

Werk

Jahr: 1924

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:1

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0001

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0001

LOG Id: LOG_0043

LOG Titel: Bruchlinien und Erdbewegungen in Kalifornien

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

Bruchlinien und Erdbewegungen in Kalifornien.

Von E. Tams.

Das San Franzisko-Beben vom 18. April 1906 gab seinerzeit bekanntlich Veranlassung zur Durchführung einer neuen Triangulierung eines großen Teils von Kalifornien von Juli 1906 bis Juli 1907, welche dann durch Vergleich mit den Ergebnissen früherer Vermessungen in diesem Gebiet (von 1851 bis 1866 bzw. von 1874 bis 1891) zu wichtigen Schlußfolgerungen, auch allgemeiner Bedeutung, über die während des Erdbebens zu beiden Seiten seiner etwa 400 km langen Herdlinie, der sogen. San Andreas-Spalte, erfolgten absoluten Bodenbewegungen, wie auch über die langsamen, die Spannungen an der Herdlinie erst allmählich auf das kritische Maß erhöhenden Verschiebungen vor dem Beben führte (Erdbeben-theorie des elastischen Zurückschnellens). Dies ist eingehend, empirisch und theoretisch, in dem umfangreichen, zweibändigen Report of the State Earthquake Investigation Commission (Washington, D. C., 1908 u. 1910) von Lawson, Reid, Hayford und Baldwin behandelt [siehe auch die Referate des Verf. hierüber in Beitr. z. Geophysik **11**, 63 u. 340 (1912); **13**, 38 (1914); sowie die Notiz in Petermanns Mitteil. 1918, S. 77]. Der beigegebene große Atlas über das Beben, in welchem neben speziellen Karten der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Bodenverrückungen u. a. auch im Maßstab von etwa 1:2 Millionen eine Karte der Dislokationslinien von Kalifornien und Nevada und den angrenzenden Gebieten von Oregon und Idaho gegeben ist, lieferte dazu die notwendigen kartographischen Unterlagen.

Betreffs des Bruch- und Verwerfungssystems sowie des eng damit zusammenhängenden Vorgangs der Erdverschiebungen sind nun, abgesehen von zahlreichen spezielleren seismischen Arbeiten, inzwischen die am Schlusse dieses Berichts angeführten Veröffentlichungen erfolgt, welche ein kurzes, erneutes Eingehen auf diese Verhältnisse gerechtfertigt erscheinen lassen.

Die kartographische Darstellung der Dislokationen ist nunmehr, allerdings unter Beschränkung auf den in erster Linie in Betracht kommenden Staat Kalifornien, durch Bailey Willis und H. O. Wood^{3) 4)} auf weitester Grundlage bewerkstelligt, wie schon daraus hervorgeht, daß das Kartenwerk außer dem Titelblatt aus drei großen Blättern im Umfang von rund 1:1.5 m besteht. In diese ist das Kartenbild im Maßstab 1:506 880 eingezeichnet, das ist also praktisch im Maßstab der bekannten 27 Vogelschen Karten des Deutschen Reichs. Bei den Bruchlinien ist jetzt nach Möglichkeit die Unterscheidung getroffen, ob sie als aktiv oder bereits als tot zu gelten haben, und ob sie ihrem Verlauf und Charakter nach sicher erkennbar sind, oder ob in dieser Beziehung Zweifel vorliegen. Bestimmte Signaturen bringen diese Verschiedenheiten zum Ausdruck. Wichtig ist dabei vor allem, daß die Aktivität eines Bruches dann angenommen wird, wenn entweder noch in historischer Zeit ein Erdbeben von demselben ausgegangen ist, oder wenn durch ihn ein Tal, ein Kamm oder eine

Gebirgskette, die noch gegenwärtig in Fortbildung begriffen sind, bestimmt wird, ohne daß auch ein geschichtliches Erdbeben von ihm bekannt geworden zu sein braucht. Nur südlich von San Luis Obispo gilt zur Hauptsache allein das seismische Kriterium oder daneben doch nur ein physiographisches Kennzeichen rezenter Verschiebungen. Als tot sind solche Dislokationen angesprochen worden, längs welchen keinerlei Bewegung mehr zu erwarten sein dürfte.

