

Heft:

Überreicht vom Verfasser.

# Sonderabdruck

aus:

## „Das Weltall“

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben

von

**F. S. Archenhold,**

Direktor der Treptow-Sternwarte.



Berlin,

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn.



# DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben

von

**F. S. Archenhold,**

Direktor der Treptow-Sternwarte,

unter Mitwirkung von A. Berberich-Berlin, Prof. Dr. Bohlin-Stockholm, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Foerster, Prof. Dr. H. Fritsche-Petersburg, Prof. Ginzel, Prof. Dr. S. Günther-München, Reg.-Rat Dr. Homann, Dr. M. W. Meyer, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Reuleaux, Prof. Dr. Weinek-Prag u. s. w.

**Bezugspreis für das Vierteljahr von 6 Heften 2 Mark.**

Bestellungen durch jede Buchhandlung oder die Post.

Probehefte bereitwilligst kostenlos vom Verlage:

**C. A. Schwetschke und Sohn**  
Berlin W. 35.



# DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

4. Jahrgang. Heft 6. Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin. 1903. Dezember 15.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 3.— (Ausland Mark 4), einzelne Nummer 60 Pfg. franko durch die Geschäftsstelle des „Weltall“, Treptow b. Berlin, Sternwarte, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreislisle 8344). — Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg.  $\frac{1}{4}$  Seite 50.—,  $\frac{1}{2}$  Seite 27.50,  $\frac{1}{4}$  Seite 15.—,  $\frac{1}{8}$  Seite 8.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

## INHALT.

- |   |   |
|---|---|
| 1. Gegenwärtiger Stand und Bestrebungen der Seismologie. Von Aug. Sieberg, Aachen . . . . . 108   | „Ungewöhnliche Regenbogenerscheinung“. — Über neue Glassorten von gesteigerter Ultraviolett-Durchlässigkeit. — Die Spektren der Gase und Metalle bei hohen Temperaturen. — Die Siemaschkosche Meteoritensammlung in Charkow . . . . . 114 |
| 2. Der gestirnte Himmel im Monat Januar 1904. Von F. S. Archenhold . . . . . 109  | 3. Bücherschau: L. Darmstädter und R. Du Bois-Reymond, Viertausend Jahre Pionierarbeit in den exakten Wissenschaften. — Meyers historisch-geographischer Kalender 1904 . . . . . 118  |
| 3. Kleine Mitteilungen: Der Einfluß des Sonnenlichtes. — Eine Revolution in der Astronomie. — Die Verteilung der Nobelpreise. — Einen außerordentlich einfachen Rheostaten. — Einen Vorlesungsapparat zur Bestimmung des menschlichen Wärmeäquivalents. — Beobachtung einer wechselseitigen Fata Morgana durch Lord Roberts. — Nachtrag zu der Mitteilung | 4. Briefkasten . . . . . 118  |
- Nachdruck verboten, Auszüge nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

## Gegenwärtiger Stand und Bestrebungen der Seismologie.

Von Aug. Sieberg, Aachen.<sup>1)</sup>

Die verheerenden Erdbebenkatastrophen der letzten Zeit zu Schemacha und Andishan, sowie die diesjährige, wenn auch nicht sonderlich folgenschwere, so doch mehrere Monate umfassende Erdbebenperiode im böhmisch-sächsischen<sup>2)</sup> Gebiete haben der Menschheit von neuem und energisch ins Gedächtnis zurückgerufen, daß die Festigkeit unseres Erdballes, der wir aus leicht begreiflichen Gründen nur allzugern vertrauen möchten, eine trügerische ist. Was Wunder, daß die Erdbeben gegenwärtig ein häufig wiederkehrendes Gesprächsthema bilden; aber die Anschauungen, welche man in dieser Hinsicht selbst in gebildeten Laienkreisen vertreten hört, sind zum Teil derart, daß sie zum mindesten als völlig veraltet bezeichnet werden müssen. Dies ist aber ganz in den Verhältnissen begründet. Denn obschon in ihren ersten Anfängen bis in das klassische Altertum zurückreichend, begann die Erdbeben-Kunde bzw. -Forschung, welche man mit dem Kunstworte „Seismologie“ (vom griechischen σεισμός = Erdstoß) bezeichnet, erst anfangs der 70er Jahre des verflossenen Jahrhunderts, wo sie gleichsam noch in den Windeln steckte und meist als Anhang zur Geologie betrachtet und behandelt wurde, unter Loslösung von allen beengenden Einflüssen, sowie unterstützt durch die Fortschritte der Instrumentenkunde, nunmehr ihre eigenen Bahnen zu wandeln, d. h. sich zu einer eigenen naturwissenschaftlichen Disziplin auszuwachsen. Es dürfte daher den Lesern dieser Zeitschrift vielleicht nicht unerwünscht kommen, wenn ich ihnen ein weiteren Kreisen eigentlich noch recht wenig bekanntes Wissensgebiet näher zu bringen

<sup>1)</sup> Zu Danke verpflichtet für leihweise Überlassung von Klisches bin ich der K. K. Akademie der Wissenschaften in Wien, sowie der Verlagsbuchhandlung Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig.

<sup>2)</sup> Vgl. „Weltall“, Jg. 3, S. 171.

suche; zwar muß ich mich bei meinen Ausführungen naturgemäß auf eine nur skizzenhafte Andeutung der wichtigsten in Frage kommenden Verhältnisse beschränken und mir das Eingehen auf Details<sup>1)</sup>, so verlockend es manchmal auch sein mag, versagen.

Unter den dem Menschen feindlichen Naturkräften nehmen die Erdbeben mit die erste Stelle ein. Fordern schon die Kriege große Opfer an Leib und Leben, Hab und Gut, so ist dies bei den Erdbeben verhältnismäßig noch mehr der Fall, weil sie binnen wenigen Minuten oft Zehntausende warmschlagender Herzen zum Stillstande bringen. Von dem Umfange der Verheerungen, die derartige Katastrophen im Gefolge haben können, vermag man sich erst dann eine richtige Vorstellung zu machen, wenn man beispielsweise erfährt, daß allein bei dem großen japanischen Erdbeben vom 18. Oktober 1891, welches die beiden blühenden Provinzen Mino und Owari in Schutt und Asche legte, nicht weniger als 25 000 Menschen getötet oder verwundet und 120 bis 130 000 Gebäude ver-

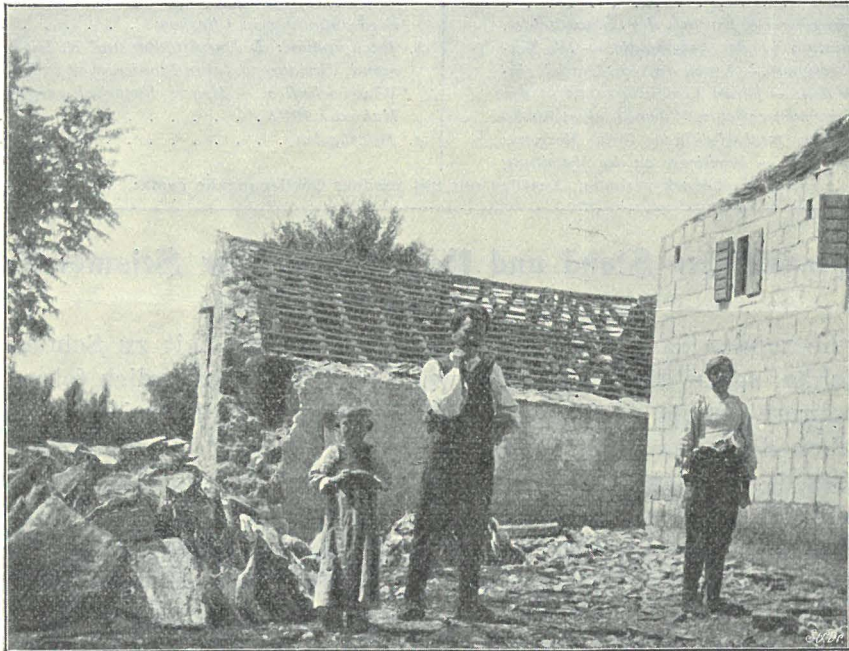


Fig. 1. Hütten in Vojnić.

nichtet wurden, ungerechnet die vielen zerstörten Verkehrswege (45 km Eisenbahnen und 520 km Deiche u. s. w.). Deshalb kann man wohl sagen, daß hier innerhalb eines einzigen Tages die Früchte einer zehnjährigen Kulturarbeit der Vernichtung anheimfielen. Auch reden die Abbildungen Fig. 1 bis 3, in welchen uns A. Faidiga die Verheerungen des Erdbebens zu Sinj (Dalmatien) vom 2. Juli 1898 vor Augen führt, eine beredte Sprache für sich allein. Manchmal öffnen sich breite Spalten (Fig. 4 und 5), Menschen und Tiere, Saaten und Gebäude verschlingend; es treten Erdrutsche auf und ausgedehnte Gelände werden bisweilen meilenweit verschoben. Manchmal wird die See meterhoch gehoben und eine mächtige Flutwelle drängt mit unwiderstehlicher Gewalt dem Gestade zu, eine Flotte von Schiffen in wenigen Augenblicken in Wracks verwandelnd.

<sup>1)</sup> Bemerket sei hierzu, daß seitens des Verfassers demnächst ein „Handbuch der gesamten Erdbebenkunde“ herausgegeben wird, welches sich gegenwärtig im Drucke befindet. D. Red.



