

Werk

Jahr: 1928

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:4

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0004

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0004

LOG Id: LOG_0040

LOG Titel: Gemeinschaftliche Arbeit zwischen Seismologen und Baufachmann zur Verringerung von Erdbebenschäden

LOG Typ: article

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 these 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

Einfluß hat (vgl. S. 215). Es ist daher bei der Anwendung des Diagramms b auf praktische Beispiele Vorsicht geboten.

Für die Vorprüfung einer Aufgabe der praktischen Geophysik, d. h. also, soll die Frage erörtert werden, ob für eine Aufgabe der praktischen Geologie oder des Bergbaues die Drehwaagemethode günstige Aussichten für eine Lösung bietet oder nicht, sind die konstruierten Diagramme sehr geeignet. Man zeichnet die möglichen Massenordnungen, wie sie in günstigen oder in weniger günstigen Fällen den geologischen Verhältnissen entsprechen können, in dem richtigen Maßstab auf und behandelt dann ein solches hypothetisches Profil wie das auf S. 215 ff. behandelte Beispiel, wobei natürlich eine Beschränkung auf die wesentlichsten Punkte genügt. Man kann dann sehr schnell beurteilen, wie groß die Gradienten sind, welche vorkommen können, und wie groß der Punktabstand bei den Messungen etwa sein muß. Die Unsicherheit, welche durch die Geländeverhältnisse bedingt ist, läßt sich abschätzen*); und man erhält auf diese Weise recht sichere Anhaltspunkte dafür, ob die Drehwaagemethode für die vorliegende Aufgabe Aussicht auf Entscheidung bietet oder nicht.

Gemeinschaftliche Arbeit zwischen Seismologen und Baufachmann zur Verringerung von Erdbebenschäden.

Von Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. **Rudolf Briske**, Berlin. — (Mit 11 Abbildungen.)

Die weitaus meisten Erdbebenschäden an Bauwerken sind auf ungeeignete Bauweisen zurückzuführen, die die wagerechten Erdbebenerschütterungen nicht aushalten. Eine einwandfreie statische Berechnung und Durchbildung der Bauten auf Grund der mutmaßlich größten wagerechten Erdbebenbeschleunigung ist in den meisten Fällen möglich. Enge Zusammenarbeit zwischen Seismologen und Baufachmann ist notwendig, einerseits zur Festsetzung der in die statischen Berechnungen einzuführenden seismologischen Grundlagen, andererseits zur allgemeinen Planung der Bauanlagen im Hinblick auf die durch die Bodengestaltung bedingte Erdbebengefahr.

1. Die Feststellung des Erschütterungsgrades. Die schweren Erdbebenschäden, die die Balkanländer in den letzten Monaten heimgesucht haben, rufen erneut die Frage wach, wie weit menschliches Können imstande ist, derartige Schäden zu verringern.

Bisher sind die Grundbegriffe der Erdbebenkunde noch verhältnismäßig wenig in weitere Kreise gedrungen. Nicht nur in Laien-, auch vielfach in Ingenieurkreisen begegnet man der Anschauung, daß Erdbeben nun einmal höhere Gewalt seien, denen alles, was in der Gefahrzone liegt, zum Opfer fallen muß. Man ist bei dieser Auffassung zu sehr beeinflusst von Schilderungen ver-

*) Vgl. H. Haalck: a. a. O., siehe S. 5.

herender Erdbeben, bei denen ganze Häuser in Erdspalten verschlungen, die Felsmassen steiler Abhänge mit ganzen Dörfern darauf zusammengestürzt sind; man vergißt jedoch, daß derartig schwere Veränderungen der Erdoberfläche, gegen die freilich menschliches Können machtlos ist, doch nur einen geringen Teil der Zerstörungen verursachen. Bei dem schwersten Erdbebenunglück, das in geschichtlicher Zeit bekannt geworden ist, demjenigen vom 1. September 1923 in Mitteljapan, wurden 250 000 Gebäude vernichtet oder schwer beschädigt. Dabei trafen die wenigen überhaupt beobachteten Erdspalten keine Gebäude; durch einstürzende Steilhänge wurden nur ein Ortsteil von Yokohama und einige Gebirgsdörfer vernichtet; die weitaus größten Opfer waren lediglich auf mangelhafte Seitensteifigkeit der Bauwerke gegenüber den bei den Erdbeben auftretenden seitlichen Erschütterungen zurückzuführen.