Auch in der neuen Darstellung, die indessen noch keineswegs Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, fällt wieder der einheitliche Zug der San Andreas-Spalte, die hier von Point Arena in 39° nördl. Br. bis über San Bernardino in 34° nördl. Br. hinaus eingezeichnet ist, besonders auf. Sie ist die seismotektonisch wichtigste Linie von Kalifornien und erweist sich bei einer mittleren Streichungsrichtung von etwa N 30°—40° W entsprechend dem Verlauf der Küste als nach dem Ozean zu schwach konvex gekrümmt, zeigt sich nun aber infolge des größeren Maßstabes vielfach in ein System wesentlich paralleler Einzeldislokationen aufgelöst. Die aktiven Brüche sind mit vereinzelt Ausnahmen (Owens-Tal) auf eine Küstenzone von im Maximum nicht über 100 km Breite beschränkt, d. h. westlich des großen Längstales des Sacramento und des San Joaquin, im System der Küstenketten gelegen. Besonders zahlreich treten sie in der Umgebung der San Franzisko-Bucht sowie östlich und südöstlich der Monterey-Bucht auf. Im Südwesten beginnt dann bei San Bernardino noch die sehr beachtenswerte aktive San Jacinto-Linie, zu der parallel, weiter nach der Küste zu, außerdem die teilweise aktive Elsinore-Linie auf Cuyamaca zu (s. unten) verläuft. Beide streichen in NW—SE-Richtung bis nach Mexiko (Niederkalifornien) hinein. Das Erdbeben von Inglewood (1920; nahe der Küste bei Los Angeles) deutet schließlich darauf hin, daß auch die hier vorhandenen Brüche wenigstens zum Teil noch durchaus aktiv sind. Betreffs eingehenderer Darlegung der seismischen Bedeutung der einzelnen Bruchlinien sei auf die von Wood bereits 1916 veröffentlichte synthetische Studie aller überhaupt bekannt gewordenen Erdbeben Kaliforniens verwiesen²⁾.

Es ist bemerkenswert, daß insbesondere die San Andreas-Linie nicht so sehr durch steile Verwerfungssprünge, als vielmehr durch wölbungsartige Abdachungen charakterisiert ist. Dieses Zurücktreten steiler Sprünge und der Umstand, daß die Ränder gegeneinander niedergepreßt sind, weist darauf hin, daß die Hauptkomponente der Bodenbewegung hier stets, wie auch 1906, horizontal gerichtet war. Freilich sind auch, wie Willis⁴⁾ betont, stellenweise in der gegenwärtigen Schichtenlagerung deutliche Anzeichen dafür vorhanden, daß vertikale Verschiebungen stattgefunden haben.

Die Karten erlangen noch dadurch einen erhöhten Wert, daß vor der Küste auch die Tiefenlinien eingetragene sind, und zwar in Stufen von 100 Faden (183 m) bis zur 2000-Faden-Tiefenlinie (3660 m). Die Isobathen beruhen dabei auf den Lotungen, welche das Hydrographische Amt der U. S.-Marine erst im Jahre 1922 mittels der neuen Echolotmethode ausführte. Es zeigt sich, daß die 2000-Faden-Isobathe nördlich vom Santa Barbara-Kanal bis auf 70 bis 100 km Abstand an die Küste herantritt.

Wie schon Reid 1910 bemerkte, daß die langsamen Verschiebungen vor dem Beben von 1906, die erst die kritische Spannungsanhäufung bewirkten,

moglicherweise auf isostatisch bedingten Massenflüssen an der unteren Grenzfläche des sich bewegenden Gebietes beruhen, so führte etwas später des näheren auch Wood¹⁾ qualitativ aus, daß gerade bei der in Kalifornien gegebenen Anordnung der Erosions- und Sedimentationsbezirke unterirdische Kompensationsströmungen vorstellbar sind, die durch die mit ihnen in den auflagernden starren Krustenteilen entstehenden Spannungen als Hauptursache der Dislokationsbewegungen in der hier vorherrschenden Streichungsrichtung NNW—SSE in Betracht gezogen werden können, wie letztere ja gerade auch in Verbindung mit dem großen Beben von 1906 genauer festgestellt worden sind. Der von NNW nach SSE verlaufende Zug der kalifornischen Küstenketten, in deren Mitte etwa die Bucht von San Franzisko liegt, ist zu beiden Seiten von einer Zone starker Sedimentation umgeben, nämlich dem oben erwähnten großen Längstal (Great Valley) und dem ozeanischen Küstengebiet, und dürfte von der sinkenden Bewegung dieser angrenzenden Streifen starker Belastung mit ergriffen werden, wenigstens in seinem schmalen zentralen Teil und besonders in der Nachbarschaft der San Franzisko-Bucht, wo nur eine vergleichsweise geringe Denudation statthat, zumal in der Bucht selber und ihrer unmittelbaren Umrandung eine konzentrierte Sedimentation vor sich geht.