Manchmal bleibt auch jeglicher Schaden aus und die Bewegung der Erde wird kaum empfunden. Das Furchtbare liegt für den Menschen in der Erfahrung, daß er der Gefahr nicht entinnen kann; dazu kommt noch, daß das Erdbeben plötzlich, ohne jedes warnende Anzeichen, eintritt, wenn man die Natur im tiefsten Frieden wähnt. Das Erdbeben stellt sich als etwas Unbegrenztes dar, indem die Stöße, dem Auge kaum bemerkbar, bisweilen gleichzeitig in tausende Meilen Entfernung ihre Wellen fortpflanzen; so wurde das große Erdbeben, welches am 1. November 1755 Lissabon zerstörte, in den Alpen, an den schwedischen Küsten, auf den Antilleninseln, auf den großen Seen von Kanada, wie in Thüringen und dem nördlichen Flachlande Deutschlands empfunden. Von dem Ausbruchskrater eines Vulkans, von einem drohenden Lavastrom kann man sich entfernen; bei dem Erdbeben aber wähnt man sich überall, wohin auch die Flucht gerichtet sei, über dem Herd des Verderbens. Daher braucht man sich nicht zu wundern, wenn bei einem Erdbeben vor Angst

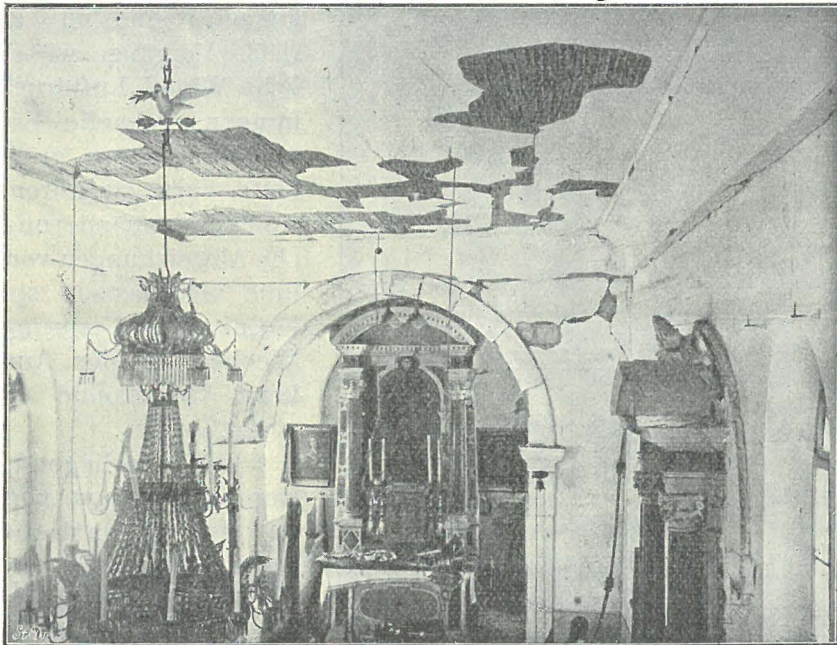


Fig. 2. Inneres der Kirche von Turjake.

die einen die Sprache verlieren, andere gelähmt oder vom Wahnsinn ergriffen werden und alle Bande der Ordnung sich lösen.

Man ist zu sagen berechtigt, fast immerfort befänden sich die oberflächlichen Rindenteile unseres Planeten im Zustande der Schwingung; bald hier, bald dort treten diese Bewegungen in die Erscheinung. Einmal sind es Erdbeben, welche direkt vom Menschen verspürt werden, nicht selten sogar Katastrophen der verheerendsten Art, wie wir sie oben kennen gelernt haben; findet doch nach den eingehenden statistischen Erhebungen von De Montessus de Ballore alle 2 Stunden 17 Minuten irgendwo auf der Erde ein fühlbares Beben statt! Ein anderes Mal sind es Bodenbewegungen, welche entweder zu geringfügig oder aber zu langsam sind, um auf die menschlichen Sinneswerkzeuge einen Eindruck zu machen, infolgedessen deren Vorhandensein sich ausschließlich mittels hochempfindlicher Instrumente (Seismometer) nachweisen

läßt. Im ersteren Falle redet man von „makroseismischen“, im letzteren jenachdem von „mikroseismischen“ oder „bradyseismischen“ Bodenschwingungen. Während die Makroseismen, also die eigentlichen Erdbeben, stets ihren Ursprung unterhalb<sup>1)</sup> der Erdoberfläche nehmen, d. h. in mehr oder minder erheblichen Tiefen des Erdballs selbst, trifft dies bei den Mikro- und Bradyseismen nicht immer zu. Wohl entsenden die Erdbeben ihre Wellenzüge nach allen Richtungen hin durch den Erdball und längs dessen Oberfläche, so daß diese in Entfernungen von vielen Tausenden von Kilometern, nunmehr ihres makroseismischen Charakters entkleidet, noch mikroseismisch zur Wahrnehmung gelangen. Aber nebedem verzeichnen die Seismometer

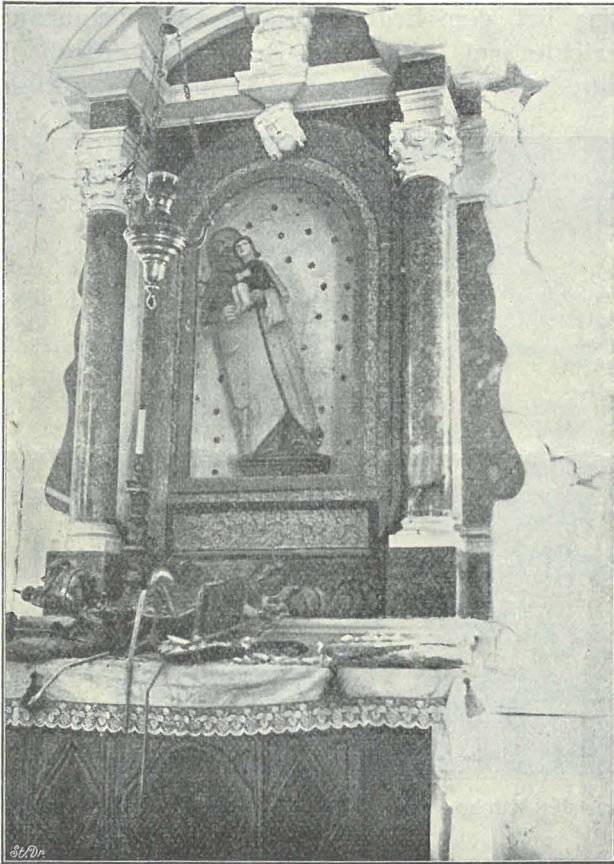


Fig. 3. Seitenaltar der Kirche von Turjake.

auch Bodenschwingungen, welche ihren Ausgang unzweifelhaft außerhalb unseres Erdkörpers nehmen: Leise Zitterbewegungen (englisch „tremors“ genannt) sind auf atmosphärische Vorgänge, wie starke örtliche Winde, Luftdruckschwankungen, schnelle Erwärmung und Abkühlung größerer Gebiete zurückzuführen. Langsame Niveauänderungen, welche Abweichungen von der Lotlinie veranlassen, sind meist kosmischen Ursprunges, wie Wechsel in der Anziehungskraft von Sonne und Mond u. dgl.

ungen mit abergläubischen Vorstellungen; ein unter der Erde befindliches fischähnliches Ungeheuer (Leviathan, Celebrant) oder aber bei den Japanesen das riesenhafte Erdbebeninsekt kommt immer wieder als der eigentliche Schuldige hervor, der die Grundfesten der Erde erzittern macht, eine Anschauung, welche teilweise auch im Mittelalter noch vorherrschte. Mit der im Laufe der Jahrhunderte fortschreitenden Enträtselung der Naturkräfte wurde

In den vorliegenden Zeilen werden wir uns vornehmlich mit den eigentlichen Erdbeben befassen.

Die Frage nach der Ursache der Erdbeben beschäftigte schon früh den Menschengeist. Das Altertum vermischte einzelne treffende, der Erfahrung entnommene Anschau-

ungen mit abergläubischen Vorstellungen; ein unter der Erde befindliches fischähnliches Ungeheuer (Leviathan, Celebrant) oder aber bei den Japanesen das riesenhafte Erdbebeninsekt kommt immer wieder als der eigentliche Schuldige hervor, der die Grundfesten der Erde erzittern macht, eine Anschauung, welche teilweise auch im Mittelalter noch vorherrschte. Mit der im Laufe der Jahrhunderte fortschreitenden Enträtselung der Naturkräfte wurde

<sup>1)</sup> Infolgedessen dürfen zu den Erdbeben nicht gezählt werden jene oft deutlich fühlbaren Schwingungen, in welche der Boden durch Explosionen, Geschützfeuer, gewaltige Maschinenkräfte, menschlichen Verkehr u. s. w. versetzt wird.



einer ganzen Reihe<sup>1)</sup> derselben die Urheberschaft zugeschrieben, worauf hier aber trotz des großen kulturgeschichtlichen Interesses der Beschränktheit des Raumes wegen nicht näher eingegangen werden kann. Sehen wir vielmehr zu, wie sich heutzutage die Wissenschaft zu dieser Frage stellt. Sie teilt die Erdbeben nach dem Vorgange von R. Hoernes in folgende 3 Klassen ein, zwischen denen sich jedoch in manchen Fällen keine strenge Grenze ziehen läßt:

1. Vulkanische Erdbeben. Diese treten als Begleiterscheinungen vulkanischer Tätigkeit (Eruptionen) auf und werden durch die Stöße verursacht, welche die entweichenden Gase, meist überhitzter Wasserdampf, gegen die Erdoberfläche ausüben. Sie tragen ausschließlich einen lokalen Charakter, indem sie trotz ihrer Heftigkeit nur ein verhältnismäßig kleines Oberflächengebiet in Erschütterung zu versetzen vermögen; auch sind sie zeitlich beschränkt.

