Zeitschrift: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Thurgauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 9 (1890)

Artikel: Das ostschweizerische Erdbeben vom 7. Januar 1889
Autor: Hess, Clemens
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-593828

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Das ostschweizerische Erdbeben vom 7. Januar 1889.

Bearbeitet
nach den von der schweizerischen Erdbebenkommission gesammelten Berichten
von

Dr. Clemens Hess,
Mitglied der Kommission.

Ueber das Erdbeben vom 7. Januar 1889 und seine Nachzügler oder Nachbeben sind 297 Berichte eingegangen, davon 223 aus der Schweiz, 37 aus Baden und ebenso 37 aus Würtemberg. Die badischen Berichte sind mir in zuvorkommendster Weise von der Direktion der grossherzoglichen Centralanstalt für Meteorologie und Hydrographie in Karlsruhe zur Benützung überlassen worden; die würtembergischen Beobachtungen habe ich der *„Uebersicht über die in Würtemberg und Hohenzollern in der Zeit vom 1. März 1888 bis zum 28. Februar 1889 wahrgenommenen Erschütterungen“*, welche mir vom Bearbeiter, Herrn Prof. Dr. *H. Eck* in Stuttgart, freundlichst übersandt worden ist, entnommen. Von der Gesamtzahl der Berichte sind 80 Zeitungsberichte, 41 stammen von Elementar-, Sekundar-, Real- und Gymnasiallehrern und Professoren, 39 von Bankdirektoren, Fabrikanten und sonstigen Kaufleuten, 20 von Fräulein und Frauen, 20 von Strassen- und Wasserbauinspektoren, 11 von Pfarrherren, die übrigen von Schlossherren, Aerzten, Telegraphendirektoren, Apothekern, Gemeindeammännern, Landwirten, Schneidern, Stickern, Hut- und Uhrenmachern, Sekretären, Förstern, Grenzkontrolleuren, Ingenieuren, Wirten,

10741
126 V 22

Stationsvorständen, Comptoiristen, Aufsehern, Zollbeamten, Advokaten, Anstaltsdirektoren, Nationalräten, Architekten, Lithographen, Gemeindeschreibern, Studenten und Schülern an Mittelschulen. Ich gebe hiemit den geehrten Mitarbeitern die Versicherung, dass kein Bericht unbeachtet bei Seite gelegt worden ist, und dass ich weder Zeit noch Mühe scheute, das Material so weit als möglich zur Förderung der Lösung der Erdbebenfrage auszubeuten. Allen den freundlichen Berichterstattern sei hiemit für das bewiesene Interesse bestens gedankt mit der Bitte, sie möchten sich in Wiederholungsfällen in gleicher Weise betätigen. Das Sammeln der Berichte geschah in der Hauptsache durch die Mitglieder der schweiz. Erdbebenkommission; den geehrten Herren Kollegen spreche ich für diese tatkräftige Mithülfe meinen speziellen Dank aus.

Da die eingelaufenen Berichte aus allen Schichten der Bevölkerung stammen, so sah ich mich durch das allgemein bekundete Interesse gewissermassen moralisch verpflichtet, die Ergebnisse der Untersuchung so anzuordnen, dass sich nicht nur der Fachmann darin zurecht zu finden weiss, sondern dass auch der Laie sich mit möglichst wenig Mühe ein Bild über das Wesen und den Verlauf des Naturereignisses zu verschaffen im stande sein wird, ohne sich durch die Beweisführungen hindurcharbeiten zu müssen. Von diesen Rücksichten geleitet teilte ich die Arbeit in nachfolgende Teile:

I. Teil: *Die oberflächlichen Wirkungen des Erdbebens.*
II. - *Kritische Bearbeitung des Beobachtungsmaterials.*
III. - *Zusammenstellung der Ergebnisse.*
IV. - *Theorie der Molassebeben.*
V. - *Nebenerscheinungen.*

Die Beurteilung der Intensität der Erschütterung geschah nach der von Herrn *M. de Rossi* in Rom und der *schweizerischen Erdbebenkommission* vereinbarten Intensitätsskala. Zur Orientirung lasse ich dieselbe nachfolgen.

Intensitätsskala.

Grad I. Mikroseismische Bewegung, notirt von einem Seismographen oder von mehreren Instrumenten derselben Art, aber nicht im stande, Seismographen verschiedener Konstruktion in Funktion zu versetzen. Notirt von einem geübten Beobachter.

Grad II. Stoss, registrirt von Seismographen verschiedenen Systems, konstatirt von einer kleinen Anzahl im Zustande der Ruhe befindlicher Beobachter.

- III. Erschütterung, beobachtet von mehreren Personen in der Ruhe, stark genug, dass Dauer oder Richtung geschätzt werden können.

- IV. Erschütterung, beobachtet von Personen in Tätigkeit; Erschütterung beweglicher Objekte, der Fenster, Türen, Krachen der Dielen.

- V. Erschütterung, allgemein von der ganzen Bevölkerung bemerkt; Erschütterung grösserer Gegenstände, der Möbel, Betten; Anschlagen einzelner Hausglocken.

- VI. Allgemeines Erwachen der Schlafenden; allgemeines Anschlagen der Hausglocken, Schwanken der Kronleuchter, Stillstehen der Uhren, sichtbares Schwanken der Bäume und Sträucher.

- VII. Umstürzen von beweglichen Gegenständen, Ablösen von Gipsstücken aus der Decke und von den Wänden, Anschlagen der Kirchenglocken, allgemeiner Schrecken, noch keine Beschädigung der Bauwerke.

- VIII. Herabstürzen von Kaminen, Risse in den Mauern von Gebäuden.

- IX. Teilweise oder gänzliche Zerstörung einzelner Gebäude.

- X. Grosses Unglück, Ruinen, Umsturz von Erdschichten, Entstehen von Spalten in der Erdrinde, Bergstürze.

I. Teil.

Die oberflächlichen Wirkungen des Erdbebens.

Obschon die Art, wie sich Erdbeben an der Erdoberfläche bemerkbar machen, allgemein bekannt ist, betrachte ich es doch als zweckmässig, die gemachten Wahrnehmungen der Vollständigkeit wegen kurz anzuführen. Um jedoch die unvermeidlichen Wiederholungen auf ein Minimum beschränken zu können, werde ich das ganze Gebiet in eine grössere Anzahl kleinerer Komplexe zerlegen und die Beobachtungen derselben zusammenfassen, ohne jedoch charakteristische Angaben und Einzelheiten zu übergehen.