So wird zunächst auch unter den zentralen Küstenketten eine überall nach auswärts gerichtete Massenströmung anzunehmen sein. Da indessen die von den beiderseitigen am stärksten niedergehenden Sedimentationsgürteln nach der Küstenkette hin gerichteten Unterströmungen erheblich intensiver sein müssen, so kann die Bewegung unterhalb des Gebirges selbst wesentlich nur in seiner Langsrichtung, d. h. also nach NNW und SSE, erfolgen. Die mit dieser Bewegung verknüpften horizontalen Scherungsspannungen sollen dann nach und nach ein in der genannten Richtung orientiertes Bruchliniensystem, wie es nach den Beobachtungen im Felde vorhanden ist, erzeugen.

Von besonderem Interesse dürften nun im Zusammenhang mit den bisherigen Ausführungen noch die Resultate einer jüngsten Triangulierung in Kalifornien in den Jahren 1922 und 1923 sein. Sie lehren indessen nach dem schon recht eingehenden, wenn auch vorläufigen und die Ergebnisse der Triangulierung von 1906/07 noch nicht mit einbeziehenden Bericht von W. Bowie⁵⁾, daß die Verhältnisse weniger leicht durchschaubar sind, als es nach den eben berührten anregenden, aber notwendig etwas schematisierten Vorstellungen von Wood der Fall ist.

Während die letzte Vermessung von 1906/07 auf einen nur etwa 80 km breiten und 270 km langen Streifen zu beiden Seiten der San Andreas-Spalte zwischen Mount Toro und Santa Ana bei der Monterey-Bucht im Süden bis Ross Mountain, 100 km nördlich von San Franzisko, beschränkt war, erstreckte sich die neueste von den um 250 km von der Küste entfernten Stationen Mount Lola und Round Top in der Sierra Nevada westwärts bis an das Meer und von dort sudwärts bis an die mexikanische Grenze (Stationen San Jacinto und Cuyamaca). Nur das Gebiet am Santa Barbara-Kanal konnte noch nicht wieder vermessen werden; doch ist die so entstandene Lücke vermutlich inzwischen geschlossen worden. Es ist ferner beabsichtigt, im Norden den Anschluß an die internationale Breiten-

station in Ukiah herzustellen und im Südosten bis an den Colorado heranzugehen, so daß dann die Basis für eine Beurteilung etwaiger Bewegungsvorgänge in Kalifornien gewiß groß genug sein dürfte. Unter der Voraussetzung, daß die Stationen Mount Lola und Round Top seit ihrer ersten Vermessung im Jahre 1879 keinerlei Verschiebungen erfahren haben, ergibt sich zurzeit unter Zurückgehen auf die Vermessungen vor 1906 für das nördlich der Lücke gelegene Gebiet das folgende Bild.

Die Stationen nördlich von Mount Toro und Santa Ana lassen, soweit die ermittelten Verrückungen nicht überhaupt den unvermeidlichen Vermessungsfehlern [bis zu 2 bis 3 feet (0.6 bis 0.9 m) auf 100 miles (161 km)] zur Last fallen, keine einheitliche Bewegung erkennen. Nur zwei Stationen, nämlich Point Reyes Lighthouse und Point Pinos, weisen erhebliche Verschiebungen im Betrage von 3.7 m nach Norden bzw. von 3.0 m nach Nordosten auf. Man wird daher dazu geführt, die wirklichen Ortsveränderungen hier lokalen Ursachen zuzuschreiben. Für das Gebiet als Ganzes genommen ergibt sich als Bewegungsergebnis praktisch Null, in bemerkenswerter Übereinstimmung mit dem Umstand, daß nach den Breitebestimmungen auf dem Lick-Observatorium dieses in den letzten 20 Jahren oder mehr keinerlei Verschiebung nach Norden oder Süden erfahren hat. Auffallend große Ortsveränderungen (bis zu 6 bis 7 m) in wesentlich nördlicher Richtung zeigen dagegen die Stationen von Mount Toro und Santa Ana südwärts bis zum Santa Barbara-Kanal, so daß dieser Krustenteil ganz anderen Kräften unterworfen sein muß, sofern hier nicht besonders große Beobachtungsfehler oder unerkannt gebliebene Langenveränderungen bestimmter Dreiecksseiten mit im Spiele sind, was indessen in sorgfältiger Diskussion als unwahrscheinlich hingestellt wird. Ganz andere Verschiebungen ergeben sich aber in dieser Sektion natürlich, wenn man z. B. von der allerdings sehr fragwürdigen Annahme ausgeht, daß ihre südliche Grundlinie (Lospe-Tepusquet) in nur 40 bis 70 km Abstand von der San Andreas-Spalte von einer Vermessungsperiode zur anderen nach Lage und Länge unverändert geblieben ist. Die ursprüngliche Voraussetzung der Konstanz der Position von Mount Lola und Round Top in der Sierra Nevada außerhalb des seismotektonischen Bewegungen in erster Linie unterworfenen Gebietes der kalifornischen Küstenketten erscheint dagegen sehr plausibel. Für den jenseits der oben erwähnten Lücke nach der mexikanischen Grenze zu gelegenen Distrikt werden bei Annahme einer festen Lage der Stationen San Jacinto und Cuyamaca scheinbare Ortsveränderungen gefunden, die wohl zum größten Teil durch zufällige Fehler der Beobachtung und der Berechnungsmethode erklärt werden können. Die hier vermutlich nur als Arbeitshypothese zugrunde gelegte Annahme dürfte freilich wenig für sich haben, da sowohl San Jacinto als auch Cuyamaca im Bereich aktiver Bruchlinien liegen. Es muß daher zum mindesten der bisher noch fehlende Anschluß an die nördliche Sektion abgewartet werden.