2. Einsturzbeben. Sie werden hervorgerufen durch den Zusammenbruch unterirdischer Hohlräume, infolge von Auslaugungen und Fortspülungen nachgiebiger Massen, vornehmlich Gips und Kalk, durch unterirdische Gewässer; erinnert sei nur an die häufigen Erdbebenvorgänge im Karstgebirge und in den Kalkalpen. Diese Bebenart erschöpft zumeist ihre Kraft in einem einzigen Stoße mit wenigen schwächeren Nachstößen; auch besitzt ihr Schüttergebiet nur geringe Ausdehnung.

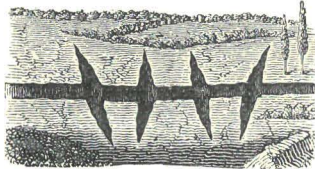


Fig. 4. Bodenspalten.

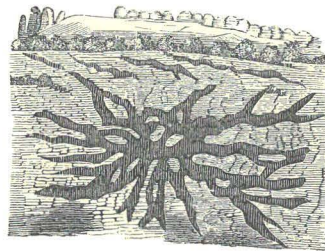


Fig. 5. Radiale Bodenspalten.

3. Dislokationsbeben oder tektonische Erdbeben. Derartige Erdbeben entstehen durch Lagenveränderungen von Teilen der festen Erdrinde, wie Faltungen, Verschiebungen und Verwerfungen, Zerreißen, Senkungen u. s. w., welche als eine Folge der Auslösung von Spannungszuständen der Erdkruste auftreten. Bekanntlich ist die Erdrinde infolge der allmählichen Abkühlung und Zusammenziehung des glühenden Erdballes durch Spalt- und Bruchflächen in Schollen geteilt, und indem diese sich aneinander verschieben, muß das Gleichgewicht an ihren zu Tage tretenden Außenflächen mehr oder minder gewaltsam aufgehoben werden, was sich in Erderschütterungen äußert. Demzufolge sind alle Erdbeben von weiter Erstreckung, langer Dauer und anhaltender Heftigkeit das äußerlich fühlbare Zeichen der Auslösung von Spannungszuständen in der Erdkruste und deshalb zu dieser Art zu rechnen. Die Risse und Brüche, von denen sie ausgehen, nennt man Stoß- oder Schütterlinien. Die Dislokationsbeben trennt man wiederum in Querbeben, wenn die Linien der Dislokation quer durch die Gebirgsachse bzw. quer durch die Streichungsrichtung der vorkommenden Schichten verläuft, und in Längsbeben, wenn die Verwerfung parallel zur Gebirgsachse zieht.

Nicht überall ist die Bebenätigkeit die gleiche, vielmehr weisen einzelne Gebirgstteile geradezu einen Reichtum an Erdbeben auf, während andere wieder als bebenarm bezeichnet werden müssen. Alle Vulkangebiete, sowie die jungen

<sup>1)</sup> Als solche sind zu merken kosmische Vorgänge (Phasentheorie, Fluttheorie), magnetische, elektrische, meteorologische Erscheinungen u. s. w. u. s. w.

Falten- und Kettengebirge sind Erdbebengebiete. Diejenigen Gegenden, welche eigene Bebenherde aufweisen, nennt man primäre Schüttergebiete (*a á* in Fig. 6), während als sekundäre (die Gegend bei *B* in Fig. 6) diejenigen gelten, in denen ausschließlich solche Beben zur Wahrnehmung gelangen, welche von benachbarten Bebenherden dorthin ausgestrahlt werden. Am häufigsten und stärksten wird von Erdbeben heimgesucht Japan, wo schwächere Erdstöße derart an der Tagesordnung sind, daß sie überhaupt kaum beachtet werden; aber in verhältnismäßig kurzen Zwischenzeiten brechen Katastrophen herein, wie wir sie beispielsweise bei dem vorbesprochenen Mino-Owari-Beben kennen gelernt haben. Dann folgen unmittelbar Griechenland und Italien; andere bekannte Schüttergebiete sind namentlich Kleinasien und die Gegend am Kaspisee, Indien, Ozeanien und Polynesien, das Mississippi- und Ohiotal, die mittelamerikanischen Staaten und die Nord- und Westküste Südamerikas. Bebenarm ist ganz besonders der afrikanische Kontinent.

Bezüglich ihrer Natur sind die Bewegungen, welche der Erdboden während eines Erdbebens vollführt, als elastische Wellen zu bezeichnen, welche durch die am unterirdischen Bebenherde *F* (Fig. 6) ausgelöste Energie hervorgerufen werden. Derjenige Punkt *A*, in dem die von *F* ausgehenden longitudinalen

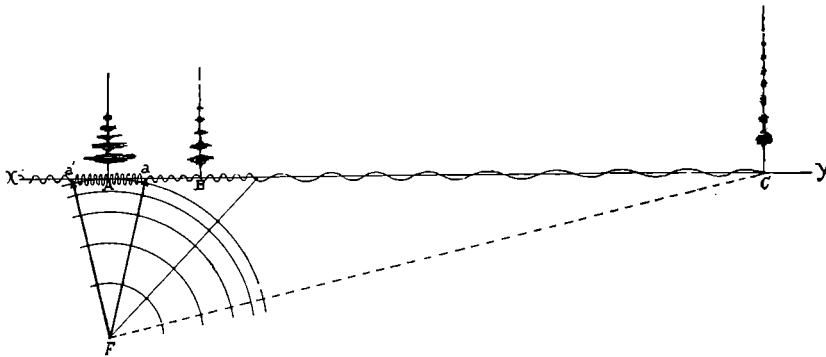


Fig. 6. Schematische<sup>1)</sup> Darstellung der durch ein Erdbeben hervorgerufenen Bodenschwankungen. kugelförmigen Erdwellen (dargestellt durch die 5 Kreisbögen) zuerst die Erdoberfläche *x y* treffen, welcher also senkrecht über dem Erdbebenherde liegt, wird, „Epizentrum“ (griechisch *ἐπικεντρος* = über dem Mittelpunkt befindlich) genannt. Die bei *A* austretenden Erdwellen erzeugen nun ebensoviele transversale kreisförmige Oberflächenwellen, welche sich von dort aus mit meßbarer Geschwindigkeit unter steter Abnahme ihrer Stärke fortbewegen; infolgedessen sind sie an der mikroseismischen Station *C* nur noch instrumentell nachweisbar, und noch weiterhin werden sie durch die stete Reibung in eine andere Energieform umgewandelt, nämlich in Wärme.

Man unterscheidet zwei<sup>2)</sup> Formen von Bodenbewegungen, nämlich eine

<sup>1)</sup> Der Einfachheit halber ist hier der Bebenherd punktförmig, und der Verlauf der Wellen nur nach einer Richtung hin verfolgt worden; die richtige körperliche Vorstellung gewinnt man, wenn man die Zeichnung um *FA* als Achse um  $360^\circ$  gedreht denkt.

Übrigens sei noch bemerkt, daß nach den neueren Ansichten, zuerst entwickelt von A. Schmidt, die Kugelwellen nicht konzentrisch, sondern exzentrisch um *F* gelagert sind, sodaß sie nach oben dichter aneinander treten als nach unten; infolgedessen sind auch die Stoßstrahlen keine geraden, sondern nach unten konvexe Linien.

<sup>2)</sup> Die von manchen älteren Forschern angenommene dritte Bewegungsform, die rotatorische oder drehende, besteht in Wirklichkeit nicht, sondern wird, bisweilen durch die Beschaffenheit der von einem Erdbeben getroffenen Gegenstände vorgetäuscht.



„succussorische“ oder stoßförmige und eine „undulatorische“ oder wellenförmige. Im ersteren Falle verspürt man einen Stoß von unten nach oben, und so wird sich die Erschütterung an Orten äußern, welche sich unmittelbar über der Auslösungsstelle des Erdbebens befinden. Trifft jedoch der in eine senkrechte und in eine wagerechte Komponente zu zerlegende Stoß, versinnbildlicht durch die „Stoßstrahlen“  $Fa$ ,  $Fa'$ ,  $FC$  u. s. w., den Erdboden unter einem kleineren („Emergenz“-) Winkel, so werden nur die vom Epizentrum ausgehenden Oberflächenwellen verspürt; dieser Bewegungsform begegnet man naturgemäß am deutlichsten erst in einiger Entfernung vom Epizentrum. Ganz so einfach wie hier geschildert verlaufen die Bewegungen eines einzelnen Bodenteilchens während eines Erdbebens jedoch nicht. Um darüber Klarheit zu verschaffen, hat Sekiya, einer der tätigsten unter den japanesischen Erdbebenforschern, nach den Aufzeichnungen eines selbstregistrierenden Erdbebenmessers eine Nachbildung der Kurve aus Kupferdraht verfertigt. Dieses Modell<sup>1)</sup> sieht aus wie ein verworrener Garnstrang, wobei fortlaufende Zahlentäfelchen die Verfolgung erleichtern. Jedoch vermag diese Darstellung nicht die allgemeine Wahrheit der vorbesprochenen beiden Hauptbewegungen zu erschüttern.

Während die von unten nach oben gerichtete Stoßbewegung ohne Weiteres mit den Sinnen direkt wahrgenommen wird, kann man die Wellenbewegungen (Undulationen) meist nur mit Hilfe besonderer Apparate erkennen. Oftmals bilden diese die Nachwirkung eigentlicher Beben oder werden von weit entfernten (Fernbeben) hervorgerufen. So gelangte beispielsweise das Erdbeben von Schemacha u. a. an den sehr empfindlichen Instrumenten der etwa 3000 Kilometer in der Luftlinie entfernten Laibacher Erdbebenwarte zur Aufzeichnung.

