancayo (Peru) der Fall war.

Schließlich können die Messungen Filchners noch zur Bestimmung der Intensitätsabnahme des Erdmagnetismus mit der Höhe benutzt werden. Gewiß ist diese Erscheinung von wissenschaftlich nicht allzu überragender Bedeutung; denn man kann ziemlich sicher sein, mit den Resultaten im wesentlichen nur eine sonst schon gut begründete Theorie zu bestätigen. Immerhin aber sind die Gelegenheiten hierzu nicht sehr häufig. Der Effekt dieser Höhenabnahme ist nicht groß

und im Hinblick auf die Genauigkeit von Filchners Beobachtungen könnte es im ersten Augenblick nicht ratsam erscheinen, solche Rechnungen vorzunehmen. Ein anderer Umstand begünstigt jedoch die Ausführung dieser Untersuchungen wesentlich. Die Messungen Filchners liegen nämlich terrassenförmig auf verschiedene mittlere Höhenlagen verteilt in der Weise, daß auf jeder solcher Höhenlage mindestens 20 Stationen zusammengefaßt werden und zur Ableitung eines provisorischen Normalfeldes dienen können. Der Vergleich dieser Normalfelder untereinander kann nun recht gut bei wesentlich gesteigerter Genauigkeit zur Ableitung des Höheneffektes dienen.

Schließlich hat Filchner auf seiner zweiten Reise die rein lineare Anordnung seiner Meßpunkte durch teilweise flächenhafte Vermessungen mit der Feldwaage ergänzt und so wertvolles Material für weitere geologische Lokaluntersuchungen geschaffen. Insgesamt sind rund 150 qkm auf diese Weise vermessen worden mit einem Stationsabstand von etwa 80 bis 100 m. So tritt zu den 300 Hauptstationen der beiden Expeditionen noch die große Zahl dieser auch kartographisch skizzierten magnetischen Lokalvermessungsstationen hinzu.

Das große Werk, das Filchner auf seinen beiden so mühevollen und nicht ungefährlichen Reisen vollbracht hat, können wir nicht besser würdigen, als daß wir ihm den aufrichtigen Dank aller Geophysiker, besonders aber der Geophysiker Deutschlands, aussprechen. Wir verbinden mit diesen Worten des Dankes den Ausdruck unserer großen Freude, daß ihm sein Herzenswunsch erfüllt worden ist und er bereits wieder Ende dieses Jahres Deutschland verlassen wird, um erneut erdmagnetische Pionierarbeit in fernen Ländern zu leisten. Die Regierung von Nepal ist an ihn mit der Aufforderung herangetreten, ihr Land erdmagnetisch zu vermessen. Nach Erledigung dieses Auftrages wird sich Filchner dann eigenen Plänen folgend der magnetischen Erforschung Afganistans und Persiens zuwenden. Die Mittel für diese Reise sind ihm bereitgestellt worden.

Das Instrumentarium ist inzwischen erweitert worden. Für die *H*-Messung steht jetzt ein zweites Instrument, ein Quarzfadenhorizontalintensitätsmagnetometer nach La Cour zur Verfügung. Ferner wird Filchner noch eine registrierende Vertikalfeldwaage mitnehmen, um vor allem seine lokalen Vermessungen durch gleichzeitige Aufzeichnung der Variationen sicherer zu gestalten.

Es bleibt uns zum Schluß nur übrig, Filchner auch für diese neuen großen Pläne von Herzen volles Gelingen zu wünschen und der Hoffnung Ausdruck zu geben, ihn nach vollbrachter Tat wieder wohlbehalten in unserer Mitte zu sehen.

Potsdam, Geophysikalisches Institut.

Aussprachebemerkung zum Vortrag Fanselau (über Filchner)

Julius Bartels, Potsdam: Die äußeren Schwierigkeiten, unter denen Prof. Filchner seine Messungen durchgeführt hat, sind in diesem Kreise hinreichend bekannt. Der wissenschaftliche Wert solcher Expeditionen in wenig

erforschte Gebiete für die Erdkunde in weitestem Sinne liegt auf der Hand. Was aber Filchners Forschungsreisen gerade für die Geophysik im engeren Sinne und speziell für den Erdmagnetismus bedeuten, hat Herr Fanselau geschildert.