1. *Konstanz und Umgebung, Ueberlingersee, Untersee und Rhein.* Die Berichte aus *Konstanz*, *Kreuzlingen*, *Emmishofen*, *Tägerwilen*[1] und *Ermatingen* melden übereinstimmend *wellenförmig schaukelnde* Bewegungen. In *Konstanz* folgten auf einen kräftigen Hauptstoss drei bis vier kleinere Nachstösse, auf einen „Ruck von West und von unten" ein viermaliges Hin- und Herschwingen, ein Klirren der Fenster, Krachen der Wände, Schwanken der Kästen und Blumentische. Ein gegen Süden hängendes Fenster ging hin und her und die an einer fast genau *westöstlich* streichenden Wand eines Zeichnungsbureau aufgehängten Reissschienen gerieten in pendelartige Schwingungen längs der Wand. Durch diese Bewegungen ist die *west-östliche* Richtung der Schwankungen unzweideutig festgelegt. Die gleiche Bewegungsrichtung wurde auch in *Kreuzlingen* durch das Schwingen von Hängelampen konstatirt, dagegen ergab sich aus den Schwankungen eines Klaviers ENE-WSW. Hierorts sind als besonders nennenswerte Beobachtungen zu erwähnen: das Springen einer Fensterscheibe, ein Riss in einem Besenwurf und das Fallen eines Spiegels von einem Tische. Der Eindruck auf Menschen und Tiere war erschreckend, denn viele Leute verliessen die Häuser, ein Hund sprang bellend vom Kanapee, ein Hündchen riss sich von der Leine los, und eine Schar Tauben flog erschreckt vom Boden auf. In *Emmishofen* hatte die Bewegung die Richtung S-N, was einerseits daraus hervorgeht, dass eine Patientin in der angegebenen Richtung im Bette hin- und hergeschaukelt, und anderseits dadurch bewiesen ist, dass eine Köchin von S nach N an den Herd geworfen wurde. *Egelshofen* beobachtete ein scheinbares Heben und Senken von Süd nach Nord, eingeleitet durch einen „Schlag von unten." In *Ermatingen* bewirkte die wellenförmige Bewegung ein Schwanken von Porträts, Spiegeln und grössern Gegenständen in der Richtung von W nach E. Die Intensität der Erschütterung war in Kreuzlingen, wie es den Anschein hat, etwas grösser als in Konstanz und den übrigen Nachbarorten, in Konstanz dagegen wieder stärker als in Ermatingen und am rechten Rheinufer. Es hält mir aber schwer, den rich-

[1] In der Schreibweise der schweiz. Ortsnamen hielt ich mich an das Ortslexikon der Schweiz von *Henry Weber*, II. Aufl. 1887.

tigen Intensitätsgrad herauszufinden. Nach dem „Risse im Besenwurf“, dem „Zerspringen von Fensterscheiben“ und dem „Erschrecken von Menschen und Tieren“ gehörte Kreuzlingen am richtigsten unter VII; da jedoch kein „Anschlagen von Kirchenglocken“ und auch „kein Schwanken der Bäume und Sträucher“ beobachtet worden ist, so scheint mir dieser Grad doch zu hoch zu sein, während anderseits V in Anbetracht der Schädigungen an Gebäuden zu niedrig wäre; ich halte daher die Intensität VI für die zutreffendste, und hiernach muss Konstanz und Emmishofen der Grad V und Ermatingen IV beigelegt werden.

In Hinsicht des empfundenen Geräusches ist zu bemerken, dass in *Egelshofen gleichzeitig* mit dem Stosse ein donnerartiges Gepolter wahrgenommen worden ist, während in *Konstanz* und *Emmishofen* ein *vorangegangenes Rollen* auf den „Ruck“ vorbereitet hat.

Auf der Insel *Reichenau* waren die Erschütterungen nur ganz unbedeutend (II—III), in *Wollmatingen* schwankte das Haus eines Beobachters von W nach E, Bildertafeln an den Wänden wackelten und Personen auf den Stühlen sitzend wurden erschüttert. Auch auf der grossherzoglichen Insel *Mainau* erzitterten Gegenstände, klirrte die Schlagfeder einer Standuhr und ein Krachen und Dröhnen des Gebälkes einer alten Scheune machte die Dienstleute auf eine ungewohnte Erscheinung aufmerksam. Die Intensitäten liegen am nächsten bei IV. Auf der *Mainau* wurde vor dem „Krachen und Dröhnen“ ein „Schall wie von einem schweren Schuss“ vernommen.

Aehnlich wie um Konstanz waren die Wahrnehmungen in *Meersburg, Nusdorf, Deisendorf* und *Ueberlingen,* jedoch weniger stark (IV). Die Schwankungen verliefen an den letztern Orten in der Richtung SW-NE, in Meersburg von NW-SE. In Ueberlingen erregten dieselben bei einer liegenden Patientin die Besorgnis einer Katastrophe, wie sie Zug am 5. Juli 1887 erlebt hat.

Dem Untersee und Rheine nach hinunter wurden in *Mannenbach* nur eine Erschütterung, 7 Minuten östlich von *Steckborn* ein wuchtiger Schlag von S nach N, in *Stein* (am rechten Rheinufer, SW-Ende des Städtchens) ein sich gegen

SW verlierendes Krachen, und in *Schaffhausen* ein kurzer, kräftiger Ruck von NW-SE mit Zittern, „jedoch ohne schwankende Bewegung“ der Gegenstände verspürt. Die Intensität dieser Orte wechselt zwischen III und IV. In dem zwischen Stein und Schaffhausen gelegenen Städtchen *Diessenhofen* ging das Beben unbemerkt vorüber.

2. *Der Seerücken.* Auf dem von West nach Ost gerichteten, den Untersee und Rhein vom Thurtale trennenden *Seerücken* sind die Erschütterungen in den meisten Dörfern wahrgenommen worden; speziell seien hier genannt die Orte: *Kalchrain* (580 m), *Homburg* (620 m), *Gonterswilen* (612 m), *Sonterswilen* (543 m), *Engwilen* (535 m), *Neuwilen* (550 m), *Berg* (540 m), *Mattwil* (540 m) und *Oftershausen* (438 m), und in dem zwischen dem Seerücken und dem *Ottenberg* eingeschnittenen Tälchen die Orte: *Hugelshofen*, *Todtnach, Aufhäusern*, *Schlatt*, *Egelswil, Sperbersholz* und *Beckelswilen.*