Gleich hier sei ausdrücklich betont, daß die naheliegende und daher allgemein verbreitete Ansicht die verheerende Wirkung eines Bebens sei in der Stärke der Bewegung des auf- und abgehenden Bodens zu suchen, eine irri- ge ist; vielmehr wird ein Beben um so verheerender wirken, je rascher die Aufeinanderfolge der Bewegungen ist. (Schluß folgt.)



## Der gestirnte Himmel im Monat Januar 1904.

Von F. S. Archenhold.

**W**ir freuen uns, daß diese neue Rubrik den Beifall unserer Leser gefunden hat und danken an dieser Stelle für die zahlreichen anerkennenden Zuschriften.

### Die Sterne.

Unsere Sternkarte ist wiederum für die Polhöhe  $52\frac{1}{2}^{\circ}$  angefertigt und zeigt uns den Sternenhimmel für den 1. Januar, abends 10 Uhr, für den 15. Januar um 9 Uhr, für den 30. Januar um 8 Uhr abends etc. Wollen wir den Sternenhimmel schon 8 Uhr abends am 2. Januar aufsuchen, so müssen wir die Sternkarte für 1. Dezember, abends 10 Uhr, Heft 4/5. S. 77 zur Hand nehmen. Am 1. Januar abends 10 Uhr sehen wir, wie die vorliegende Karte zeigt, im Süden das Sternbild des „Orion“ schon in beträchtlicher Höhe noch auf der Ostseite des Meridians, „Eridanus“ jedoch schon auf die westliche Seite desselben gerückt. Am Horizont bemerken wir das Sternbild

<sup>1)</sup> Eine Abbildung findet sich u. a. auf S. 467 des I. Bandes von S. Günther: „Handbuch der Geophysik“, sowie in fast jedem größeren Konversationslexikon.

Jeden Morgen um 6 Uhr, mittags 12 und abends 6 Uhr läßt das Werk den im Säulenstuhl links, im Portal einer Kirche stehenden Kapuziner in je drei Absätzen das „Ave Maria“ läuten; mittags jedoch vor dem Läuten auf einer kleinen Glocke 12 Uhr nachschlagen.

Außerdem ist hinter dem Hauptfelde, oben rechts im Gehäuse, ein prachtvoll gearbeitetes Glockenspielwerk sichtbar, das nach dem Schlagen einer geraden Stunde ein kleines Stück auf dem Glöcklein spielt, indem es unter 10 Melodien selbsttätig abwechselt.

Das ganze Werk hat 2200 Teile. Von diesen sind 142 Teile Räder, die übrigen Hebel, Plattinas, Schrauben, Muttern, Zeiger u. s. w. Das ganze wird von 8 Zugfedern getrieben, die alle 10 bis 14 Tage eines Aufzuges bedürfen.

Die erste Feder treibt das Gehwerk, die zweite das Werk des scheinbaren Horizontes, die dritte das Viertelschlagwerk, die fünfte das Werk, welches den Kapuziner läuten, die Apostelbilder erscheinen und in der Sylvesternacht das astronomische Praktikawerk funktionieren läßt. Die sechste bewegt den Hahn und besorgt dessen Ruf, sowie das Rufen und die Bewegungen der vier Tiere, die siebente treibt das Glockenspielwerkchen und die achte, die in einem feinen Rad eingeschlossen, kann von der Hand nicht aufgezo-gen werden, was auch nicht nötig ist. Dieselbe wird in der Sylvesternacht von dem astronomischen Praktikawerk um  $\frac{1}{2}$  Aufzugsumgang aufgezo-gen. Dieser arbeitet sich aber gleich wieder aus, indem er die Verschiebung des Ostertäfelchens vom Frühlingsvollmondsdatum auf das richtige Osterdatum besorgt. —

Nach dieser Schilderung ist es zu verstehen, daß ein Kunstwerk, welches eine 19jährige mühevoll-e Arbeit erfordert hat, dem Verfertiger selbst hoch im Preise zu stehen kommt. Herr Späth ist bereit, die Uhr für 35000 Mk. zu verkaufen, was in Anbetracht ihrer Leistungen keine zu hohe Summe sein dürfte. Es ist zu bedauern, daß dieses Kunstwerk bis heute noch keinen ständigen Platz an einer öffentlichen Stelle gefunden hat, wo es erst seinen Zweck richtig erfüllen würde.

Wir können nicht erwarten, daß sich ein Gönner finden wird, der diese Uhr erwirbt und dem Astronomischen Museum der Treptow-Sternwarte überweist, aber hier würde dieses für die Astronomie hochinteressante Kunstwerk am besten zur Geltung kommen und als ein ehrenvolles Denkmal des Fleißes und rastlosen Strebens seines Schöpfers von all den Tausenden bewundert werden, welche sich jahraus jahrein an den Sammlungen des Instituts erfreuen.

F. S. Archenhold.



## Gegenwärtiger Stand und Bestrebungen der Seismologie.

Von Aug. Sieberg, Aachen.

(Schluß.)

Die Stärke (Intensität) eines Erdstoßes wird durch ein auf Übereinkunft beruhendes Maß ermittelt; es ist dies die sogenannte Rossi-Forel'sche Erdbebenskala, deren 10 Grade sich wie folgt trennen lassen: 1. Mikroseismisches Erzittern; 2. sehr schwache Erschütterung, welche nur durch gewisse Arten von Instrumenten festgestellt werden kann; 3. schwache, aber doch vom Menschen unter besonders günstigen Bedingungen bemerkbare Bodenschwankungen;

4. stärkere Schwankungen, fähig, Schlafende aufzuwecken und aufgehängte Gegenstände in Schwingungen zu versetzen; 5. mittelstarke Erschütterung, welche feststehende Gegenstände (Möbel) verschiebt; 6. starke Erschütterung, ausreichend, um bewegliche Dinge umzustürzen und Risse in den Wänden zu Wege zu bringen; 7. recht starke Erschütterung mit größeren Sachbeschädigungen, Herabfallen von Kaminen u. s. w.; 8. sehr starke Erschütterung, Hütten und Scheunen umwerfend; 9. außerordentlich starke Erschütterung, der auch solidere Gebäude nicht standzuhalten vermögen; 10. eigentliche Erdbebenkatastrophe, großes Unglück, Zerstörung ganzer Städte, Umsturz von Erdschichten, Entstehen von Spalten in der Erdrinde, Bergstürze u. s. w. Mehrfach hat man bereits versucht, die sich in den vorstehenden Skalenwerten aussprechenden Kräfte in absolute Maße umzusetzen; tatsächlich ist es dem Japaner Omori gelungen, unter Bezugnahme auf das Mino-Owari-Beben eine für Japan gültige 7klassige absolute Skala für zerstörende Beben aufzustellen, welche die Beziehungen zwischen der größten Beschleunigung der Erderschütterung und dem angeordneten Schaden wie folgt umfaßt:

Absolute Skala für zerstörende Beben Beschleunigung in mm p. Sek. <sup>2</sup>	Intensitätsskala des meteorologischen Zentral-Observatoriums	Rossi-Forelsche Skala
	Leicht	{ I. II.
	Schwach	{ III. IV. V.
I. . . . . 300 mm/sek. <sup>2</sup>	Stark	{ VI. VII.
II. . . . . 900 III. . . . . 1200 IV. . . . . 2000 V. . . . . 2500 VI. . . . . 4000 VII. . . . . >4000	Heftig	{ — VIII. IX. X. — —

Neuerdings hat auch Cancani für die um 2 Stärkegrade vermehrte Forelsche Skala die entsprechenden absoluten Werte berechnet.

Die Dauer der Erdbeben ist eine sehr wechselnde und schwankt zwischen weiten Grenzen. Während in vereinzelt Fällen ein Erdbeben seine Kraft mit einem einzigen Stoße erschöpft, setzt es sich meistens aus einer ganzen Kette folgeweise eintretender Stöße von verschiedener Stärke zusammen. In letzterem Falle spricht man von Erdbebenschwärmen, wenn die Zahl der Stöße, und zwar oftmals binnen eines verhältnismäßig kurzen Zeitraumes, sehr groß ist. Hiermit dürfen aber nicht die sogenannten Nachstöße (Aftershoks) verwechselt werden, welche auf ein allmähliches Erlöschen der seismischen Kraft hinweisen.

Was die Periodizität im Auftreten der Erdbeben anbetrifft, so läßt sich unter Zuhülfenahme umfangreichen statistischen Materials, wie es uns in den Erdbebenkatalogen gegeben ist, die Gesetzmäßigkeit ableiten, daß überall die Erdbeben-tätigkeit in der kalten Jahreszeit eine regere ist als in der warmen Jahreszeit. Am stärksten ist dieser Gegensatz der Bebenhäufigkeit in Skandi-

naviem, West- und Mitteleuropa; so fielen auch von den 75 Erdbebenagen, welche von 1875-1897 im sächsischen Vogtlande beobachtet wurden, H. Credner zufolge, 66 auf die Zeit von September bis März und nur 9 auf die Zeit von April bis August. Nicht so scharf ausgeprägt, wenn auch immer noch vorhanden, ist dieser Gegensatz in Südeuropa infolge der dort zahlreich auftretenden vulkanischen Erdbeben. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß die Schwankungen der seismischen Erscheinungen mit den Änderungen des Luftdruckes in engstem Zusammenhange stehen, derart, daß die Luftdruckschwankungen bezw. der barometrische Gradient den Eintritt von Dislokationsbeben zu fördern vermögen.