Es kommt also vor allem darauf an, in Erdbebengebieten die mutmaßliche Größe dieser Erschütterungen bei künftigen Erdbeben festzustellen. Die senkrechten Erschütterungen sind dabei gegenüber den wagerechten Erschütterungen von geringerer Bedeutung; da die Stoßrichtung der Erdbeben meist unter spitzem Winkel zur Erdoberfläche erfolgt, sind die senkrechten Stoßbeschleunigungen meist erheblich geringer als die wagerechten. Die senkrechten Erschütterungen lösen also meist nur geringe Zusatzbeanspruchungen zu den durch Eigengewicht und Nutzlast ohnehin vorhandenen Beanspruchungen aus, ohne daß die Bauwerke hierdurch gefährdet werden.

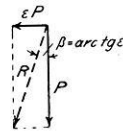
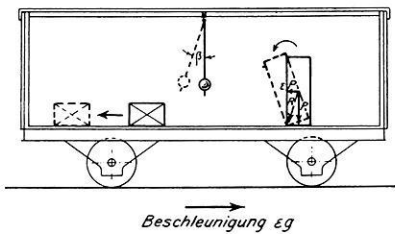


Fig. 1. Veranschaulichung der Erschütterung an den Bewegungen der Gegenstände bei einem hin- und hergerüttelten Fahrzeug.

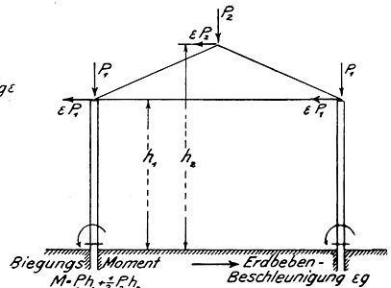


Fig. 2. Statische Wirkung der durch die wagerechte Erdbebenerschütterung hervorgerufenen Zusatzkraft.

Zerstörend wirken dagegen häufig die wagerechten Erschütterungen, denen die in erdbebenfreien Ländern üblichen Bauweisen meist nicht gewachsen sind. Die rüttelnde Bewegung des Erdbodens löst bei größeren Erdbeben gleiche Erscheinungen aus, wie sie etwa beim Rangieren eines Eisenbahnwagens zu beobachten sind. (Fig. 1: Ausschlag eines Pendels, Gleiten und Umkippen von Gegenständen infolge der rüttelnden Bewegung des Fahrzeuges.)

Zur rechnerischen Erfassung des in Fig. 1 dargelegten Bewegungsvorganges ist es notwendig, die Verhältniszahl zwischen der Beschleunigung des Fahr-

zeuges εg und der Schwerebeschleunigung g zu kennen. Bei sinngemäßer Anwendung auf die Erdbebenerschütterungen stellt ε das als Erschütterungsgrad zu bezeichnende Verhältnis der wagerechten Erdbebenbeschleunigung εg zur Schwerebeschleunigung g dar. In den statischen Berechnungen ist der Erschütterungsgrad durch Einführung wagerechter Zusatzkräfte P zu berücksichtigen, die zu den senkrechten Kräften P hinzutreten (Fig. 2).