Auf dem höchsten Punkte (Homburg) ist die Bewegung nur von wenigen Personen und ohne spezielle Beobachtungen wahrgenommen worden, während in dem eben genannten Hochtälchen (Richtung W-E) allgemein der Stoss so heftig war, dass kleinere Gegenstände zu Boden fielen und sogar der Pantograph einer Stickmaschine aus der Führung geworfen wurde. Stärker als auf den höchsten Punkten waren auch die Erschütterungen an der östlichen Abdachung des Seerückens und des Ottenberges, so in *Berg, Mattwil* und *Oftershausen,* wo die Fussböden von der Wucht des Anpralles erzitterten, die Wände krachten, die Fenster klirrten und Gegenstände, wie Hängelampen und Sessel, sich bewegten. Aus *Oftershausen* berichtet eine Dame, dass auf einen „fürchterlichen Krach in der Zimmerdecke ein Schwanken des Bodens unter den Füssen“ und „gleichzeitig ein unterirdisches Rollen“ erfolgte, das ein Kind zu dem Ausrufe veranlasste: „Mutter, es donnert ja in der Erde!“ Der Duft einer bei dem Hause stehenden Pappel fiel zu Boden. Die Intensität mochte somit auf den höchsten Punkten II—III, in den tiefer gelegenen IV gewesen sein. Die angegebenen und aus der Bewegung von Gegenständen ermittelten Richtungen sind für *Berg*, *Mattwil* und *Oftershausen* von S nach N. Wie Oftershausen, so berichten auch Berg und Mattwil von einem „unterirdischen Rollen, das dem Stosse nachfolgte.“

3. Der *Stähelibuck* und der *Immenberg* sind in ähnlicher Weise erschüttert worden, wie der Seerücken. Die eingelaufenen Berichte stammen aus *Kirchberg, Thundorf, Wellenberg, Wolfikon* und *Wetzikon.* Alle diese Orte melden eine Erschütterung der Häuser, begleitet von einem „unheimlichen Poltern“ (Intensität III—IV). Eine Richtungsbestimmung liegt nur von *Thundorf* vor, dieselbe lautet auf N-S.

4. Auf dem *Nollenberge* haben die Orte *Gabris, Heiligkreuz, Hosenruck* und *Braunau* Erschütterungen erfahren, die noch im stande waren, Wandtafeln in rüttelnder Weise in Bewegung zu setzen. Die Intensität bewegte sich auch auf diesen Höhen zwischen III—IV.

5. Auf der 614 m hohen *Tuttwiler-Höhe,* welche das östlich gelegene Murgtal um zirka 100 m, das westlich gelegene Tal der Lützelmurg um zirka 80 m und die mittäglich gelegene Moorlandschaft bei Eschlikon um zirka 60 m überragt, sind die gleichen Beobachtungen gemacht worden, wie auf dem Nollen, doch war der Stoss etwas stärker, denn der Bericht lautet: „ein sehr heftiger Erdstoss mit heftigem Krachen der Wände und Decke.“ Die Intensität war IV; die Richtung S-N.

6. Im *Thurtal* von *Frauenfeld* bis *Weinfelden* liegen am Südfusse des Seerückens die Beobachtungsorte *Müllheim, Wigoltingen, Engwang, Märstetten,* am Südfuss des Ottenberges *Weinfelden* und am südlichen Talrande *Frauenfeld* und *Mettendorf.* Nördlicherseits wurden Personen gerüttelt, Blumen und Topfpflanzen schwankten und ein dumpfes Rollen begleitete den Stoss. In *Weinfelden* gewahrte man in einem auf Felsen gebauten Hause ein Zittern, wie wenn vor dem Hause ein Amboss aufs Strassenpflaster geworfen worden wäre. Richtungen sind angegeben von den Berichterstattern aus *Märstetten* und *Oberhard* bei Weinfelden, beide von S nach N. Die Intensitäten sind III und IV. Am linken oder südlichen Talrande wurde von *Mettendorf* aus konstatirt, dass in Gebäuden auf lehmigem Grunde zuerst ein Stoss und nachträglich ein unterirdisches Rollen beobachtet werden konnten. Die Erschütterung war im stande, das Gebälk zum Krachen zu bringen. In *Frauenfeld* bestand die Wahrnehmung in einem „Seitenruck“, der nach den einen Beobachtern von S nach N, nach andern von SE nach NW erfolgt sein soll; beide Richtungsangaben beruhen auf Verschiebung von Gegenständen und dem Abspringen von

Spiegeln von einer nach S, bezw. SE schauenden Wand. Die Bewegung war „stossweise, nicht wellenförmig“, bewirkte ein Zittern der Stühle und Fenster, die Verschiebung eines viersitzigen Pultes und kleinerer Gegenstände auf Kästen und an den Wänden; die Intensität überstieg jedoch den Grad IV nicht. In Hinsicht des Geräusches gehen die Angaben auseinander; während drei Beobachter betonen, „kein Geräusch“ wahrgenommen zu haben, behaupten ebenfalls drei ein solches konstatiren zu können. Nach übereinstimmenden Angaben soll dasselbe dem Rucke nachgefolgt sein und „in einem kurzen, leisen Zischen“, „einem hellen Tone“ bestanden haben.

7. *Zwischen dem Ottenberg und Nollen* liegen eine Menge von Ortschaften, welche das Phänomen in ganz auffallender Weise wahrgenommen haben; es sind dieses *Oberbussnang, Mettlen, Neukirch a. d. Th., Bürglen, Mauren, Opfershofen* und *Sulgen.* In *Oberbussnang* erfuhr eine auf Lehmboden gebaute Stickerei einen so heftigen Schlag von *Westen* her, dass die Stickmaschinen ins Schwanken gerieten und der Berichterstatter selbst *ostwärts* geschoben wurde. Ein in einer Scheune tätiger Oekonom verglich das Eintreffen und die Erschütterung mit dem Aufreissen eines Scheunentores.

Ebenso stark müssen die Bewegungen in *Mettlen* gewesen sein. Ein dortiger Lehrer beobachtete selbst das Schwanken eines Blumentisches von S nach N, sekundenlanges Nachzittern der Topfpflanzen und ein eigentümliches Luftgetöse, ein Rollen und Brausen zugleich, wie beim Losbrechen eines Sturmes; von den Schülern wurden aus der Umgebung von Mettlen die Mitteilungen gemacht, dass zu Hause Fensterscheiben gesprungen, Geschirr vom Tische gefallen und die Baumwimpel in Bewegung geraten seien. Die Intensität war somit übereinstimmend mit derjenigen von Kreuzlingen. In dem näher bei der Thur gelegenen *Istighofen* schwankten „Porträts, Hängelampen und Cylinderöfen von *Ost nach West.*“ Das Aufeinanderfolgen mehrerer Stösse versetzte die Hausbewohner so in Schrecken, dass sie das Freie suchten. Die Erschütterungen wurden auch im Freien verspürt.