Den eigentlichen Erregungsort der Erdbeben hat zuerst Mallet im Jahre 1862 aus der Richtung der Risse an Gebäuden, 1873 v. Seebach aus der Zeit, und noch später Dutton aus der Intensität zu bestimmen versucht; es ergab sich dabei, daß die Mehrzahl der untersuchten Beben ihren Sitz in verhältnismäßig geringen Tiefen, 13 bis 40 km, hätten, während allerdings dem Herde des Erdbebens von Bengalen 1880 eine Tiefe von 72 km zukäme. Aber gegen all diese Methoden sind mit Recht schwerwiegende sachliche Bedenken geltend gemacht worden, sodaß deren Ergebnisse nur als Näherungswerte angesehen werden dürfen; überhaupt dürfte die Frage nach der Herdtiefe nur auf instrumentelle Weise eine einwandfreie Lösung finden. Neuerdings gewinnt die Ansicht von G. Gerland immer mehr an Boden, daß sich die Erdstöße nicht in der Erdrinde entwickeln, sondern auf Vorgängen im eigentlichen Erdinneren beruhen, durch welche uns näher liegende Spannungen zur Auslösung gelangen. Bezüglich der Form der Erdbebenherde hat sich ergeben, daß dieselben wohl nie punktförmig, sondern flächen- oder linienhaft beschaffen sind.

Von dem oberflächlichen Mittelpunkte eines Erdbebenheerdes, dem Epizentrum, pflanzen sich die Bodenbewegungen, wie bereits gesagt wurde, unter steter Abnahme ihrer Kräfte fort. Man kann dies auf geographischen Karten gut zur Darstellung bringen, indem man darin alle Orte, wo das Erdbeben zu gleicher Zeit verspürt wurde, durch eine Linie (Homoseiste) untereinander verbindet. Wenn man eine größere Zahl derartiger Karten miteinander vergleicht, erkennt man bald, daß die Verbreitungsform der Erdbeben eine zweifache sein kann, nämlich entweder eine zentrale, wenn sich die Erschütterungen gleichmäßig nach allen Richtungen hin fortpflanzen, oder aber eine lineare, wenn das Fortschreiten nur nach einer Richtung hin erfolgt.

Für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen hat man nach den für die Bestimmung der Herdtiefe angewendeten Methoden Werte gefunden, welche zwischen 200 bis 750 m pro Sekunde schwanken, siehe die nachstehende Tabelle:

Erdbeben-Individuum	Geschwindigkeit in Meilen per Minute	Geschwindigkeit in Metern per Sekunde
Rhein. Erdbeben 1846 . . . . .	4,6	568
Kalabr. Erdbeben 1847 . . ; . . . .	2,1	260
Karpaten-Erdbeben 1858 . . . . .	1,7	206
Mitteldeutsches Erdbeben 1872 . . . .	6,0	742
1. Herzogenrather Erdbeben 1874 . . .	2,7	330
2. Herzogenrather Erdbeben 1877 . . .	3,8	475
Westdeutsches Erdbeben 1878 . . . . .	2,4	302



Aber auch in diesem Falle behalten die Einsprüche dagegen ihre volle Geltung, und mit welchem Rechte, zeigt am besten die Tatsache, daß neuere instrumentelle Messungen als Mittelwert sehr zahlreicher Einzelmessungen nicht weniger als  $3,28 \text{ km} \pm 0,05$  pro Sekunde für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ergeben. Allgemein kann man behaupten, daß die oberflächliche Geschwindigkeit vom Epizentrum aus zunächst abnimmt bis zu einem Minimalwerte, um alsdann wieder stetig zu wachsen.

Bemerkenswert sind in den häufig von Erdbeben heimgesuchten Schütterbezirken die sogenannten Erdbebeninseln und Erdbebenbrücken, d. h. Gegenden, welche trotz der Bebenhäufigkeit der Umgebung doch mehr oder minder von Erschütterungen verschont bleiben. Sie beruhen auf der Tatsache, daß auf festem Felsboden aufgeführte Gebäude durch ein Beben nicht so viel zu leiden haben als solche, die auf lockerem Boden, wie Schotter, Sand und Geröll stehen.

Ehe ich die allgemeinen Besprechungen beschließe, sei noch kurz einer besonderen Erscheinungsform der makroseismischen Beben Erwähnung getan; es sind dies die sogen. „Seebeben“, deren genaue Kenntnis wir erst den grundlegenden Arbeiten von E. Rudolph verdanken. Als Seebeben bezeichnen wir jede Erschütterung, deren Ursprung im Meeresboden liegt und die sich, auf die ozeanische Wassermasse übergehend, in derselben als Elastizitätswelle fortpflanzt. Die Einwirkungen der Seebeben auf die Meeresoberfläche sind der mannigfachsten Art; meist bleibt die Oberfläche vollkommen ruhig, und nur die Schiffe merken an einem plötzlichen Ruck, als ob sie auf ein Riff aufgefahren wären, daß ein Seebeben stattgefunden hat; manchmal brodeln die See wie siedendes Wasser, bald werden turmhohe Wassersäulen mit lautem Getöse, bisweilen begleitet von Feuererscheinungen, emporgeschleudert, bald wölbt sich die ganze Wasserfläche auf weite Entfernungen hin flachkugelig auf. In jenen Fällen, welche durch jähes Auffliegen einer Wassergarbe gekennzeichnet sind, hat man an eine akute Stoßwirkung von unten her zu denken, und das Seebeben reiht sich den vulkanischen Beben an. Dann aber, wenn weite Flächen auf hoher See in lebhaft Unruhe versetzt erscheinen, trägt das Seebeben mehr den Charakter eines Dislokationsbebens. Eine Folge von submarinen Vulkanausbrüchen sind auch die sogenannten „Erdbebenflutwellen“<sup>1)</sup>, welche oftmals die Küstengebiete in der schlimmsten Weise verheeren; früher wurden dieselben irrtümlich als die Nachwirkungen eines gewöhnlichen Erdbebens auf das Meer betrachtet, dessen Epizentralgebiet nahe der Küste auf dem Festlande gelegen sei.

Die eigentliche wissenschaftliche Erforschung der Erdbeben und aller damit zusammenhängenden Erscheinungen ist naturgemäß auf besondere instrumentelle Hilfsmittel angewiesen. Die Meßinstrumente benennt man verschiedenartig, und zwar „Seismoskope“ oder Erdbebenankündiger, wenn sie ausschließlich die Zeit des Eintritts eines Erdstoßes bestimmen, und „Seismometer“ oder Erdbebenmesser, wenn sie außerdem noch Messungen von Amplitude (Abweichung des Bodenteilchens von seiner Ruhelage) und Richtung (aber nur in beschränktem Maße) zulassen; letztere scheiden sich in solche, für

---

<sup>1)</sup> Beispielsweise wurde am 28. Oktober 1746 die peruanische Hafenstadt Callao durch eine Erdbebenflutwelle vollständig weggefegt. Von den 7000 Einwohner entkamen kaum 200. Von 23 Fahrzeugen, die im Hafen lagen, wurden 19 umgestürzt, 4 über die Mauern der Stadt hinweg weit ins Land geworfen; ein Kriegsschiff, die Fregatte „Fermin“, strandete eine Viertelstunde von der Küste entfernt.

horizontale Bewegungen (Vertikal- oder Horizontalpendel, rollende Körper etc.) und in solche für vertikale Bewegungen (Spiralfedern oder auf hydrostatischer Grundlage beruhende Systeme).

Dem ersten Apparat zur Bestimmung der Stoßrichtung begegnen wir bei den Chinesen, welchen 136 v. Chr. ein gewisser Chioko ersann. Aber unserm

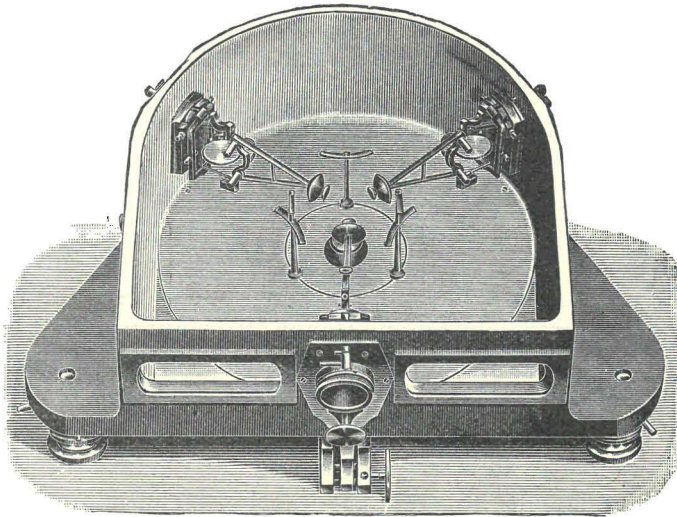


Fig. 7. Pendelkessel des dreifachen Ehlert-Rebeurschen Horizontalpendels.