Der Erschütterungsgrad eines Erdbebens läßt sich auf Grund der Seismogramme rechnerisch bestimmen. Zahlenbeispiel hierzu:

Erdbebenperiode	$T = 1.35 \text{ sec}$
Größe wagerechte Amplitude des Erdbebens	$A = 150 \text{ mm}$
Größe wagerechte Beschleunigung (unter Voraussetzung sinusförmiger Schwingungen)	$\alpha = A \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} = 3250 \text{ mm/sec}^2$
Erschütterungsgrad	

Die Ziffern des Zahlenbeispiels entsprechen annähernd denjenigen des Erdbebens vom 1. September 1923 in Yokohama. Die Stöße, deren wagerechte Beschleunigungen rund $\frac{1}{3}$ der Schwerebeschleunigung betragen, bewirkten Zerstörungen größten Umfanges. Die Festsetzung des den statischen Berechnungen zugrunde zu legenden Erschütterungsgrades, unter Berücksichtigung der heftigsten beobachteten Erdbeben, sowie eines nach der Bedeutung des Bauwerkes festzusetzenden zusätzlichen Sicherheitsmaßes, ist also eine der wesentlichsten Gemeinschaftsaufgaben zwischen Seismologen und Bauingenieur.

Für Tokio zeigt Fig. 3*) die Schwere der Erdbebenerschütterung bei dem großen Erdbeben in Japan in den verschiedenen Stadtteilen. Der Erschütterungsgrad wurde durch Vergleich der Seismogramme mehrerer an verschiedenen Beobachtungsstellen gemessener Erdbeben mit dem im seismologischen Observatorium der Universität Tokio aufgezeichneten Seismogramm des Erdbebens vom 1. September 1923 ermittelt. Der Vergleich dieses Erschütterungsplanes mit einem geologischen Plan zeigt, in wieviel stärkerem Maße die

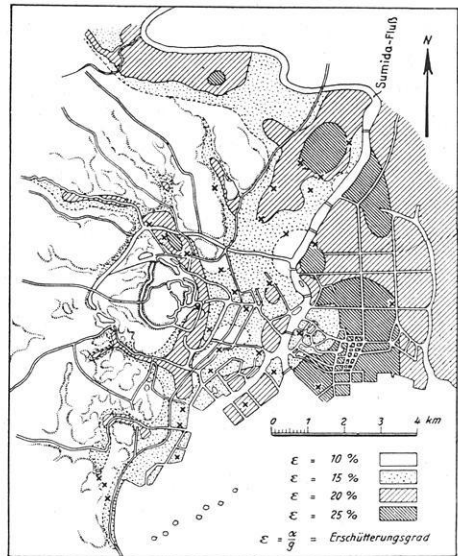


Fig. 3. Die Verschiedenheit des Erschütterungsgrades innerhalb des Stadtgebietes von Tokio.

*) Entnommen aus Imamura, Untersuchungen über das Erdbeben vom 1. September 1923 in SO-Japan, Imperial earthquake investigation Committee, Tokio 1924.

weicheren Alluvialschichten erschüttert wurden als die geologisch alten, aus festem Diluviallehm bestehenden Gebietsteile. Wenngleich derartige Darstellungen keinen Anspruch auf unbedingte Genauigkeit erheben können, sind sie doch von unschätzbarem Wert für den ausführenden Ingenieur. Sie geben die Größe des Erschütterungsgrades an, den der Bauingenieur, um sicher genug zu bauen, genau so in seinen statischen Berechnungen einführen muß, wie etwa Winddruck und Schneelast.

Einheitliche behördliche Bestimmungen bezüglich der Erdbebensicherheit in Ergänzung sonstiger baupolizeilicher Bestimmungen sind zweckmäßig. Mustergültig sind in dieser Hinsicht die ministeriellen Vorschriften für Neubauten von Straßenbrücken in Tokio. Die Vorschriften schreiben, da es sich bei den Brücken überwiegend um weicheren alluvialen, oft erst in geologisch jüngster Zeit abgelagerten Boden handelt, die Einführung der verhältnismäßig hohen wagerechten Erdbebenbeschleunigung von $\frac{1}{3}$ der Schwerebeschleunigung, $3,27 \text{ m/sec}^2$, vor, bei gleichzeitiger Berücksichtigung einer Vermehrung oder Verminderung der Schwerkraft selbst um $\frac{1}{6}$ ihres Wertes. Im Hinblick auf die Seltenheit des Erdbebenfalles dürfen die ohne Rücksicht auf das Erdbeben zulässigen Beanspruchungen der Baustoffe dabei um 50 Proz. überschritten werden. Ähnliche Bestimmungen empfehlen sich auch für Hochbauten.