In *Neukirch a. d. Thur* erhielt das Eis infolge eines „heftigen, schrägen, wellenförmigen Stosses in der Richtung SW-NE“ Sprünge nach allen Seiten und nebst dem obligaten Klirren und Krachen wurde ein Geräusch „gleich einem heftigen

Windstosse“ beobachtet. Von *Sulgen* sind zwei in der Natur ganz verschiedene, jedoch von sehr zuverlässigen Beobachtern stammende Berichte eingegangen. Der eine Beobachter meldet, wie er sehr deutlich „das *von S nach N* fortschreitende Abfallen des Duftes vom Giebelschild einer Scheune“ verfolgen konnte und den Eindruck erhalten habe, als sei der Duft „direkt mit der Hand abgestrichen“ worden. Im übrigen seien auch die Bäume ihres Duftes entledigt worden und es hatte die Erschütterung somit den Charakter einer von S nach N fortlaufenden *Vibration*. Der zweite Beobachter spricht jedoch von „einem Schlag von unten“ und einer „wellenförmigen“ Fortpflanzung des Stosses von *West nach Ost*. Die Bewegung war mehr schwankend, denn ein Kind am Ofen wurde mit dem Oberkörper nach Osten geschoben. Beide Mitteilungen melden ein dumpfes Rollen.

Das nördlich an den Ottenberg angelehnte, jedoch noch auf lehmigem Untergrunde stehende *Mauren* erfuhr einen „wuchtigen Schlag“, so dass die Möbel, das Klavier, Wandtafeln, Uhren, Spiegel und ausgestopfte Vögel von S nach N ins Schwanken kamen. Eine Frau, welche auf der Nordseite des Zimmers am Ofen stand, sprang weg, in der Meinung, der Ofen sei im Begriffe ins Zimmer zu fallen. Alle Zimmerbewohner sprangen vor Schrecken auf, viele Leute eilten unter die Haustüre, und ein Hund, der ruhig unter dem Ofen lag, sprang unmittelbar vor dem Schlage zur Türe.

In dem etwas östlich von Mauren gelegenen *Opfershofen* verspürte ein Mann auf dem Bauplatz, wie „der Boden unter den Füssen wankte.“ Dessen Frau, „im Hause beschäftigt“, rief beängstigt, „das Haus wolle zusammenstürzen.“ Die Wellenbewegung schien von NW nach SE zu verlaufen und hatte ein „Rollen wie Donner“ im Gefolge.

In dem ganzen Gebiete war die Intensität V—VI, also grösser als auf den anstossenden Berghöhen; die Richtungen von S nach N, W nach E, SW-NE und NW-SE; dennoch sind die Richtungen keineswegs so durcheinander, wie es den Anschein hat. Dieselben sind in den Talrändern normal zur Bergmasse, in der Talmitte parallel zur Talaxe.

8. *Der obere Thurgau.* Als „obern Thurgau“ bezeichne ich hier denjenigen Kantonsteil, welcher zwischen der nahezu meridional verlaufenden Verbindungslinie *Bischofszell-Konstanz*

und dem Bodensee liegt. In seinem nördlichen Teile besteht derselbe aus dem östlich allmälig gegen den Bodensee abfallenden Seerücken und südlich aus einem gegen das St. Galler-Gebiet langsam entsteigenden Hügellande. An der Grenze beider Teile zieht sich in der westöstlichen Verlängerung des untern Thurtales eine muldenförmige Einsattlung von *Sulgen* bis zum *Bodensee.* Aus dieser flachberandeten Talsohle sind die Berichte sehr zahlreich eingegangen, nämlich aus *Andwil, Hessenreuti, Ennetaach, Engishofen, Oberaach, Amriswil, Hagenwil, Sommeri* und vom Bodenseeufer aus *Uttwil* und *Romanshorn.* Die Erschütterungen waren fast allgemein vom Grade III—IV, in Amriswil und Hagenwil vom Grade IV—V, in der Art wellenförmig schwankend und von einem anhaltenden Rollen begleitet. Ein Beobachter bei Amriswil glaubte „einen schwer beladenen Wagen auf hart gefrorenem Boden auf zirka 100 m Entfernung dem Hause sich nähern und auf zirka 200 m wieder entfernen" zu hören; der Uebergang war mit einem Krachen in den Angeln der Zimmertüre und einem deutlichen Schlängeln (~~~~) des Fussbodens von NW nach SE verbunden. In *Hagenwil* schwankten die Stickmaschinen von SW nach NE, ein Kruzifix fiel von der Wand, einem Manne auf der Strasse wurde es schwindlig und die Bäume entledigten sich ihres Duftes; letzteres wurde auch aus Oberaach gemeldet. Berücksichtigt man nur die aus der Bewegung von Gegenständen, dem erfolgten Anprall und dem vorüberziehenden Rollen bestimmten Richtungen, so sind dieselben für Andwil W-E, Oberaach SW-NE, Amriswil W-E, Gizenhaus bei Amriswil NW-SE, Hagenwil SW-NE und *Uttwil* am Bodensee W-E, also vorherrschend zusammenfallend mit der Richtung der Talsohle. Der Untergrund ist allgemein lehmartig.

9. Im *Lauchetal,* dessen Axe von West nach Ost verläuft, sind die Wahrnehmungen ganz intensiver Natur gewesen, vor allem weit stärker als auf den angrenzenden Höhen des Immenberges und des Nollens. Am heftigsten traten die Wirkungen in der Mitte auf, wo sich auch zugleich die engste Stelle des Tales befindet. Im Schulhause des Dörfchens *Zezikon,* am Südfuss des dort steil ansteigenden Immenberges, sind laut ausführlichem Berichte in den meisten Scheidewänden des untern und obern Stockwerkes Risse in vertikaler und horizontaler Richtung entstanden. Den 1—2 mm breiten Spalten

entlang ist das Mauerwerk abgefallen, wodurch der Zusammenhang mit der Erschütterung konstatirt ist. Die individuellen Wahrnehmungen bestanden in einem „Knalle, wie von einem fernen, schweren Geschütze“; demselben folgte nach zirka 1 Sekunde ein „rein vertikaler Stoss, wie wenn man um einen Fuss gehoben würde“, dem Stosse folgte ein „verhallender, unterirdischer Donner.“ Die ganze Einwohnerschaft war Zeuge des Phänomens; ein Teil derselben flüchtete sich, vom Schrecken befangen, aus den Wohnungen. Das gleiche gilt von der benachbarten, mehr in der Mitte der Talsohle gelegenen Ortschaft *Affeltrangen*, wo überhaupt in allen Teilen ähnliche Beobachtungen gemacht worden sind, wie in Zezikon. An einer genau mit der Talaxe parallel laufenden Wand des Schulhauses sollen bereits vorhandene grössere Risse im „Besenwurf“ sowohl an Länge als Breite zugenommen haben. Während an den beiden genannten Orten bei dem Stosse die *vertikale* Componente weit überwiegend gewesen ist, war in dem westlicher gelegenen Dorfe *Lommis* des sich ausweitenden Tales die Bewegung mehr horizontal schwankend, aber auch noch von solcher Stärke, dass sich ein Teil der Bevölkerung, sei es vor Schreck oder aus Besorgnis, auf die Strasse begab. Die Intensität scheint also am nördlichen Talrande grösser gewesen zu sein, als in der Talmitte, und dem Grade nach für Affeltrangen mit derjenigen von Kreuzlingen und Mauren auf gleicher Höhe zu stehen, in *Zezikon* jedoch den Grad VII erreicht zu haben.