Weltteile brachte den ersten Erdbebenmeßapparat im Jahre 1703 der Franzose Abbé de Haute Feuille. Seitdem sind bis heute eine beträchtliche Anzahl derartiger Instrumente in stets zunehmender Vollkommenheit erdsonnen und ausgeführt worden; so macht uns die preisgekrönte Untersuchung des leider zu früh verstorbenen Straßburger Erdbebenforschers R. Ehlert mit nicht weniger als 200 seismischen Apparaten bekannt. Zu den leistungsfähigsten Instrumenten dieser Art gehören

heutzutage neben einigen japanischen und italienischen Erdbebenmessern das dreifache, photographisch registrierende Horizontalpendel von Ehlert-Rebeur (Fig. 7 und 8), das in neuester Zeit konstruierte Straßburger Hori-

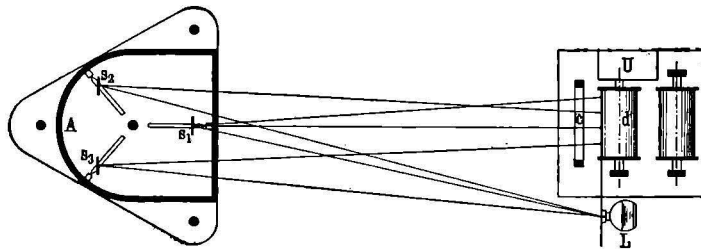


Fig. 8. Schematische Darstellung der photographischen Registriermethode. A Pendelkessel. S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> Spiegel der 3 Horizontalpendel. L Lampe. d Registrierwalze. U Uhrwerk.

zontal-Schwerpendel, sowie der Vicentinische Universal-Mikroseismograph (Fig. 9) für die horizontale und vertikale Komponente. Japan hat hauptsächlich nach dem Prinzip des Horizontalpendels gebaute Apparate, in Italien dagegen sind die Hauptinstrumente lange, schwere Vertikalpendel mit einer Masse bis zu 500 kg. In beiden Ländern wird fast ausschließlich die mechanische Registrierung auf berußtem Papier oder Glasplatten angewandt, die sich durch Einfachheit und Billigkeit auszeichnet, aber nicht ganz reibungslos ist. Dagegen liefert die zwar kostspielige photographische Registriermethode auch einwandfreiere Resultate.

Näher auf die einzelnen Erdbebenmeßinstrumente einzugehen, würde zu weit führen; jedoch möchte ich es mir nicht versagen, an dieser Stelle in aller Kürze das Prinzip wenigstens des photographisch registrierenden Horizontalpendel-

seismometers als des bedeutungsvollsten Instruments zu streifen. In seiner einfachsten Form besteht der Apparat aus zwei Teilen, nämlich 1. dem Horizontalpendel selbst mit seinem Stativ und einem doppelten Spiegel, einem beweglichen und einem festen, und 2. aus einer Registriervorrichtung (vergl. Fig. 8); letztere sendet mittels einer Lampe je einen Lichtstrahl nach den Spiegeln und fängt die reflektierten Strahlen auf einem photographisch präparierten Papier auf, welches durch ein Uhrwerk mit Walze als fortlaufendes Band vorbeigeführt wird. Das Horizontal-

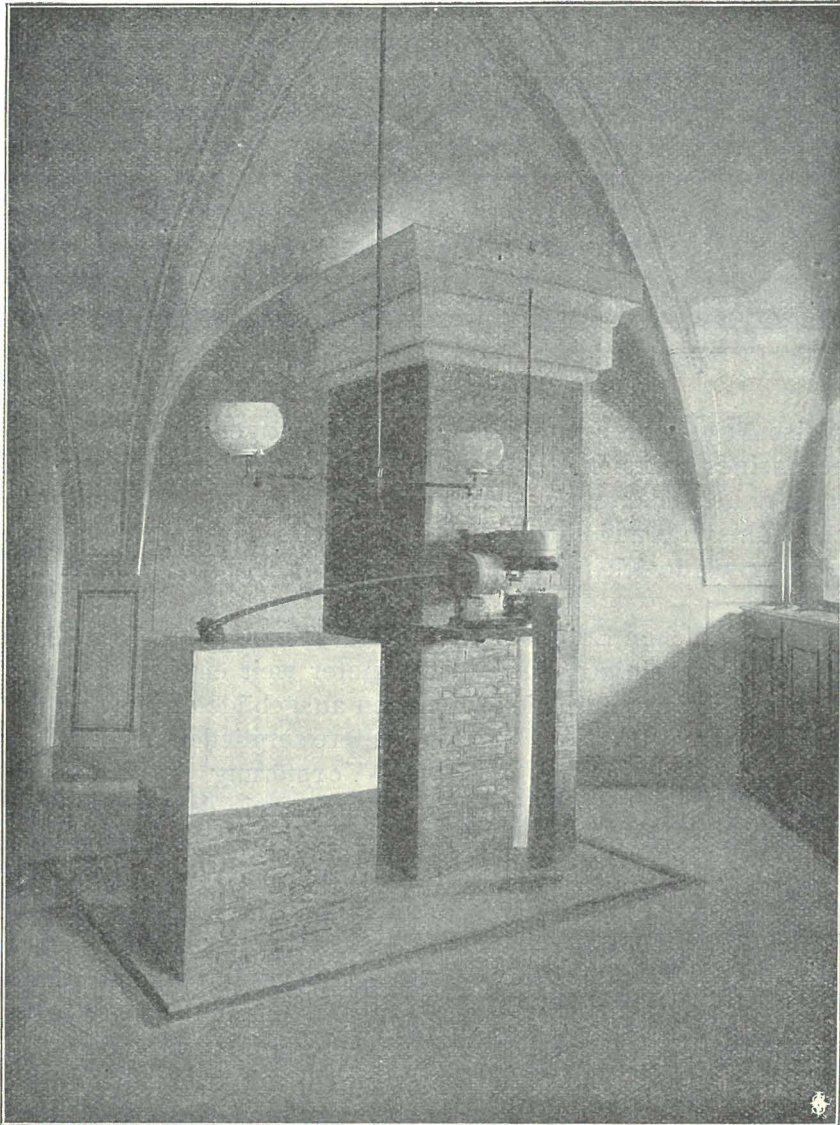


Fig. 9. Gesamtansicht des Vincentinischen Universal-Mikroseismographen.

pendel selbst, wenn auch von dreieckiger Form, läßt sich einem kleinen Türflügelchen vergleichen, dessen Angeln aus Achatschalen auf feinsten Stahlspitzen gebildet sind. Eine ganz schwache Neigung der Drehachse, z. B. gegen Ost, läßt den kleinen Flügel sich in westöstlicher Ebene einstellen, eine Richtung, die sich bei den kleinsten Neigungsänderungen und bei Bewegungen des Bodens um so stärker verändert, je weniger die Drehachse vom Lote abweicht; bei genau



senkrechter Richtung würde aber das Pendel des bestimmten Standes entbehren und unbrauchbar sein. Mit dem Pendel dreht sich der eine Spiegel und verzeichnet dabei auf dem photographischen Papier eine in der Ruhe gerade Linie; meist aber mit den mannigfachsten knopfartigen Verbreiterungen versehene Figuren, siehe Fig. 10.

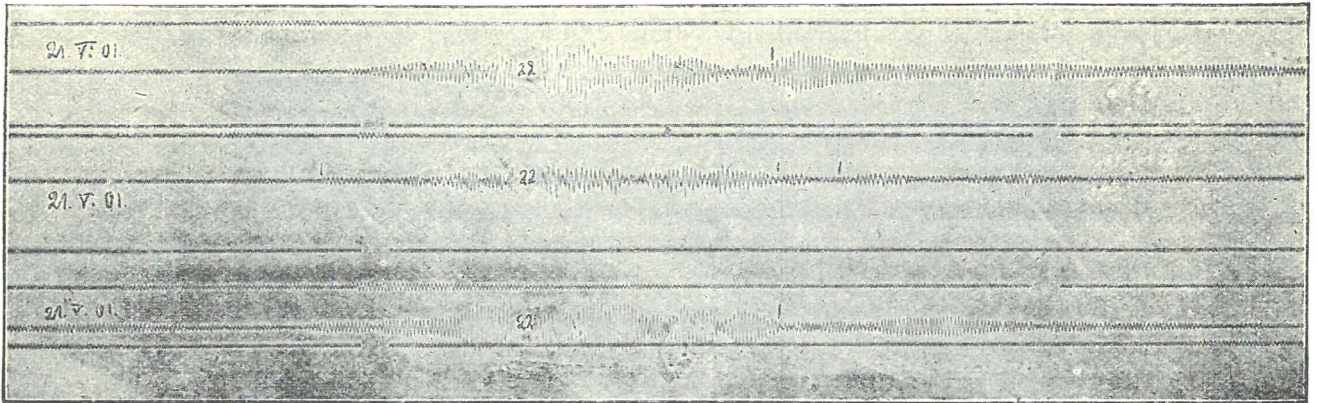


Fig. 10. Photographische Erdbeben-Registrierungen.

Der Seismologe erkennt direkt an nie versagenden Merkmalen aus den Diagrammen seines Seismometers, ob er es im jeweiligen Falle mit einem Erdbeben (einem nahen oder entfernten) oder aber mit außertellurischen Vorgängen zu tun hat. Näher hierauf einzugehen, muß ich mir trotz des Interesses versagen; vielmehr werde ich mich nur auf die notwendigsten kurzen Andeutungen beschränken.

Von den eigentlichen Erdbeben liefern die „Fernbeben“, d. h. solche, welche von dem Epizentrum einige tausend Kilometer weit entfernt zur Aufzeichnung gelangen, an den Seismometern die am meisten ausgebildeten Diagramme (Fig. 11 a).

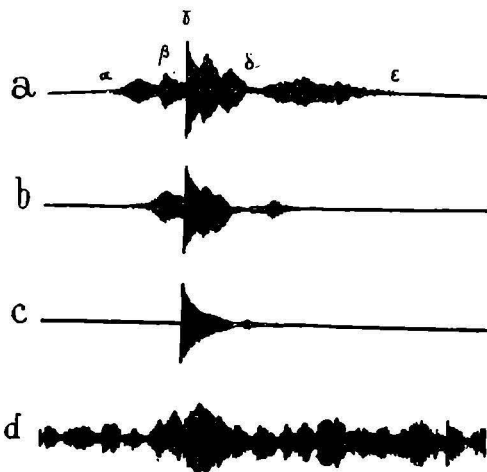


Fig. 11. Diagramme eines Seismometers.  
a. Fernbeben. b. Nahbeben. c. Ortsbeben.  
d. Pendelunruhe.