Die folgenden Beispiele zeigen die Bewährung der einzelnen Bauweisen bei schweren Erdbeben und damit die Bedeutung der Kenntnis des Erschütterungsgrades, um die Bauweise zu wählen und im einzelnen durchzukonstruieren. Bemerkte sei, daß oft auch rückwärts aus den Zerstörungserscheinungen der Erschütterungsgrad ziemlich genau hergeleitet werden kann, der Seismologe also durch den Bauingenieur wertvolle Aufschlüsse über die Verbreitung eines Erdbebens erhalten kann*).

2. Die Bewährung der verschiedenen Bauweisen in Erdbebengebieten.

Die Holzbauweise (Fig. 4, Tafel I). Die Holzbauweise ist für Bauten in Erdbebengebieten geeignet, sofern ein Dreiecksverband — nach Art der in Europa üblichen Holzfachbauweise — die Aufnahme der horizontalen Erschütterungen sichert. Eigenartigerweise widerspricht gerade im Erdbebenlande Japan die dort von altersher eingeführte Holzbauweise dieser Vorbedingung. Bei ihr ruht ein schweres Dach auf einem leichten Holzunterbau, der nur aus Pfosten und Riegeln, ohne Verstrebung, besteht. Infolgedessen ist die Anzahl zerstörter Wohnhäuser bei Erdbeben in Japan stets besonders groß.

Die Steinbauweise (Fig. 5, Tafel I). Die Steinbauweise, sei es in Ziegel- oder Bruchsteinmauerwerk, ist für Erdbebenländer ungeeignet. Der im Hochbau übliche Mauerwerksverband reicht gegen die wagerechten Erschütterungen nicht aus. Nur kräftige Gewölbe sind als widerstandsfähig anzusehen, ergeben

*) Ausführlichere Angaben über statische Berechnung und Konstruktion erdbebensicherer Bauwerke enthält die Arbeit des Verfassers: „Die Erdbebensicherheit von Bauwerken“. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1927.

aber dermaßen kostspielige Konstruktionen, daß man besser von Konstruktionen in Mauerwerk in Erdbebengebieten ganz absieht. Als Ersatz für massive Gebäude kommen Eisenkonstruktion mit Fachwerkausmauerung oder Eisenbetonkonstruktion in Frage.

Die Eisenbauweise (Fig. 6, Tafel I). Eiserne Fachwerkstrukturen sind sehr widerstandsfähig gegen Erdbeben, sofern den wagerechten Erschütterungen durch ausreichende Verstrebung oder hinreichend kräftige rahmenartige Konstruktion der Säulen Rechnung getragen wird. Die vielfach übliche Anordnung schlanker eiserner Säulen, die gerade zur Aufnahme senkrechter Kräfte reichen, mit Ausfachung in leichtem Ziegelmauerwerk hat sich nicht bewährt. Bei derartigen Gebäuden war bei starken Erdbeben durchweg, infolge übermäßiger Verbiegung der eisernen Säulen, in den am meisten beanspruchten Untergeschossen das Mauerwerk schwer beschädigt oder ganz herausgedrückt.

Die Eisenbetonbauweise (Fig. 7, Tafel II). Die Eisenbetonbauweise ist besonders geeignet für Erdbebengebiete, da die Tragkonstruktion, bei rahmenartiger Verbindung von Säulen und Balken, sich ohne nennenswerten Mehraufwand tragfähig gegenüber den auftretenden wagerechten Kräften konstruieren läßt. Während derartige Rahmenkonstruktionen sich bei dem großen Erdbeben in Japan 1923 vorzüglich bewährt haben, wurden Eisenbetonbauten, die nach der sogenannten Skelettbauweise lediglich für die Aufnahme senkrechter Kräfte konstruiert sind, vielfach schwer beschädigt oder gänzlich zerstört, indem die durch die wagerechten Zusatzkräfte am meisten beanspruchten Säulenköpfe zermalmt wurden.