Eine Übersicht über die Schwerkraftsverhältnisse in Kalifornien lehrt schließlich, daß von den 30 Schwerestationen hier alle bis auf eine negative isostatische Anomalien im Betrage von -0.003 bis -0.081 C.G.S. haben, und daß für die einzige Ausnahme hiervon die Anomalie Null ist. Bei der iso-

statischen Reduktion wurde mit einer Ausgleichstiefe von 113.7 km gerechnet. Bowie möchte aber in diesen Abweichungen weniger einen Hinweis auf mangelnde Isostasie sehen, als sie durch die rezente, aus leichtem Material bestehende geologische Unterlage der Stationen erklären.

Die unten zitierten Veröffentlichungen ²⁾ bis ⁵⁾ zielen übrigens neben ihrer mehr theoretischen Seite auch durchaus darauf ab, durch möglichst genaue Ermittlung von Lage und seismischem Charakter der Bruchlinien wie des Verlaufs etwaiger langsamer Bodenverschiebungen den Weg zu einer gewissen prognostischen Festlegung der Erdbeben in Kalifornien nach Raum und Zeit weiter zu ebnen.

Literatur.

¹⁾ Harry O. Wood: On a possible causal Mechanism for heave-fault Slipping in the California Coast Range Region. Bull. Seism. Soc. Amer. **5**, 214—229 (1915).

²⁾ Derselbe: California Earthquakes. Ebenda **6**, 55—180 (1916).

³⁾ Fault Map of the State of California compiled from Data assembled by the Seism. Soc. of Amer. etc, Scale 1 : 506 880. Compilation of Faults by Bailey Willis and H. O. Wood, 1922.

⁴⁾ Bailey Willis: A Fault Map of California. Bull. Seism. Soc. Amer. **13**, 1—12 (1923).

⁵⁾ William Bowie Earth Movements in California. U. S. Coast and Geodetic Survey, Special Publication No. 106, 1924, 22 S.

Der jährliche Gang der Erdbebenhäufigkeit und sekundär auslösende Ursachen der Erdbeben.

Von V. Conrad (Wien).

Erdbeben, die in 11 Jahren im Gebiet des früheren Österreich beobachtet wurden, zeigen einen ausgesprochenen jährlichen Häufigkeitgang. Mit Hilfe der Korrelationsrechnung wird er mit der Häufigkeitsverteilung steiler Luftdruckgradienten über das Jahr verglichen. Es resultiert ein großer Korrelationsfaktor, der nur mit einem kleinen wahrscheinlichen Fehler behaftet ist. Für das speziell vorliegende Material wäre im Auftreten steiler Gradienten eine Erklärungskomponente der jährlichen Häufigkeitsverteilung der Erdbeben zu sehen.

In seiner ausgezeichneten Erdbebenkunde*), diesem unentbehrlichen Handbuch, auch des physikalisch orientierten Seismikers, hat Herr A. Sieberg einige meiner Arbeiten in sehr freundlicher Weise berücksichtigt und kommt zu dem erfreulichen Schlusse, daß meine Untersuchungen über die zeitliche Verteilung der Erdbebenhäufigkeit zu plausiblen Resultaten führen. Nur bezüglich meiner Ansicht über den Einfluß des Luftdruckes könnte nach der Fassung, S. 123, vielleicht eine gewisse Unklarheit obwalten. Dies der Anstoß zu den folgenden Zeilen.

*) Geologische, physikalische und angewandte Erdbebenkunde von A. Sieberg mit Beiträgen von B. Gutenberg Fischer, Jena 1923.