Letztere zergliedern sich in diesem Falle in die Vorstörung („*preliminary tremor*“), welche zwei deutlich unterscheidbare Phasen  $\alpha\beta$  und  $\beta\gamma$  zeigt, in die dreiphasige Hauptstörung („*principal portion*“)  $\gamma\delta$ , und in die Nachstörung („*end portion*“)  $\delta\epsilon$ . Die Bewegungsgruppen der einzelnen Phasen sind durch kurze, unregelmäßige, einige Sekunden dauernde Pausen von einander getrennt. Bei den „Nahbeben“ (Fig. 11 b) mit einer Epizentralentfernung von einigen hundert Kilometern geht der Hauptstörung nur eine Vorstörung voraus, deren Länge der Epizentralentfernung proportional ist. Die „Ortsbeben“ (Fig. 11 c), bei denen das Epizentrum direkt unter dem Beobachtungsorte oder in dessen nächster Nähe liegt, haben

den größten Ausschlag unvermittelt an erster Stelle; hier fehlt also jegliche Vorstörung.



Handelt es sich um außertellurische Vorgänge, so können zweierlei verschiedene Diagramme auftreten: eine sehr flache, sinusartige Linie von einerlei Dicke, hervorgerufen durch schwingungslose periodische Lageveränderungen des Pendels infolge von langsamen Niveauveränderungen, deutet auf Bodenbewegungen kosmischen Ursprungs, also auf „Lotschwankungen“ oder Bradyseismen“. Mehr oder minder regelmäßige Schwingungen, welche stunden- oder selbst tagelang andauern und allmählich zu einem Maximum der Amplitude anwachsen, um dann ebenso allmählich wieder abzunehmen, bezeichnet man entweder als „pulsatorische Oscillationen“ oder auch als „Pendelunruhe“ (Fig. 11 d), wenn sie sehr unregelmäßig und von kurzer Periode, und als „Pulsationen“, wenn sie regelmäßiger und langperiodisch sind; ihr Sammelname ist „mikroseismische Unruhe“.

Außerdem gewähren uns die Seismometerdiagramme genaue Aufschlüsse über die für die Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit so wichtigen Eintrittszeiten der Stöße und einzelner Bewegungsphasen, gestatten die Berechnung der Entfernung des Bebenherdes, und in gewissen Fällen auch die genaue Ermittlung seiner Lage, was besonders dann von Wert ist, wenn er in einem unerforschten Lande oder gar im Meere liegt. So wurde beispielsweise eine zutreffende Herdbestimmung der Erdbebenkatastrophe von Guatemala (18. und 19. April 1902) an der Warte in Pola gemacht, welche unmittelbar nach dem Beben ein Telegramm folgenden Inhalts versandte: „Heute 3<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> 39<sup>s</sup> Beginn eines starken Bebens. Maximum 4<sup>h</sup> 15<sup>m</sup>, größter Ausschlag 1,0; vielleicht Mexiko. K. u. K. Hydrographisches Amt.“ Eine leicht zu merkende Regel für die Bestimmung des Abstandes eines Beobachtungsortes vom Epizentrum bei einem Fernbeben gibt uns W. Láska wie folgt an: „Drückt man die Differenz der Eintrittszeiten der Phasen  $\alpha\beta$  und  $\beta\gamma$  in Minuten aus und vermindert diese Zahl um eine Einheit, so erhält man die sphärische Entfernung in 1000 km ausgedrückt.“

Die Erdbebenkunde oder Seismologie ist gegenwärtig, dank dem zielbewußten Vorgehen einer Reihe von Gelehrten, in mächtigem Aufblühen begriffen und entwickelt sich zu einer selbständigen Wissenschaft. Bahnbrechend in dieser Hinsicht sind, wie es auch in der Natur der Sache liegt, die am meisten von Erdbeben heimgesuchten Länder gewesen, also namentlich Japan und Italien. Hier stehen zwar praktische Zwecke zunächst im Vordergrund, da eben das eingehende Studium der Erdbeben, ihrer Natur, Ursachen und Verbreitung allein im Stande ist, Mittel auffinden zu lassen, um den durch die Erderschütterungen verursachten Schäden nach Möglichkeit begegnen und vorbeugen zu können. Als praktisches Ergebnis wäre denn u. a. zu erwähnen, daß es gelungen ist, Gebäudekonstruktionen zu finden, welche den Erdstößen Stand zu halten vermögen. Ferner finden seismische Untersuchungsmethoden und Instrumente Verwendung bei der Prüfung von Brückenbauten auf ihre Standfestigkeit, bei Bergwerksarbeiten, Fabrikfähigkeit in ihrem Einfluß auf die Fabrik selbst wie auf umliegende Gebäude; beispielsweise werden derart in Japan durch Omori und in Österreich durch Belar Eisenbahnbrücken auf ihre Durchbiegungen und Schwingungen untersucht.

Auf rein wissenschaftlichem Gebiete ist die Erdbebenforschung dazu berufen, zur Lösung zahlreicher geophysikalischer Probleme beizutragen, worüber sich Gerland in einer sehr interessanten Schrift<sup>1)</sup> eingehend verbreitet hat.

<sup>1)</sup> G. Gerland, „Die kaiserliche Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg und die moderne Seismologie“. Beiträge zur Geophysik, IV. Band, Heft 3/4, 1900.

Hierauf näher einzugehen ist nicht angängig. Nur soviel sei erwähnt, daß die Frage nach der Natur und Schwingungsart der Erdbebenwellen <sup>1)</sup>, nach der Herdtiefe u. a. m. noch offen sind, sowie daß die Kenntnisse der tellurischen Dynamik und vieler wichtiger Erscheinungen der Erdnatur durch die seismologische Forschung auf eine Weise gefördert werden, deren Größe wir jetzt nur ahnen, aber nicht bestimmen können. Gerland sagt mit Recht: „Was das Teleskop für das Himmelsgewölbe, das ist das Seismoskop für das Erdinnere, und das Studium der Erdbebenwellen hat manche Analogie mit dem der Lichtwellen.“

Bei dieser Gelegenheit sei denn auch kurz die naheliegende Frage gestreift, ob irgendwelche Aussicht vorhanden ist, jemals mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zukünftige Erdstöße vorherzusagen zu können. Die einfache Antwort hierauf lautet: „Nein“, trotz mancher gegenteiligen Ansichten, von welchen nur die Falbsche Theorie erwähnt sei, wonach man auf Grund gewisser kosmischer Vorgänge, unter denen besonders die Stellung von Sonne und Mond zur Erde eine Hauptrolle spielen, bestimmte Perioden und Zeitpunkte für das Auftreten der Erdbeben vorherbestimmen könnte. Wissenschaft und praktische Erfahrung haben vereint die Unhaltbarkeit all dieser Systeme unwiderleglich sichergestellt, sodaß deren weitere Anhänger sich mit dem Fluche der Lächerlichkeit beladen.

Da zur Erdbebenforschung das Haupterfordernis darin besteht, daß an möglichst vielen über die ganze Erde verteilten Orten mit übereinstimmenden Instrumenten und nach gleicher Instruktion beobachtet werde, so ist auf Anregung des tatkräftigen und rümlichst bekannten Straßburger Erdbebenforschers, Herrn Prof. Dr. Gerland, ein gemeinsames Vorgehen sämtlicher Kulturstaaten in die Wege geleitet worden. Die hierfür grundlegenden Verhandlungen sind bereits auf der vom 11. bis 13. April 1901 zu Straßburg i. E. abgehaltenen I. Internationalen Seismologischen Konferenz in die Wege geleitet worden. Zu einem endgiltigen Ergebnis gelangte aber erst die Ende Juli 1903 ebendort zusammengetretene II. Internationale Seismologische Konferenz, an der zahlreiche Fachgelehrte als offizielle Vertreter der deutschen Staaten, Japans, Rußlands, Italiens, Englands, Ungarns, Griechenlands, Belgiens, Bulgariens, Serbiens, Rumäniens, Spaniens, Portugals, Hollands, der Vereinigten Staaten, Mexikos, Argentinens, Chiles, der Schweiz und Schwedens teilnahmen; denn nunmehr wurde die Organisation einer Staaten-Association zum Zwecke der internationalen Erdbebenforschung angenommen, welche mit dem 1. April 1904 ihre Tätigkeit beginnen soll.