Für die Anwendungen der Geophysik im Verkehr zu Lande und in der Luft ist es natürlich wertvoll, z. B. die Mißweisung so früh wie möglich zu bestimmen. Aber auch für rein wissenschaftliche Fragen liegt ein Grund vor, weshalb man mit den Messungen nicht warten kann, bis das Gebiet für bequemere Reisen aufgeschlossen ist, und dieser Grund ist vielleicht denjenigen von uns, die aus der reinen Physik kommen, nicht so klar. Wir haben auf dieser Tagung nämlich so oft Bemerkungen gehört etwa dieser Art: „Das sind Messungen, die schon mehrere Jahre zurückliegen, und die von neueren Messungen überholt sind.“ So könnte man auf den Gedanken kommen, daß auch Filchners Arbeiten nach einigen Jahren oder Jahrzehnten nur noch historischen Wert haben könnten. Aber gerade das Gegenteil ist der Fall: Das erdmagnetische Feld ändert sich ja im Laufe der Jahre, und von der Kenntnis und Deutung dieser langsamen Änderung, der Säkularvariation, erhoffen wir wichtige Aufschlüsse über Vorgänge im Erdkörper. Je eher man nun in einem Gebiet erdmagnetisch mißt, um so früher kann man durch Wiederholungsmessungen die Feldänderungen feststellen, und dieser Gesichtspunkt ist schon bei der Anlage der Routen berücksichtigt.

Arbeitsgebiete der Reichsanstalt für Erdbebenforschung in ihren Beziehungen zur Geologie und Bergbau

Von A. Sieberg, Jena. — (Mit 11 Abbildungen)

Dieser Vortrag, der durch zahlreiche Lichtbilder erläutert wurde, diente als *Einführung* für die Besichtigung der Reichsanstalt gelegentlich der Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft.

Die Gründung der Reichsanstalt als obere, dem Reichsministerium unmittelbar unterstellte Reichsbehörde erfolgte unter dem Namen Kaiserliche Hauptstation für Erdbebenforschung vor fast 40 Jahren in Straßburg durch Georg Gerland. Damals war *Erdbebenforschung jeglicher Art* die alleinige Aufgabe. Dem entsprach auch die Gründung der Internationalen Seismologischen Assoziation 1908 durch die Reichsanstalt und die Angliederung von deren Zentralbüro an die Reichsanstalt; ferner nach der Ausschaltung aus der internationalen Gemeinschaftsarbeit die Gründung der Deutschen Seismologischen Gesellschaft 1922 durch die Reichsanstalt, woraus sich später die Deutsche Geophysikalische Gesellschaft entwickelte. Schon in den ersten Jahren schuf die Reichsanstalt mit Hilfe des Auswärtigen Amtes und der deutschen Auslandsvertretungen einen die ganze Welt umspannenden makroseismischen und vulkanologischen Nachrichtendienst, dem die Einrichtung von gesonderten Erdbebendiensten, zuletzt auch von

Seismometerstationen, in deutschen Kolonien folgte. Die unmittelbare Folge war fortschreitende Vertiefung und stellenweise grundlegende Umgestaltung des überlieferten Weltbildes der Erdbeben-tätigkeit durch die Reichsanstalt; die heutige Erkenntnis faßt eine Planiglobenkarte 1 : 15 Millionen zusammen.

Die Verlegung der Reichsanstalt 1919 nach Jena unter Oscar Hecker machte es, den Zeitverhältnissen entsprechend, notwendig, die bisher alleinige reine Forschung weitgehend in den Dienst der deutschen Wirtschaft zu stellen. Dem entsprach zunächst die Erweiterung des Aufgabenkreises durch die Angliederung eines Sachbereichs für *Angewandte Geophysik*. Der Grundstein hierzu war auf gravimetrischem und angewandt-seismischem Gebiet bereits in Straßburg gelegt worden. Seitdem wird in Jena auf sämtlichen Gebieten vorwiegend Entwicklungsarbeit geleistet, über deren neuesten Stand, ebenso wie über Fortschritte der *Mikroseismik*, Vorträge der Sachbearbeiter gesondert berichten. Den neuen Verhältnissen paßte sich die *Makroseismik* unter ihrem Sachbearbeiter gleichfalls an, wie nachstehend an einigen Streiflichtern gezeigt werden soll. Diese zeitgeborenen Umstellungen kamen sowohl der reinen Forschung als auch der deutschen Wirtschaft durch gegenseitige Anregung und Befruchtung in unerwartetem Maße zugute.