Schornsteine (Fig. 8, Tafel I). Während ganze Gebäude im allgemeinen nur von größeren Erdbeben mit entsprechend hohen wagerechten Zusatzkräften zerstört werden, kann bei sehr schlanken Türmen und namentlich bei Schornsteinen auch schon bei kleineren Erdbeben eine Zerstörung eintreten. Derartige schlanke Bauwerke haben verhältnismäßig große Eigenschwingungsperioden von einer Sekunde und mehr, so daß infolge Zusammenfallens der Eigenschwingungsperioden des Bauwerkes mit der Schwingungsperiode des Erdbebens eine Resonanzwirkung eintreten kann, die die anfänglich kleineren Ausschläge immer mehr vergrößert und schließlich zur Zerstörung führt. Der Schwingungsvorgang erklärt die auffällige Erscheinung, daß Schornsteine meistens nicht am Fuße, sondern etwa im unteren Drittel brechen (Fig. 8, Tafel I). Hier kommt es also — im Gegensatz zu den meisten übrigen Aufgaben der Erdbebenstatik — nicht nur auf Kenntnis der mutmaßlichen Erdbebenbeschleunigung, sondern auch auf Kenntnis der Periode zu erwartender Erdbeben an.

Gründung von Bauwerken (Fig. 9, Tafel II). Die Gründung der Bauwerke erfordert besondere Sorgfalt ebenfalls im Hinblick auf die wagerechten Erschütterungen. Nach Möglichkeit ist eine durchgehende Verbindung der einzelnen Fundamente erwünscht. Besonders bei schlechtem Baugrund besteht bei Anwendung der üblichen Gründungsweisen die Gefahr, daß wohl die Übertragung senkrechter Kraft, nicht aber der wagerechten Zusatzkräfte hinreichend

gesichert ist. Auf diese Weise sind zahlreiche Brückenbauten durch unzureichende Gründung zerstört worden (Fig. 9, Tafel II).

Erdbauten (Fig. 10, Tafel II). Besonders gefährdet sind Erdbauten aller Art infolge Zusammensturzes der Böschungen, denn die rüttelnde Bewegung des Erdbodens flacht den Böschungswinkel ab. Lockerung von Eisenbahndämmen und Entgleisungen von Zügen, Verschüttung von Bahneinschnitten und Bahnan schnitten an steilen Berghängen sind die Folge. Notwendig sind sehr flache Böschungen oder Stütz- und Futtermauern, die aber entsprechend dem erhöhten Erddruck viel kräftiger sein müssen als in erdbebenfreien Ländern. Gut bewährt haben sich dagegen allenthalben die Tunnelbauten, deren Gewölbekonstruktion den wagerechten Erschütterungen ohne weiteres standhält.

3. Aufstellung städtischer Bebauungspläne und allgemeine Planung von Ingenieurbauten. Die bisherigen Betrachtungen stellen die Tätigkeit des Konstruktionsingenieurs in den Vordergrund, dem die Aufgabe gestellt wird, in einem bestimmten Gebiet einen erdbebensicheren Bau zu errichten, und der dazu die Elemente der Berechnung auf Erdbebensicherheit braucht, vor allem den Grad der wagerechten Erschütterung, in Ausnahmefällen auch denjenigen der senkrechten Erschütterung und die Erdbebenperiode. Ebenso wichtig ist die Gemeinschaftsarbeit zwischen Seismologen und Ingenieur, wenn es sich um die Planung größerer Anlagen handelt, bei denen auch die Lage des Baues erst festzustellen ist.