Von besonderer Tragweite ist geworden, daß auf Betreiben des Herrn Prof. Dr. Gerland im Mai 1900 zu Straßburg i. E. die Kaiserliche Zentralstation für Erdbebenforschung ins Leben trat, zu deren Direktor er auch ernannt worden ist, wobei ihm als Assistenten die beiden sich in den Fachkreisen eines bedeutenden Rufes erfreuenden Herren Professoren Dr. E. Rudolph und Dr. B. Weigand zur Seite stehen. Dieses Institut wird nicht allein die Zentrale der internationalen Erdbebenforschung bilden, indem hier das Beobachtungsmaterial sämtlicher Erdbebenstationen der Welt gesammelt, nach einheitlichen Gesichtspunkten verarbeitet und (in den „Beiträgen zur Geophysik“) veröffentlicht werden wird, vielmehr soll es auch der Ausgangspunkt für die jetzt beginnende Erdbebenforschung in Deutschland werden. So ist nunmehr in Aussicht genommen, auch unser Vaterland auf Kosten der Einzelstaaten mit einem

<sup>1)</sup> Ausführliches über diesen Punkt findet sich im III. Jahrgang, Seite 60 bis 63 und 75 bis 78 dieser Zeitschrift im Aufsätze des Verfassers: „Wie pflanzen sich die Erdbebenwellen fort?“

Netze von Erdbebenstationen zu überziehen. Als Stationen erster Ordnung oder Hauptstationen, welche mit selbsttätig registrierenden Erdbebenmessern ausgerüstet werden, sind die Städte Karlsruhe, Göttingen, München, Jena, Breslau, Königsberg und Aachen vorgesehen; Hamburg besitzt bereits eine von Herrn Dr. Schütt begründete und trefflich ausgerüstete Station. Daneben sollen noch etwa 25 mit Instrumenten versehene Stationen zweiter Ordnung eingerichtet und in weiteren Bevölkerungskreisen zahlreiche Erdbebenberichterstatter gewonnen werden. Die Beobachtungen werden sich auf die bradyseismischen, mikro- und makroseismischen Bodenbewegungen erstrecken. Wir stehen also auf dem Gebiete der Erdbebenkunde auch in Deutschland am Vorabend großer Ereignisse, welche für die Zukunft von größter Bedeutung zu werden versprechen.

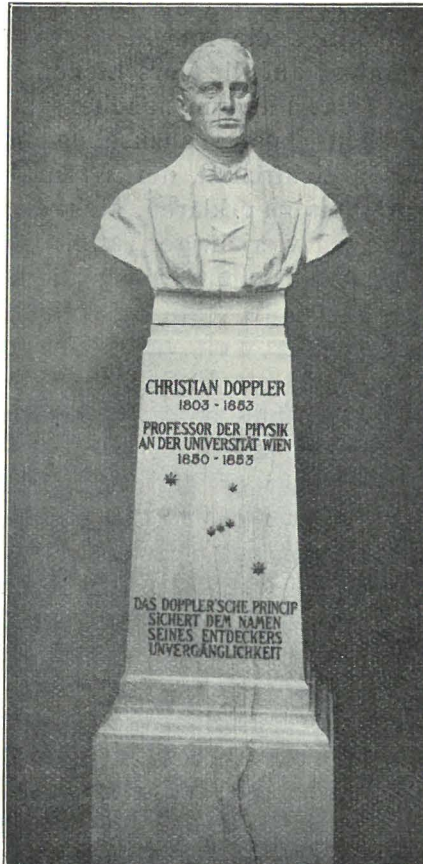


### Zum hundertjährigen Geburtstage Christian Dopplers.

**D**as Dopplersche Prinzip<sup>1)</sup> ist für die Astrophysik eine Wünschelrute geworden, mit deren Hilfe die Bewegungen der Gestirne sich unabhängig von ihren Entfernungen von uns im Kosmos bestimmen lassen.

Gelegentlich der hundertsten Wiederkehr des Geburtstages seines Entdeckers wollen wir einige Notizen aus der Festrede wiedergeben, welche Herr Professor Dr. Egon von Oppolzer anlässlich der Enthüllung des für Doppler im Innenhofe der Wiener Universität im Jahre 1901 errichteten Denkmals gehalten hat:

„Christian Doppler ward am 29. November 1803 als Sohn eines Steinmetzmeisters in Salzburg geboren. Der Vater hatte aus den Steinbrüchen des Untersberges für die großen Münchener Bauten Ludwigs I. das Material geliefert, und so



Das Denkmal Christian Dopplers im Innenhof der Wiener Universität.

dürften die Lebensverhältnisse keine ungünstigen gewesen sein. Der Knabe soll große Geschicklichkeit im Modellieren gezeigt haben. Da seine schwächliche

Konstitution ein Handwerk nicht zuließ, wollte der Vater ihn für den Handelsstand erziehen. Ein glücklicher Zufall brachte den Knaben in die Hände Stampfers, des nachmaligen Professors der Mathematik an der Wiener Technik, der seine Fähigkeiten sofort erkannte und dem Vater riet, seinen Sohn studieren zu lassen. Dies geschah auch. Nach fleißigen Studien in Wien und Salzburg sehen wir Doppler im Jahre

<sup>1)</sup> Eine elementare Darstellung der spektralanalytischen Bestimmungsmethode der Fixsternbewegungen finden unsere Leser im „Weltall“, Jg. 1, S. 213 bis 218.

1829 als Assistenten des Mathematikers Hantschl an der Technik in Wien. Im wissenschaftlichen Nachlasse findet sich wohl die erste umfangreiche, nicht publizierte Jugendarbeit in drei schön geschriebenen Exemplaren vor, die für Dopplers Entwicklungsgang ungemein charakteristisch ist und den Titel führt: „Protogenesis oder über die Entstehung unseres Fixstern- und Planetensystems und dessen endliche Zerstörung, mit den sich hieraus ergebenden höchstwichtigen Vermutungen über das Wesen des Erdmagnetismus, der Elektrizität und des Lebensprinzips.“ Die ungezügelte Phantasie feiert hier förmliche Orgien, alle großen Probleme finden ihre einfachste Lösung. Aber trotzdem zeugt der Ausgangspunkt der Schrift von richtigem Instinkte, indem sie die Laplacesche Weltbildungs-Hypothese, die damals und noch viele Jahre später das größte Aufsehen erregt hatte, und heute nur mehr in populären Schriften ihre souveräne Herrschaft behauptet, bekämpft, aber allerdings nichts Besseres an ihre Stelle setzt. Für den gesunden Geist Dopplers spricht es, daß er in so bodenloser Phantasietätigkeit keine Befriedigung empfindet, sich selbst die Fesseln anlegt und sich auf die reine Mathematik wirft. Er beschäftigt sich in gerade nicht glücklicher, aber origineller Weise mit dem Euklidischen Parallelen-Axiom, und stellt einen wohl in Vergessenheit geratenen Algorithmus auf, nämlich den Begriff der Kettenwurzel, deren Convergenzbedingungen angegeben werden. Doch finden wir ihn auch schon mit einer physikalischen Arbeit über die wahrscheinliche Ursache der Berührungs-Elektrizität beschäftigt, die mir historisch beachtenswert erscheint. Denn er führt diese Erscheinung auf die Verschiedenheit der Kräfte, welche die sich berührenden Körper auf das Fluidum ausüben, zurück, und ist somit als Vorläufer der Helmholtzschen Theorie anzusehen: dann sucht er in dieser Schrift die Erscheinungen der Elektrizität, der Wärme und des Lichtes aus der Annahme eines einzigen Fluidums zu erklären, steht also in diesen Bestrebungen ganz auf heutigem Boden. Nach vierjähriger Tätigkeit als Assistent trachtete er nun nach einer gesicherten Lebensstellung; doch alle Bewegungen blieben ohne den gewünschten Erfolg. Er verkaufte seine Habseligkeiten, sogar seine Bücher, und wollte sein Glück in der neuen Welt versuchen. Kurz vor seiner Abreise traf ihn in München im Jahre 1835 ein Ruf in die Schweiz und gleichzeitig ein Ruf nach Prag als Professor der Mathematik an der Realschule. Er zog es vor, seinem Vaterlande treu zu bleiben, und kam so nach Prag. Im nächsten Jahre verheiratete er sich, und nun hat er die nötige Ruhe zu wissenschaftlicher Tätigkeit. Die Wanderjahre sind vorbei. 1841 wird er Professor der Elementar-Mathematik an der Prager Technik, und jetzt steht er bald auf dem Höhepunkt seines Schaffens. Gleichzeitig entwickelt sich der Keim eines Brustleidens, das ihn nach einem Jahrzehnt hinwegraffen sollte. Das Jahr 1842 bringt seine berühmte Abhandlung „Über das farbige Licht der Doppelsterne“, in der er sein Prinzip ausspricht. Die darin ausgesprochenen Gedanken erregten in der damaligen astronomischen Welt das größte Aufsehen. Buys-Ballot's Versuche auf der Eisenbahn von Utrecht nach Maarsen ergaben die Richtigkeit des Prinzips für Schallwellen. Der römische Astronom Sestini glaubte Farbenveränderungen an Doppelsternen konstatieren zu können, die Dopplers Theorie der farbigen Sterne glänzend zu bestätigen schienen. Heute wissen wir, daß die Färbung der Doppelsterne nicht auf ihre Bewegung, sondern auf ihren Oberflächenzustand zurückzuführen ist, daß keine so starken kosmischen Bewegungen vorkommen, die für das bloße Auge Farbenveränderungen erzeugen könnten. Dopplers Schlüsse waren zu weitgehend. Aber die Behauptung anderer, daß selbst bei so starken



**Vorträge und Abhandlungen**  
**herausgegeben von der Zeitschrift „DAS WELTALL“**  
**unter Leitung von F. S. Archenhold.**

- Heft I. **Reuleaux, F.**, Die Sprache am Sternenhimmel und Ost, West, Süd, Nord. Zwei Abhandlungen. Mit 7 Abbildungen. 1,20 M.
- Heft II. **Albrecht, F. u. M.**, Die Reste der Sternwarten Tycho Brahes auf der Insel Hveen. Mit 8 Abbildungen und einer Kartenbeilage. —,80 M.
- Heft III. **Gumlich, E.**, Präcisionsmessungen mit Hülfe der Wellenlänge des Lichts. Mit 10 Abbildungen. 1,— M.
- Heft IV. **Leman, A.**, Ueber Schattenphänomene bei Finsternissen. Mit zahlreichen Tafeln und Abbildungen. 2,— M.
- Heft V. **Archenhold, F. S.**, Die Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis am 28. Mai 1900 in Bouzareah bei Algier. Mit 12 Abbildungen. 1,— M.