Für die Makroseismik, also die eigentliche *Erdbebenforschung*, bilden auch heute noch die Wahrnehmungen mit den menschlichen Sinnen den unersetzlichen Grundpfeiler. Sie allein ermöglichen die ausschlaggebende Breitenarbeit, die durch die Stichproben instrumenteller Methoden ebensowenig ersetzt werden können wie etwa dichtmaschige geophysikalische Gelände-vermessungen durch eine einzelne, dem Zufall weitgehend unterworfenen Bohrung. Unter diesen Umständen suchte die Reichsanstalt nicht ohne Erfolg immer neue Wege, um die von Außenseitern gerne überschätzte Unzulänglichkeit des Menschen als Erdbebenbeobachter möglichst gering zu halten. Jedoch erkannte die Reichsanstalt die zusätzliche Notwendigkeit, experimentelle Methoden zu entwickeln, um den Einfluß zahlreicher Variablen auf die Wirkungen von Erdbeben zu klären. Auch hierbei bedeutete die weitgehende Berücksichtigung aller geologischen Gegebenheiten wegen ihrer ausschlaggebenden Bedeutung seit jeher eine Selbstverständlichkeit für die Reichsanstalt. Eigene Geländeuntersuchungen, vor allem bei zerstörenden Erdbeben im Ausland, ermöglichten eine einwandfreie Untermauerung der Erkenntnisse. Neben die reine Forschung trat umfangreiche Zweckforschung mit dem Ziel, die Lehren deutscher Erdbebenforschung in den Dienst deutscher Wirtschaft zu stellen. Über diesen Aufgabenkreis habe ich in Bad Pyrmont Ihnen und in Edinburg der Internationalen Seismologischen Assoziation ausführlich berichtet. Daß einzelne Fragen noch nicht so weit geklärt sind, wie es wünschenswert und sonst selbstverständlich gewesen wäre, liegt an besonderen Umständen.

Die *Erdbeben-tätigkeit Deutschlands* wird gerne unterschätzt. Gegen die Berechtigung hierfür spricht schon die von der Reichsanstalt auf geologisch-tektonischer Grundlage bearbeitete Erdbebenkarte Deutschlands im Maßstab 1 : 750000. Kenntnisnahme einschlägiger Originalberichte oder gar Inaugenscheinnahme der

von manchen deutschen Erdbeben, so noch 1935 in Oberschwaben, verursachten Wirkungen würden selbst die letzten Zweifel beseitigen. Im Hinblick auf die zunehmende Industrialisierung Deutschlands ist der sachlich gut begründete Erfahrungssatz zu beachten, daß am gleichen Ort und durch das gleiche Beben Industrieanlagen erheblich schwerer gefährdet werden als Wohnsiedlungen. Obschon in Deutschland kein Grund für besondere Beunruhigung vorliegt, stimmen doch gewisse Erfahrungstatsachen bedenklich gegenüber der heutigen Gepflogenheit, bei der Planung lebenswichtiger Industrie-, Versorgungs- und Verkehrsanlagen jegliche Erkenntnisse der Erdbebenforschung unbeachtet zu lassen. Sobald aber *Kolonien* wieder in Frage kommen sollten, wäre derartiges nicht mehr zu verantworten.

Für viele Fragen von Theorie und Praxis ist die voraussichtlich demnächst ins Leben tretende Zusammenfassung bisheriger deutscher Länderdienste zum *Reichserdbebendienst* eine unabweisbare Notwendigkeit. Er muß endlich das erreichen, was beispielsweise für die Meteorologie schon seit langen Jahrzehnten eine Selbstverständlichkeit ist; nämlich Forschung und Bearbeitung nach einheitlichem Plan und Methode, ohne die Einzelinitiative irgendwie zu hemmen. Darüber hinaus muß der deutsche Reichserdbebendienst neben der Makro- und Mikro-seismik auch experimentelle Versuche und geophysikalische Sondermessungen zur Klärung bestimmter Fragen heranziehen. Wer bestimmte Karten der Geophysikalischen Reichsaufnahme mit der Erdbebenkarte Deutschlands und mit der Karte rezenter Bodenbewegungen vergleichen konnte, weiß, was damit gemeint ist.

Mit Recht legt die Wirtschaft das Schwergewicht auf die *Wirkungen* der Erdbeben, sofern Bauwerke Schaden leiden und als Menschenfallen dienen. Das haben auch in Deutschland die Versicherungsgesellschaften am klarsten erkannt. Deshalb lassen sie sich von der Reichsanstalt für einschlägige Sonderfragen verschiedenster Art und für alle Weltgegenden an der Hand eigens bearbeiteter Erdbebenkarten größeren Maßstabes ausführlich beraten.

In Gegensatz hierzu pflegen sich selbst deutsche Baufirmen, die in Erdbebengebieten bedeutende Bauvorhaben durchführen sollen, größerer Zurückhaltung zu befleißigen. Sie können sich von der Überschätzung der vermeintlich „erdbebensicheren“ Bauweise noch immer nicht frei machen. Es fällt ihnen schwer zu glauben, daß bei bestimmter Beschaffenheit des Baugrundes, die zudem stark vorherrscht, dem Erdbeben gegenüber jegliche menschliche Kunst versagt. Als Beispiel eines häufigen Falles sei bloß an die bekannten Abbildungen erinnert, wo selbst bei klotzartiger Steifigkeit ein vom Erdbeben schief gestelltes Gebäude unbewohnbar wird und deshalb praktisch verloren sein kann. Sachverständige Beratung bei der Planung vermöchte oft mit einfachsten Mitteln folgenschweren Mißerfolgen zu begegnen.