Diese Forderung gilt im besonderen für Aufstellung städtischer Bebauungspläne. Pläne der Erdbebenerschütterung, wie der bereits dargestellte Plan von Tokio (Fig. 3), zeigen dem Baufachmann, welche Gebiete sich im Hinblick auf die Erdbebengefahr für die Bebauung eignen. Für Tokio ist es, vom Standpunkt der Erdbebensicherheit gesehen, wünschenswert, daß die Stadt sich im wesentlichen nach den diluvialen Hochflächen nördlich, westlich und südwestlich der Stadt hin ausdehnt, wo die erdbebensicheren Häuser mit sehr viel geringeren Mitteln herstellbar sind als in dem weitaus schwerer gefährdeten östlichen, im Alluvialgebiet liegenden Stadtteil. Besonders wichtig ist die Beurteilung der Gefahr des Zusammenbruches steiler Abhänge und der Spaltenbildung; steile Hänge mit lockeren Gesteinsmassen dürfen nicht bebaut werden (vgl. Fig. 11, Tafel II, Zerstörung eines Gebirgsdorfes in Japan).

Auch im Eisenbahnbau, dessen Schwierigkeiten in gebirgigem Gelände mit Erdbebengefahr bereits erwähnt sind, ist eine Zusammenarbeit zwischen Seismologen und Baufachmann von Anfang an schon bei Festlegung der Linienführung notwendig. Die Gesteinsbeschaffenheit spielt, wenn die Bahn an steilen Hängen entlang führt, in Erdbebenländern eine noch viel größere Rolle als in erdbebenfreien Ländern. Im Hinblick auf die Erdbebengefahr kann eine vielleicht teurere Linie, die dem Laufe der Täler folgt und stellenweise durch Tunnelbauten ins Erdinnere verlegt wird, der scheinbar wirtschaftlichsten Linienführung am Steilhange entlang vorzuziehen sein.

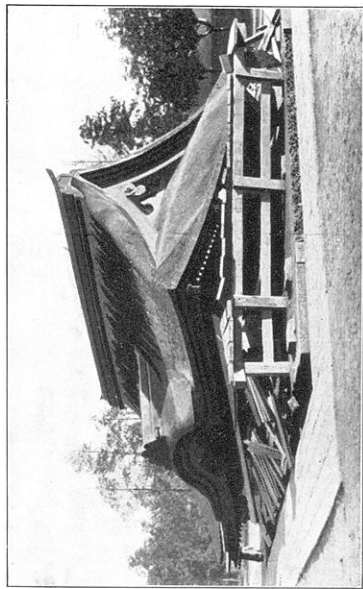


Fig. 4. Zerstörung eines hölzernen Tempels durch Erdbeben vom 1. September 1923 in Tokio. Zusammenbruch des Unterbaues bei unversehrtem Dache.

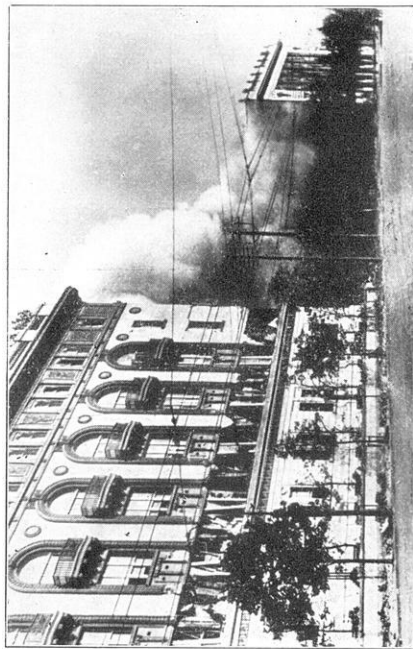


Fig. 6. Palastrhotel Tokio: im zweiten Stockwerk ist infolge der wägerechten Erdbebenscherterung das ganze Füllmauerwerk herausgeplatzt, die eisernen Säulen sind bis zu 30 cm verbogen, um das entsprechende Maß hat sich der in sich unversehrt gebliebene Teil des Gebäudes gegen den unteren Teil verschoben. Das eine Stunde nach dem Erdbeben aufgenommene Bild zeigt im Hintergrunde das brennende Kaiserliche Theater.