10. Von Norden nach Süden fortschreitend sind im *Murgtale Mazingen, Wängi*, *Münchwilen* und *Oberhofen,* an der *Lützelmurg Huzenwil* bei Aawangen und *Aadorf,* und am Südfuss des Tuttwilerberges *Eschlikon* durch Berichte vertreten. In *Mazingen* bestand die ganze Wahrnehmung in einem „Stoss von unten, ohne schwankende Bewegungen“ und einem Geräusch „wie wenn Fässer vom Lager gerollt wären“; in *Wängi* am Nordfuss der Tuttwilerhöhe und im Schnittpunkte des Murg- und Lauchetales ergriff die Ostwand der Häuser „ein Krach wie Donnerschlag.“ „Eine Uhr an der Ostwand blieb plötzlich stehen, Kästen schwankten von E nach W und viele Leute sprangen vor Schreck ins Freie.“ Der Gewährsmann in *Münchwilen* glaubte etwas emporgeworfen worden zu sein; er beobachtete das Schwingen von Blumenlampen und Porträts

an einer gegen NE zugekehrten Wand. Damit ist also eine horizontale Componente des Stosses in der Richtung SE-NW angedeutet. Aus dem benachbarten, ebenfalls wie Münchwilen auf glacial geschichtetem Terrain erbauten *Oberhofen* lautet die Beschreibung des Vorganges auf „drei wellenförmige Stösse, von denen der dritte am stärksten war"; die Bewegung schien von Westen herzukommen und sich nach Osten fortzupflanzen." Für Münchwilen ist noch nachzutragen, dass ein Arbeiter in der Tiefe eines Brunnenschachtes ein eigentümliches Getöse hörte, das denselben veranlasste, einen oben stehenden Kollegen zu fragen, ob ein Bahnzug komme; ferner dass ein schlafendes Kind plötzlich aufwachte und sich verwundert erhob, und schliesslich dass auch Tiere, wie Katzen, gestört ihr Lager verliessen. Nach alledem scheint die Intensität dem Grade V am nächsten gewesen zu sein.

In *Huzenwil* und *Aadorf* waren die Erschütterungen etwas schwächer, immerhin so stark, dass leicht kippbare Gegenstände, wie eine Seifenbeige auf einem Kasten, eine angelehnte Leiter auf dem Dachboden, eine Pfanne auf dem Herde aus ihrer Gleichgewichtslage gebracht wurden und so weit als möglich dem Zuge der Schwere folgten. In *Aadorf* folgte auf einen ersten ziemlich heftigen Stoss von S nach N gleich darauf ein schwächerer von N nach S; das Beben war von einem „rumpelnden" oder „rollenden" Geräusche begleitet.

Die Mitteilungen aus *Eschlikon* beschreiben die Wahrnehmungen als ein „Heben und Senken des Bodens", verbunden mit einem Erzittern der Möbel und einem Krachen in Fugen der hölzernen Wandbekleidung.

11. In demjenigen Teile des vielfach gewundenen Thurtales, das zwischen den Städtchen *Wil* und *Bischofszell* liegt, bildet die Talsohle ein breites von WSW gegen ENE verlaufendes Band, das einerseits (nördlich) durch den Nollenberg und anderseits durch das rasch ansteigende Vorland der Säntiskette berandet ist. Auf demselben liegen die industriereichen Ortschaften *Henau, Niederuzwil, Ober-* und *Niederbüren, Sorenthal* und *Hauptwil,* welche ausnahmslos beredte Zeugen der stattgehabten Erderschütterungen gewesen sind. Am stärksten äusserten sich die Wirkungen in dem nahe der Mitte der ganzen Tallänge gelegenen *Niederuzwil,* wo ein starker Stoss von unten schräg aufwärts ein allgemeines

Krachen und Klirren erzeugte. Stellenweise war die Bewegung eine anhaltend zitternde, anderwärts eine mit seitlichen Schwingungen verbundene; hier erfolgte der Stoss in der Richtung N-S, vermochte aber weder die leicht kippbaren Jagdobjekte einer kleinen zoologischen Sammlung noch Wandtafeln zum Schwanken zu bringen, dagegen eine *westliche Feuerwand* zu zerreissen; dort verliefen Ruck und Schwankungen von E nach W und brachten eine Taschenuhr an der Westwand zum Falle, eine Wanduhr an der Westfront zum Stehen und Lampen zum Schwingen. Das mit den Bewegungen verbundene Geräusch wird einerseits beschrieben als solches, das, wie von einem Schlage herrührend, das Gebäude unten erfasste und im Dachstuhle verschwand, anderseits aber als ein solches, „wie wenn eine gewaltige Schneemasse vom Dache gerutscht wäre.“ Letzteres wird speziell auch aus *Oberuzwil* gemeldet, wo eine von N nach S verlaufende Schwankung auf einen Beobachter den Eindruck machte, als wäre zuerst der rechte (nördliche) und dann der linke Fuss gehoben worden.

Auch westlich von Niederuzwil in *Felsegg*, Gemeinde Henau, beobachtete man nur „einen Ruck“, „kurzes Zittern“ und ein „allgemeines Fallen des „Kickes“ (Duftes). In dem am westlichen Talende gelegenen *Wil* waren die Bewegungen ausgesprochen schaukelnder Natur; dieselben begannen mit einem „dreifachen Ruck von unten, wie wenn im Keller ein Fass vom Lager gefallen wäre.“ Die Kinder des Berichterstatters ergriffen beängstigt die Kleider ihrer Hüterin. Auch von Niederuzwil aus gegen Osten hin waren die Erschütterungen schwankender Art und längs der ganzen Talsohle so intensiv, dass der nervösere Teil der Bevölkerung vor den Haustüren erschien.

Bischofszell, das sich am Zusammenflusse der Thur und Sitter festungsartig auf einer mit Nagelfluh und Molasse unterbetteten und mit glacialen Schuttmassen bedeckten Terrasse erhebt, erhielt nach vorausgegangenem Poltern und dumpfem Rollen zwei rasch aufeinander folgende, leichtere Stösse in der Richtung S-N (mit einer geringen Abweichung nach NE). Die Intensität mag aus der Verschiebung leicht bewegbarer Gegenstände zu schliessen zwischen III und IV gewesen sein.