Über die vollkommen gesetzmäßige Abhängigkeit der Erdbebenwirkungen vom *Baugrund* hat die Reichsanstalt seit dem an Ort und Stelle untersuchten Messina-Beben von 1908 und des Albbebens von 1911 so vieles veröffentlicht,

daß die bloße Erwähnung dieses Forschungsgebietes von grundlegender praktischer Bedeutung genügt. Alle weiteren Erfahrungen brachten, jede in ihrer Art, nur Bestätigungen. Auch manche Verwerfung im In- und Auslande, die aus Isoseistenbildern herausgelesen wurde, konnte später durch geologische Kartierungen bestätigt werden.

Wenn man sich die überall in der Welt bestätigten Erkenntnisse vor Augen hält, überrascht es, daß noch immer, teils zustimmend, teils ablehnend, von *Stärkeskalen* der Erdbeben gesprochen wird. Solche kann es gar nicht geben, weil die vom Bebenherd ausgestrahlte Energie durch zu viele, meistens unfaßbare Variablen der durchlaufenden Medien Erdrinde, Baugrund und Gebäude umgeformt wird. Dies gilt nicht nur für Erdbeben, sondern auch für Industrie und Verkehrserschütterungen. Demgemäß können wir bloß von *Wirkungsskalen* sprechen. Selbstverständlich lassen sich, wie es ja auch durch die Reichsanstalt geschieht, für jeden Sonderfall, also für eine allerengst begrenzte Beobachtungsstelle, durch geeignete instrumentelle Messungen brauchbare Zahlengrößen für Intensität und

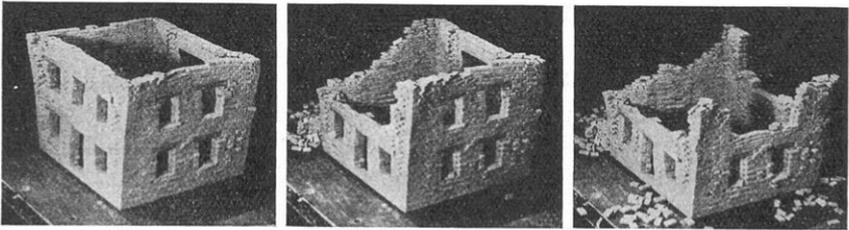


Fig. 1. Zerstörung von Backsteingebäuden durch Erdbebenstöße (Modellversuch)

Charakter der Bodenschwingungen ermitteln. Aber daraus eine allgemein gültige absolute Stärkenskala ableiten zu wollen, etwa als Vervollkommnung der allseitig bloß als höchst anfechtbaren Notbehelf erkannten Cancaniskala, ist aussichtslos. Auch bei Industrie- und Verkehrserschütterungen; denn hier sind die meistens an kleinsten Raum gebundenen Variablen: Untergrund, Bettung, Bauweise und Erhaltungszustand der Fahrbahn, sowie Baugrund, Bauweise und Erhaltungszustand des Gebäudes. So verlockend mir noch vor Zeiten die Messung planmäßiger Zerstörung von Gebäuden erschien, die bei der Anlage von Talsperren und sonstigen Versorgungsgroßanlagen geopfert werden müssen, so argwöhnisch stehe ich ihr nach den letzten Erfahrungen gegenüber.

Über den *mechanischen Vorgang bei der Zerstörung von Gebäuden* herrschen viele Hypothesen. Zum Teil stützen sich diese auf Untersuchungen mittels Schütteltischen, die harmonische Schwingungen vollführen. Für Erdbeben trifft diese Voraussetzung nicht zu; denn bei ihnen handelt es sich um Stöße. Indem die Reichsanstalt entsprechende Stöße auf Hausmodelle wirken ließ (Fig. 1), vermochte sie zunächst Grundsätzliches für Backsteinmauerwerk abzuleiten. Selbstverständlich unterliegen andere Bauweisen anderen Bedingungen, die noch zu

untersuchen sind. Mancherlei Überraschungen können dabei erwartet werden. Daß diesen Problemen, ebenso wie der Reaktion des Untergrundes, auch *wehrentechnische* Bedeutung zukommt, sei nur nebenher erwähnt.

Lange haben die zwischen den Erdbeben und den *Verkehrerschütterungen* zutage tretenden unüberbrückbaren Gegensätze Befremden ausgelöst; vor allem die Tatsache, daß die gleichen Beschleunigungen, die beim Erdbeben Gebäudeschäden verursachen, bei Industrie- und Verkehrerschütterungen trotz der Dauerbeanspruchung die Gebäudefestigkeit nicht merklich beeinflussen. Dies wird aber sofort verständlich, wenn man bedenkt, daß die Beschleunigung bloß der Ausdruck für die Fühlbarkeit der Erschütterung ist, während die Amplitude der Gebäudeverformung als zusätzliche Beanspruchung von Material und Verband den Schaden bestimmt.