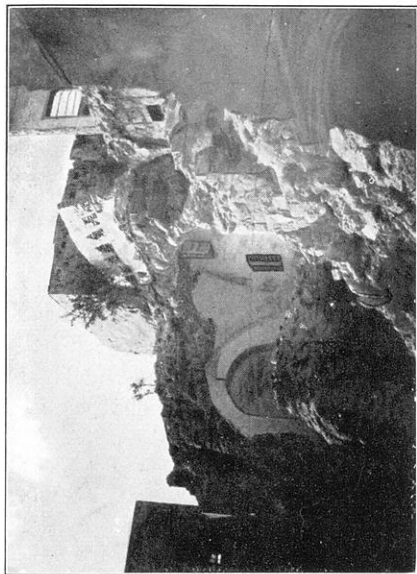


Fig. 5. Bruchsteinmauerwerk in Nablus (Palästina) nach dem Erdbeben im Juli 1927.

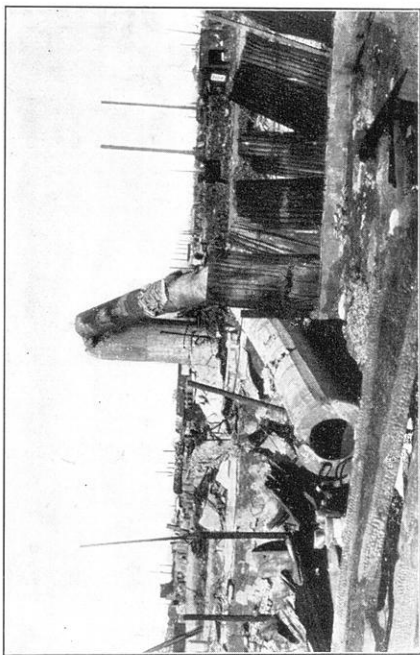


Fig. 8. Zerstörung eines Eisenbetonchorrasteins in Yokohama 1923 (Erdbebenperiode 1.35 sec).



Fig. 7. Yokohama, Fifteenth Bank: Zerstörung an den Köpfen von Eisenbetonsäulen infolge unzureichender Seitensteifigkeit der Skelettbauweise.

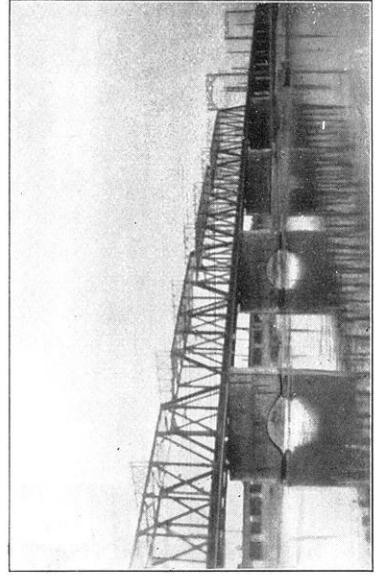


Fig. 9. Gefährdung einer Brücke infolge unzureichender Seitensteifigkeit der Brunnengründung gegen die Erdbbenerschütterung.



Fig. 10. Zerstörung einer Bahnstrecke am steilen Hange im Hakone-Bergland, Japan 1923.