12. Von *Niederuzwil aus gegen St. Gallen,* so in den Ortschaften *Flawil, Gossau* und *Andwil,* wurden Beobachtungen

gemacht, welche mit den oben beschriebenen übereinstimmen. Die hierzugegen dicht verbreiteten Stickmaschinen wurden stellenweise so stark in Mitleidenschaft gezogen, dass „Pantographen aus der Führung geworfen“ wurden. Die allgemeine Aufregung der Bevölkerung, das Fallen des Duftes und die Schwankungen schwerer Objekte sprechen dafür, dass die Erschütterungen vom Grade V und VI, in *Niederuzwil* sogar VII gewesen sein müssen.

13. *St. Gallen und Umgebung.* Aus der *Stadt und der unmittelbarsten Umgebung von St. Gallen* sind 15 Berichte vorliegend. Darnach hatten die Erschütterungen an einzelnen Stellen stossartigen Charakter mit Zittern und Klirren, an andern waren dieselben wellenförmig und schaukelnd. Im Bankgebäude verspürte man einen „vertikalen oder von N nach S“ gerichteten Stoss, durch den das ganze Haus erbebte; in der St. Leonhardstrasse ward ein Haus „wie von einem Orkane ergriffen“, die Glocken läuteten ohne Ausnahme, auf Tisch und Gestellen hob sich erklirrend das Geschirr, eine Patientin erwachte aus dem Schlaf und an der nördlichen Mauer zeigte sich ein Sprung. Die Richtung N-S der eingetretenen Schwankungen wird als zuverlässige Beobachtung betont. Im Kantonsschulgebäude, an der Speichergasse und am St. Magniberg war der Stoss mit Schwankungen von S nach N verbunden; ein Berichterstatter musste sich am Schreibtische halten und die mit Kochen beschäftigte Tochter des Hauses wurde gegen den Herd geworfen; ein weiterer Beobachter des Stadtgebietes verspürte einen seitlichen Stoss von SSW nach NNE mit 3 Sekunden anhaltender Wellenbewegung. Infolge dieser Bewegungen „öffnete sich eine Türe“, zitterten Hängelampen und Tableaux, „erwachte ein Kind“, und „kräuselte das Wasser in den Gelten.“ In einer an der Sitter gelegenen Fabrik fielen Schlüssel, Zangen und Hämmer infolge eines Ruckes von S nach N zu Boden, ein linierender Portier machte eine krumme Linie und Sandarbeiter in der Sitter wollen eine „kräuselnde Wellenbewegung des Wassers“ gesehen haben. Auch Angaben über Schwankungen von SSE nach NNW sind vorhanden.

Nebst den eben angeführten nordsüdlichen Richtungsbestimmungen liegen auch solche vor für W-E. Auf dem Telegraphenbureau verspürte man einen Stoss oder Ruck mit

„nachfolgender, abnehmender“ Wellenbewegung. Ein nach N schauender Schreiber wurde „nach rechts“ geschoben, „Gaslampenträger schwankten und Magnetnadeln zitterten, jedoch ohne Ablenkung.“ In *Straubenzell* schwankten Bildertafeln von W nach E. Im fernern gewahrte eine im Zimmer auf- und abgehende Person in der Stadt St. Gallen eine „anschwellende Erschütterung“ mit „stärker werdendem Schwanken des Hauses und vorab eines in der NW-Ecke des Zimmers stehenden Kastens.“ Die Erschütterung erzeugte einen „dämonischen Eindruck“ und „wie gebannt“ blieb der Beobachter stehen.

Demnach scheint die Intensität im allgemeinen grösser als IV, in einem Hause der St. Leonhardstrasse sogar vom Grade VI—VII gewesen zu sein (wie in Niederuzwil und Zezikon). Zwei Beobachter berichten von einem dem Stosse vorangegangenen „Rauschen“ und „Poltern.“

Aus der Umgebung von St. Gallen stammen Mitteilungen aus *Engelburg* und *Wittenbach*. In *Engelburg* wurde ein auf Lehmboden erbautes Gebäude von einem „Rucke“ erfasst und in „wellenförmiger“ Bewegung von W nach E erhalten. Eine etwas geöffnete Türe „öffnete sich noch mehr“ von „NW nach SE“ und ein Blumentisch zeigte Tendenz „nach Süden“ zu fallen. Aus dem Knistern im Gebälke lässt sich auf die Intensität IV schliessen. Auch in *Wittenbach* deuten die Wahrnehmungen auf eine vorherrschend horizontale Bewegung hin; denn ein „Kinderwagen bewegte sich“ und „das Pfännchen eines Schnellkochers fiel zu Boden.“

14. Aus *Herisau* melden drei Berichte übereinstimmend einen „Schlag von unten“, wie wenn im Keller eine Explosion stattgefunden hätte, so dass die „Schüler einer Schulklasse aufgeschreckt“ wurden, das „Pult in einem Laden“, „die Blumen eines Blumentisches“, die „Uhr an einer Wand“ erzitterten, ohne dass jedoch letztere in ihrem Gang gestört worden wäre.

Zwei andere Berichte dagegen melden wellenförmige Schwankungen, die den Beobachter zwei- bis dreimal hoben und senkten oder hin und her bewegten. Mit Gekrach und Gepolter schwankten die Möbel und die darauf befindlichen Gegenstände, und mit Knacken in dem Rauchrohr bildete sich in einer Ofenkachel ein 5—6 mm weiter Riss. „Inneres Erzittern“, „ein Rieseln durch die Beine hinauf“ und „schwin-

deliges Unwohlsein“ waren die begleitenden Einwirkungen auf einen Beobachter. Die konstatirten Bewegungsrichtungen waren also nach den drei ersten Berichten „vertikal“, nach einem der letztern von Süd nach Nord, nach dem andern von SW nach NE. Die Erschütterungen waren „besonders stark in dem niedrig gelegenen Wiesental“; sie wurden „allgemein wahrgenommen“ und verbreiteten auch einen „allgemeinen Schreck“; die Intensität scheint daher dem Grade V am nächsten gewesen zu sein. Ausser dem Krachen und Poltern während des Bebens ist „weder vor noch nach“ irgend ein Geräusch vernommen worden.

Westlich von Herisau sind in *Degersheim* und *Wolfertswil* ebenfalls starke Schwankungen aufgetreten. In Degersheim waren dieselben von einem „Donner ähnlichen Getöse“ begleitet; sie hatten die Richtung W-E und trieben hier wie in *Wolfertswil* durch ihre erschreckende Intensität die Leute ins Freie.