Binnen kurzem hofft die Reichsanstalt Aufschluß darüber geben zu können, ob für die übliche mikroseismische Bearbeitung von Nahbeben meine seit jeher erhobene Befürchtung, die Vernachlässigung der geologischen Mediumverschiedenheiten bedeute eine unzulässige Vereinfachung, berechtigt ist oder nicht. Aber soviel steht schon jetzt fest: a) Die für verschiedene Gesteine durch das Schießverfahren ermittelten Fortpflanzungsgeschwindigkeiten sind viel zu gering, um die mikroseismisch ermittelte Fortpflanzungsgeschwindigkeit der longitudinalen Erdbebenwellen von rund 5.7 km/sec zu ermöglichen. Deshalb muß angenommen werden, der Frequenzunterschied von rund 10 bis 50 Hertz bei Sprengungen und von rund 2 bis 1 Hertz bei Erdbeben komme in der Ausbreitungsgeschwindigkeit zum Ausdruck durch deren Vergrößerung mit der Wellenlänge. Diese Dispersion ist bisher bekanntlich nur für Oberflächenwellen nachgewiesen. b) Die Verwertung von Emergenzwinkeln hat für mikroseismische Nahbebenbearbeitungen keinen Sinn. c) Das gleiche gilt für die Verwertung von Energiebeobachtungen für Epizentral- und Herdtiefenbestimmungen von Nahbeben, wenn nicht Vorkehrungen getroffen werden können, um die Unterschiede der Medien in Rechnung zu stellen.

Die *Vorgänge in den Bebenherden* sind trotz allem, was die Reichsanstalt bisher in langjähriger Arbeit feststellen konnte, erst recht unzulänglich geklärt. Neuere Erfahrungen durch Natur und Versuch legen mir den Gedanken nahe, daß auf diesem Gebiet Überraschungen nicht ausgeschlossen sind. Eine günstige Gelegenheit, diesen Fragen näher zu treten, bietet eine bestimmte Gegend Deutschlands mit häufigen Erdstößen, die näher zu bezeichnen verschiedenen Stellen aus berechtigten Gründen unerwünscht ist. Ebenso wie diesen Stellen ist die Reichsanstalt der Deutschen Forschungsgemeinschaft zu besonderem Dank verpflichtet für die Ermöglichung der Durchführung dieser Versuche. Hierbei werden einesteils die Herde nach Lage und Tiefe in bekanntem Medium eingemessen. Andererseits soll von der Möglichkeit Gebrauch gemacht werden, im natürlichen Großversuch die orientierenden Vorversuche im Laboratorium nachzuprüfen. Hilfsmittel hierfür ist der von Krumbach entwickelte Seismometertyp (vgl. den Vortrag), der sich, wie es scheint, zum einwandfreien Ortsbebenseismometer hochzüchten

läßt. Schon heute können wir sagen, daß am gleichen Ort bei Lokalstößen grundsätzlich verschiedene Seismogrammtypen in die Erscheinung getreten sind, was auf mannigfache Herdvorgänge schließen läßt. Dies steht in bester Übereinstimmung sowohl mit den örtlichen Gegebenheiten, als auch mit den Ergebnissen der Vorversuche.



Fig. 2. Hauszerstörung durch Erdspalte im Senkungsfeld über einer zusammenbrechenden Schlotte

Grundverschieden von den Schwingungsschäden sind die Gebäudeschäden (Fig. 2), die durch außerordentlich langsame *Bodenumlagerungen* unter den Fundamenten hervorgerufen werden und meistens *erschütterungslos* verlaufen. Derartige bodenmechanische Umlagerungen können natürlichen und künstlichen Ursprungs sein.

Die natürlichen Bodenumlagerungen sind zum Teil eine Folge von *rezenten Bodenbewegungen* in Deutschland, die die Reichsanstalt erstmalig in einer Übersichtskarte zur Darstellung brachte. Diese rezenten Bodenbewegungen haben teils tektonischen (Fig. 3) Ursprung, der auch in den Erdbeben charakteristisch zum Ausdruck kommt. Teils handelt es sich um Auslau-

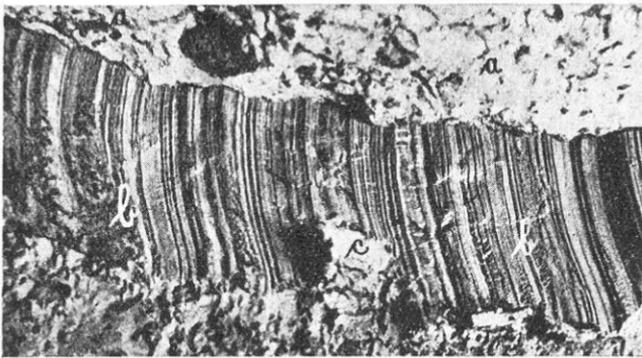


Fig. 3. Rutschstreifen einer lebenden Verwerfung. Die Senkung beträgt durchschnittlich 5 mm pro Jahr