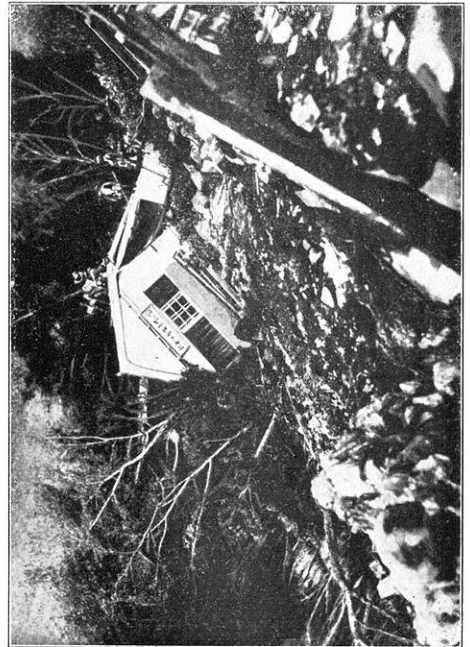


Fig. 11. Zerstörung eines Gebirgsdorfes im Hakone-Bergland, Japan 1923.

Besondere Vorsicht ist bei wasserbaulichen Aufgaben geboten. Auch hier muß der Bauingenieur den Grad der Erdbebengefahr kennen, um beispielsweise Hochwasserdeiche besonders zu sichern, da bei der gewöhnlichen Deichkonstruktion die Gefahr der Lockerung durch Erdbeben und Zerstörung durch nachfolgendes Hochwasser besteht. Die Auswahl des Platzes von Talsperren für Wasserkraftanlagen und Wasserversorgung bedarf bei ihrer Planung unbedingt der Mitarbeit eines auch seismologisch geschulten Geologen, im Hinblick auf die bei Bruch des Bauwerkes unabsehbar schweren Folgen. Auch die Veränderung der Geländeoberfläche durch ungleichmäßige Hebung und Senkung ist in Betracht zu ziehen, da beispielsweise städtische Kanalisationsbauten, Kanäle und Niederdruck-Wasserkraftanlagen schon durch verhältnismäßig kleine Höhenänderungen des Geländes wesentlich gestört werden können. Eine wichtige Frage, besonders für die Wasserversorgung, ist auch die Gefahr der Verstopfung und Neubildung von Quelladern. Verwerfungsspalten bilden eine große Gefahr für Röhren aller Art. Namentlich bei Zuleitungsröhren für die Wasserversorgung ist die Bruchgefahr infolge Verwerfung mittelbar von schwersten Folgen, da die Bekämpfung der fast mit jedem großen Erdbeben verbundenen Schadenfeuer im wesentlichen von einwandfreier Wasserversorgung abhängt.

Kurz zusammengefaßt muß in Erdbebenländern auf allen Gebieten des Bauhofes, von der ersten Planung bis zur konstruktiven Durcharbeitung, Zusammenarbeit zwischen Seismologen und Baufachmann zur Feststellung der notwendigen Sicherheitsmaßnahmen gefordert werden.

Feldapparatur zur Registrierung von Zeitzeichen.

Von **R. Köhler**, Potsdam *). — (Mit einer Abbildung.)

Im folgenden wird die photographische Aufzeichnung von Zeitzeichen auf einen bewegten Film beschrieben. Die Sekundenmarken wurden aus 170 km auf Welle $\lambda = 1090$ m mit 0.8 kW gesandt. Zu diesem Zwecke wurde die unten beschriebene Feldapparatur konstruiert, deren Transport und Handhabung sehr einfach ist. An ein Vierröhrengerät (1 Hochfrequenz-, 1 Audion- und 2 Niederfrequenzröhren) wird ein kräftiges Lautsprechermagnetsystem angeschlossen. Die Schwingungen der Membran werden durch einen Stift auf eine schmale Blattfeder übertragen — Eigenton der Feder 300 bis 400 Per./sec —, die einen Spiegel trägt, dessen Bewegungen in der üblichen Weise mit einem Lichtschreiber registriert werden. Die ankommenden ungedämpften hochfrequenten Schwingungen, die nicht ohne weiteres hörbar und registrierbar sind

*) Die vorliegende kleine Arbeit ist aus den experimentellen seismischen Untersuchungen erwachsen, die im Geodätischen Institut in Potsdam unter Leitung von Professor Angenheister mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft durchgeführt werden.