15. Das nahezu meridional verlaufende *Toggenburg* ist von unten bis oben sowohl in der Talsohle als auf den anstossenden Höhen in „Tätigkeit“ gewesen; dafür zeugen die Mitteilungen aus *Batzenheid, Lütisburg, Ganterswil, Bütschwil, Mosnang, Lichtensteig, Wattwil, Ebnat* und *Nesslau*. In *Lütisburg* glaubten zwei Sennen auf einer Anhöhe „talwärts zu rutschen“, in *Bütschwil* fürchtete ein Knecht, die Reiswellen kämen ihm schwankend über den Kopf, und die Scheune sei krachend im Begriffe über ihm zusammenzustürzen; auf dem Telegraphenbureau in *Lichtensteig* beobachtete man einen kurzen Stoss in der Richtung S-W; überall krachte es im Gebälke. Am stärksten äusserten sich die Wirkungen in *Ebnat*, wo das Tal plötzlich eine Biegung nach SE macht. Dort soll neben dem obligaten Krachen und Klirren ein Stürzen von Stehlampen, ein Verschieben von Gegenständen, ja sogar ein Fallen von freistehenden Personen im Zimmer vorgekommen sein. Die angegebene Bewegungsrichtung fällt zusammen mit der obern Richtung des Tales: NW-SE. Die Intensität ist hier V, in den untern Teilen des Tales dagegen kaum über IV gewesen. In dem hochgelegenen *Nesslau* wurde die Erschütterung nur noch in ganz leichter Weise von wenigen Personen wahrgenommen, die Intensität hat also dort kaum II überschritten.

16. In *Teufen* wurde ein kurzer Stoss in Form eines „Anpralles“ verspürt, dessen Richtung von den einen von Süd nach Nord, von andern und insbesondere einer Patientin im Bette von *West nach Ost* angegeben wird; in *Gais* wurde ein schwacher Schlag ebenfalls von *W nach E* mit vorausgegangenem Rollen beobachtet. Intensität III.

Etwas stärker als an den zwei eben genannten Orten ist die Wirkung des Bebens in *Appenzell* gewesen. In einem dreistöckigen, auf Schutt und Flussablagerung erbauten Hause wurden im ersten Stockwerke ein Hauptstoss und drei kleinere Nachstösse, im dritten Stocke zwei bis drei Stösse rasch aufeinander, alle in der Richtung E - W verspürt. Eine Dame neigte infolge des Ruckes mit dem Kopfe vorüber (g. W) und ein Herr wurde durch die Bewegung rückwärts (g. W) genommen. Mit den Stössen erfolgte gleichzeitig ein „Klirren der Fenster, aber keine Schwankung.“ Die Stärke war somit zwischen III und IV.

In dem nahe bei Appenzell, unmittelbar am Fusse des Säntis gelegenen *Weissbad* wurde die Erschütterung nur von einzelnen wenigen Personen verspürt; etwas stärker, aber dennoch ganz unbedeutend, in den Ortschaften *Urnäsch* und *Schönengrund*. Unmittelbar am Fusse des Säntis war also überhaupt die Bewegung klein, die Intensität weit geringer als in dem oben besprochenen Vorlande.

17. Aus dem *Tösstale* sind nur aus dem obern Teile, nämlich von *Bauma, Fischenthal* und *Gibswil,* aus dem *Jonenthal* von *Wald* und *Rüti* Mitteilungen vorliegend. In *Bauma* fanden zwei Erschütterungen in der Richtung SW-NE, in dem benachbarten *Bäretswil* sogar drei solcher statt; dieselben waren jedoch nur schwach. In *Gibswil* und *Wald* beobachtete man nur *einen* Stoss; derselbe vermochte grössere Gegenstände wie Sekretäre zum Wackeln zu bringen, hatte also nahezu die Intensität IV; die Richtung des Stosses war W-E. In *Rüti* sind die beiden Richtungen W-E und S-N konstatirt worden und zwar W-E durch eine mehr wellenförmige Bewegung, die den Beobachter scheinbar „um 1 Zoll in die Höhe hob“, und ein Porträt an der Ostwand mit dem untern Rand von der Wand stiess, S-N, indem ein anderer Berichterstatter durch einen „Ruck“ um zirka 15 cm von einem gegen S gerichteten Fenster geschoben wurde; mit dem Rucke

war ein Zittern des Bodens verbunden. Die Intensität war III—IV.

18. Aus den Berichten von *Winterthur* geht hervor, dass dort die beobachteten Erschütterungen schaukelnder Natur gewesen sind. Ein Beobachter meldet eine „zweimalige Schwankung ohne Bewegung von Gegenständen und ohne Geräusch“, ein zweiter, wie scheinbar der Fauteuil im Rücken gehoben und gerüttelt worden, und darauf ein Schwanken des Blumentisches und Zittern der Blumen eingetreten und ein dritter, dass nach einem sturmartigen Brausen ein „heftiger Krach“, ein „Klirren des Küchengeschirres“, das „Zerreissen einer Tapete“ und schliesslich ein verhallendes „Rollen“ erfolgt seien. Mit diesen Wahrnehmungen verband sich beim letzten Gewährsmanne ein Zittern in den Gliedern. Der Grad der Stärke war somit III—IV; die Richtung konnte nur vom ersten Beobachter angegeben werden und zwar von Nord nach Süd.

In *Kempthal* bewirkte die Erschütterung ebenfalls Schwankungen des Blumentisches von N nach S bezw. NW-SE und Zittern grösserer Gegenstände; Intensität und Richtung harmoniren also mit Winterthur.

Auf dem nördlich von Winterthur gelegenen, das Niveau der Umgebung um 70—80 m überragenden Molassehügel *Mörsburg* ist, wie sich aus verschiedenerseits eingezogenen Erkundigungen ergeben hat, das Beben nur von wenigen Personen verspürt worden. Die an sich leichten Erschütterungen waren von einem leichten, unheimlichen Tosen begleitet. Die Richtung konnte nicht angegeben werden; die Intensität scheint daher kaum den Grad III erreicht zu haben und derjenigen auf dem höchsten Punkte des Seerückens gleich gewesen zu sein.

19. Weitere Berichte sind aus *Rheinau*, *Trüllikon* und *Bülach* eingegangen. In der vom Rheine umspülten Irrenanstalt *Rheinau* wurde nach dem Berichte der Tit. Direktion eine wellenförmige Bewegung wahrgenommen. Auf einem Sessel sitzend, verspürte der Beobachter ein „Zurückweichen und sofortiges Heben des Fussbodens“; darauf „folgten noch eine grössere Anzahl rascher Schwingungen, von denen zwei viel stärker waren als alle übrigen, jedoch lange nicht wie die erste. Das Gebälk des Hauses krachte ziemlich laut und die Fenster klapperten. Von einer horizontalen Bewegung

konnte nichts wahrgenommen werden.“ Die Intensität war vom IV. Grade.