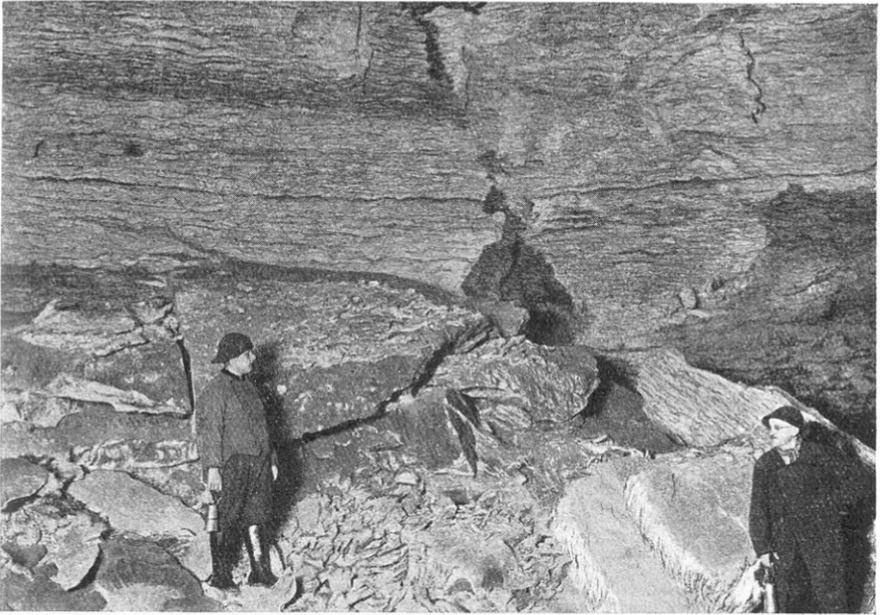


Fig. 4. Gipsschlote mit Sturzmassen

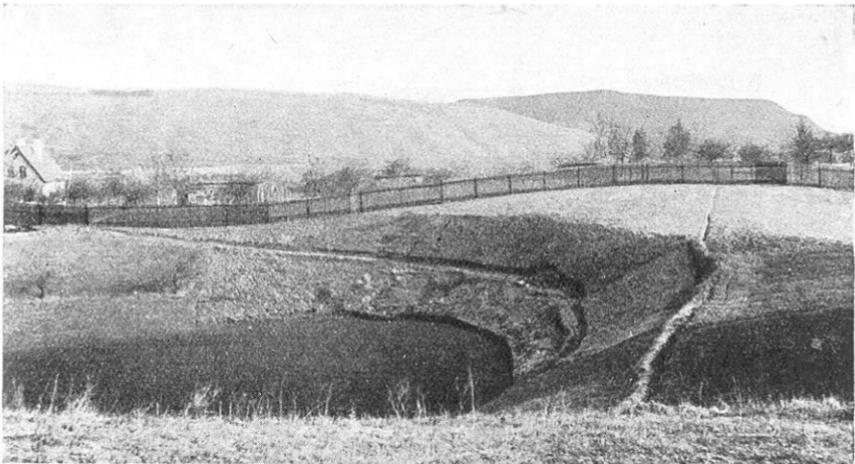


Fig. 5. Erdfall über der Schlotte Fig. 4

gungsvorgänge in Kalk, Gips (Fig. 4 und 5) und Salz. Bemerkte sei hier nur, daß das Salz in Deutschland und anderen Weltgegenden durch seine leichte Verformbarkeit auch für die Tektonik eine bestimmende Rolle spielt, etwa ent-

sprechend derjenigen, die von manchen Kreisen hypothetischen Magmanestern zugeschrieben wird.

In manchen *Bergbauegenden* überschneiden sich natürliche und künstlich durch Menschenhand hervorgerufene Bodenumlagerungen (Fig.6 bis 8) und Ge-

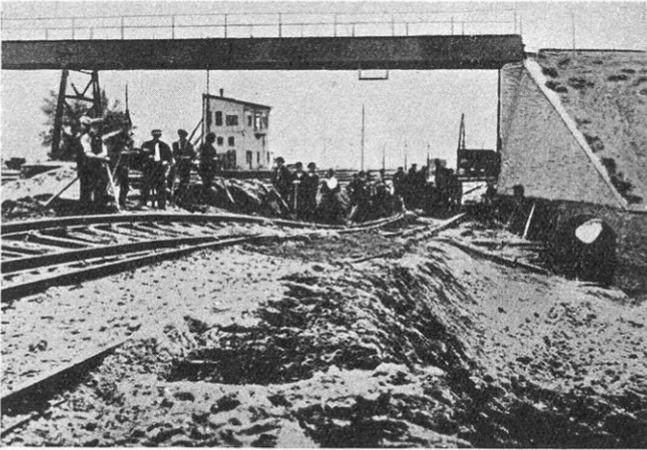


Fig. 6. Stauchungen rolligen Deckgebirges bei Einschiebebewegungen über unterirdischem Schlotteneinbruch

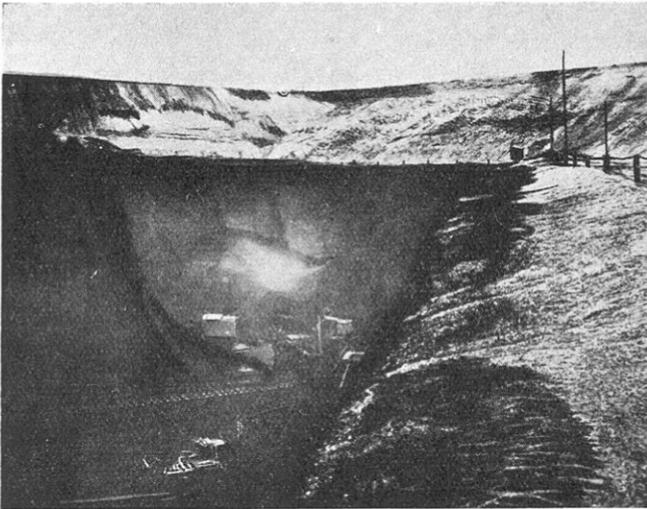


Fig. 7. Diluvialer Erdfall in Braunkohle über Gipsschlotte

bäudeschäden (Fig. 9). Die Möglichkeit, sie zu entzerren, erlangt, was keiner näheren Begründung bedarf, in wirtschaftlicher Hinsicht außerordentliche Be-

deutung; erwähnt seien nur Schadenersatzansprüche. Aus Gründen, die dem Fachmann ohne weiteres verständlich sein sollten, bieten die Erkenntnisse der Makroseismik in Zerstörungsgebieten von Erdbeben, vereint mit geologischen Überlegungen und mit instrumentellen Messungen das einzige Hilfsmittel, um

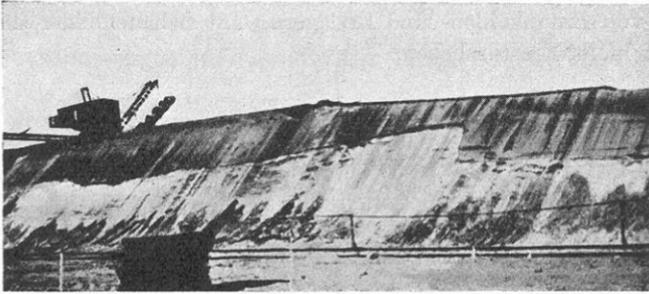


Fig. 8.

Diluviale Horst- und Grabenverwerfungen durch Einschiebungen im Deckgebirge des diluvialen Erdfalls Fig. 7



Fig. 9.

Schiefe Kirchen Deutschlands als Folgen natürlicher Salzauslaugung im Untergrund. — A. In Bergbaugegend: Senkungsbetrag in 50 Jahren 5 m, Jahresmaximum 23 cm, Jahresmittel jetzt 4 cm. — B. In bergbaufreier Gegend: Gesamtabweichung der Turmspitze rund 2,5 m in 25 Jahren, zuletzt monatliche Bewegung etwa 2,7 mm

eine solche Entzerrung zu versuchen. Hierfür ergeben sich die nachstehenden Gesichtspunkte:

a) Mechanische Ausräumung von Gestein verursacht das Schadenbild von Einschiebebewegungen (Fig. 10) bei Einsturzbeben.

b) Chemische Auslaugung löslichen Gesteins durch Sickerwässer begünstigte die Bildung von Braunkohlen- und Erzlagern. Die Schadenbilder (Fig. 11) entsprechen gleichfalls Einsturzbeben.

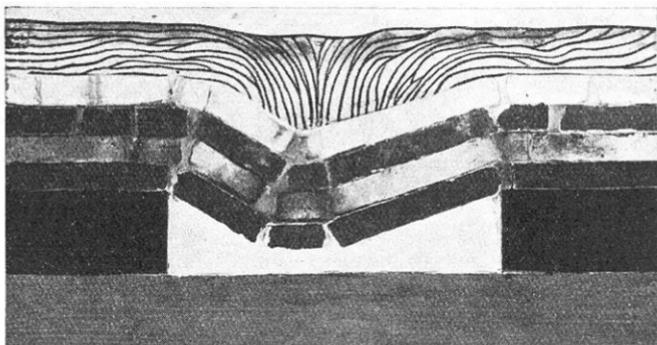


Fig. 10. Stromlinien von Einschiebebewegungen rolligen Deckgebirges bei unterirdischem Einsturz (Modellversuch)

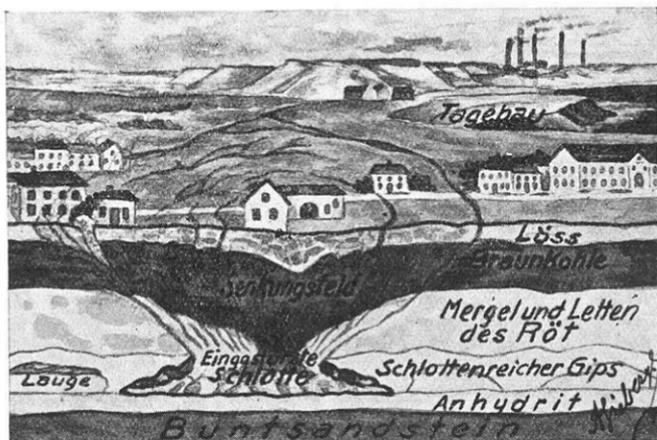


Fig. 11. Einem Einsturzbeben entsprechendes Schadensbild eines Schlotteneinbruchs unter Braunkohle

c) Spannungsänderung im Gestein wirkt in der Art tektonischer Erdbeben. Hierher gehören u. a. die *Gebirgsschläge*, bekanntlich mit der gefährlichste Feind des Bergmanns. Hinsichtlich ihres Wesens ist die Reichsanstalt zu einer Auffassung gelangt, die, wie sich herausstellte, derjenigen von maßgebenden Bergbaukreisen

grundsätzlich entspricht, allerdings von anderen Kreisen abgelehnt wird. Vieles spricht dafür, daß Gebirgsschlagforschung im Sinne der Reichsanstalt auch praktisch fruchtbarer sein sollte als die von anderer Seite bevorzugte statistische.

d) Tragfähigkeitsminderung von Gestein durch Erweichen, Schlüpfrigwerden oder Zermalmen des Baugrundes.

e) Druckänderungen im Grundwasser bringen Lockerböden in Bewegung.

Anschließend sei ausdrücklich die Selbstverständlichkeit hervorgehoben, daß die Reichsanstalt es unter allen Umständen ablehnt, sich, ebenso wie etwa beim Versicherungswesen, so auch beim Bauwesen und beim Bergbau in die Belange dieser Disziplinen einzumischen, die sie nicht zu beherrschen braucht. Vielmehr will die Reichsanstalt den beteiligten Kreisen lediglich die Möglichkeit bieten, auf Grund bodenmechanischer Überlegungen Mittel an die Hand zu bekommen, um ihren weiteren Maßnahmen eine einwandfreiere Untermauerung zu geben als es bisher geschah.

Reichsanstalt für Erdbebenforschung, 21. Oktober 1938.

Über ein Stationsseismometer für optische Registrierung

(Vorläufige Mitteilung)

Von G. Krumbach, Jena. — (Mit 2 Abbildungen)

Eine systematische Durchbildung der Optik am schwingenden System und am Registriergerät ermöglicht es, Seismometer zu konstruieren, bei denen die Bewegungen der schwingenden Masse ohne Zwischenschaltung eines störenden Zwischengliedes unmittelbar auf den Registrierfilm übertragen werden. Infolge der Strichfeinheit läßt sich der Verbrauch an Registrierpapier soweit herabsetzen, daß die Kosten der normalen Rußschreibung auch im Dauerbetrieb nicht wesentlich überschritten werden. Die kleinen Ausmaße von Seismometer und Registriereinrichtung machen die ganze Anlage für seismische Feldversuche, insbesondere auch für schnelle Aufstellung im Herdgebiet eines Erdbebens besonders geeignet.

Inhaltsverzeichnis. A. Einleitung. B. Grundlagen für optische Registrierung. C. Praktische Folgerungen für den Aufbau von Seismometern. D. Anwendungen. a) Das Seismometer als Fernbebeninstrument, b) Das Seismometer als Nahbebeninstrument. E. Weiterer Ausbau des Instrumentes. F. Bemerkungen zur Registriereinrichtung.

A. Einleitung. Bei den instrumentellen Aufzeichnungen der von Erdbeben ausgelösten Bodenschwingungen fordert man, daß ein gewisser Minimalausschlag auf dem Registrierstreifen noch gut ausmeßbar ist. Es müssen daher im allgemeinen die Bewegungen der schwingenden Masse des Seismometers durch mehr oder weniger komplizierte Vergrößerungseinrichtungen, sei es in mechanischer