In dem 6 km östlich von Rheinau gelegenen *Trüllikon* äusserte sich das Beben durch eine einzige kurze „ziemlich starke Erschütterung, wie wenn ein schwerer Gegenstand auf die Decke heruntergefallen wäre.“ Die Bewegung scheint hier vorherrschend vertikaler Natur, jedoch schwach (III) gewesen zu sein. Von gleicher Intensität war das Beben auch in *Bülach*. Die Wahrnehmung in einem auf Kies, unmittelbar neben dem Bahndamme (postglacialer Ablagerung) erbauten Gebäude war derart, „wie wenn ein schwerer Eisenbahnzug neben dem Hause vorbeigefahren wäre und dasselbe erschüttert hätte.“ Die Stehlampengläser und die Glocke in der Uhr wurden zu einem leichten Klimpern veranlasst. Die Erschütterung verlief in der Richtung „von N nach SE.“

20. In *Zürich* ist das Beben fast in allen Stadtteilen und Aussengemeinden beobachtet worden, denn nebst den Berichten aus dem Zentrum der innern Stadt liegen solche vor aus *Riesbach, Neumünster, Hottingen, Unterstrass, Selnau* und aus der *Enge*. Fast ohne Ausnahme wird die beobachtete Bewegung als eine wellenförmige, mit Klirren und Schwanken verbundene bezeichnet. Im Bahnhofquartier schien die Erschütterung sich langsam zu nähern und wieder zu entfernen. Im Momente der grössten Intensität fing „der Boden sich zu heben, die Vorhänge zu schwingen, der Ofen zu zittern, das Gebälk der Westwand zu ächzen an, und eine Türe der *Westwand* sprang aus dem Schlosse.“ Ein zweiter Beobachter desselben Quartieres bemerkte zwei wellenförmige Stösse in der Richtung SE-NW mit kurzer Zwischenpause. Auch im *Thalacker* rüttelte „die Türe“, ohne jedoch aufzuspringen, dagegen „schwankte ein Blumentischchen mit den Blumentöpfen“; am *Schanzengraben* klirrte „ob dem Stosse die Glasglocke der Stockuhr auf dem Sekretär.“ An der *Thorgasse* war die Bewegung „wie das Schwanken eines Schiffes“, „ohne Zittern“ und „ohne Geräusch“, die Richtung NNW-SSE. Am *Seilergraben* war das „Wanken des Sophas“ von S nach N mit „einem Krachen im Kasten der Südseite“ verbunden. Aehnlich wie am Seilergraben waren die Wahrnehmungen in der *Brandschenkestrasse*. Auf einem Rundgange um die Stadt erfahren wir folgende Erlebnisse: In einem alten Bauernhause

an der Dampfschifflände in *Neumünster* „krachte es, wie wenn ein Windstoss das Haus ergriffen hätte"; Vorhänge und Blumentisch bewegten sich von E nach W; desgleichen in einem Hause in *Riesbach*. Im *Seefeld* wurden zwei wellenförmige, mehr horizontale als vertikale Stösse in der Richtung N-S bemerkt; von denselben war der zweite stärker als der erste. Ganz damit übereinstimmend lauten zwei Berichte aus *Hottingen*. In *Unterstrass* bewegte sich ein am Tische sitzender Beobachter dreimal, von W nach E schwingend, hin und her. Im *Selnau* hatte die Erschütterung die Richtung SSE-NNW, in der *Enge* S-N; dort beobachtete man noch ein „Knarren in den Fensterrahmen", an beiden Orten ein „Geräusch, wie beim Fallen eines schweren Körpers."

Die Intensität bewegte sich im allgemeinen zwischen III und IV; von den angegebenen Richtungen liegen alle in den Quadranten von W über NW nach N.

Auch im benachbarten *Höngg* wurde ein „*kräftiger* Ruck", „schräg von unten", in der Richtung NNE-SSW verspürt; „die Zimmertüre rasselte im Schlosse" und ein „dumpfes Gepolter" war gleichzeitig vernehmbar.

Wallisellen hat eine vereinzelte Wahrnehmung, bestehend in einem Zittern und Schwingen einer Magnetnadel, ohne dass die Boussole von einem Strome durchflossen war. Richtung unbestimmt, Intensität II.

21. *Am obern Zürichsee* befinden sich die Beobachtungsorte *Stäfa, Uznach, Lachen, Galgenen* und *Reichenburg*. An den beiden ersten Orten waren die Erschütterungen nur ganz schwach vom Grade II—III; in *Lachen* waren sie dagegen so intensiv, dass Blumenlampen und sogar ein „schwerer Geldschrank" von NW nach SE schwankten und ein Kanapee an die Wand schlug (Richtung des Stosses WNW-ESE). Nach einem zweiten Beobachter äusserte sich das Beben in einer „zweimaligen Wallung" von SW nach NE, „wie wenn das Haus einstürzen wollte." Die Erschütterungen bewirkten den nämlichen Eindruck, „wie wenn ein schwerer Eisenbahnzug den Bahnhof passirt." Die Intensität war also nahezu IV. Aus *Galgenen* und *Reichenburg* liegen keine weiteren Angaben über spezielle Beobachtungen vor.

22. Aus dem *Kanton Zug* stammen die Berichte aus der Stadt *Zug* und aus *Unterägeri*. Die Mitteilungen aus *Zug*

rühren von zwei Beobachtern her, welche beide auf der nordwestlichen Seite des am 5. Juli 1887 versunkenen Teiles der „Vorstadt“ wohnhaft sind und zwar der eine unmittelbar am Rande des Absturzgebietes, der andere zirka 300 m nordwestlich davon an der Chamerstrasse. In dem von der Einbruchstelle entferntern Gebäude erzitterten Bett und Schränke infolge eines Stosses von N (E) nach SW; an der Einbruchstelle selbst wurden drei schwächere Stösse von SSE nach NNW beobachtet, von denen der erste der empfindlichste war.

Auch in *Unterägeri* erfolgten „zwei bis drei Stösse rasch aufeinander“, so dass in den Wänden ein „leichtes Krachen“ hörbar war. Die Intensität war hier wie in Zug zwischen III und IV.

23. *Aarau und Umgebung* sind repräsentirt durch Berichte aus *Aarau* selbst, ferner aus *Küttigen, Biberstein, Wildegg, Lenzburg, Seon, Schöftland.* In *Aarau* und *Küttigen* war die Bewegung *wellenförmig* (Aarau, rechtes Aareufer W-E); so „klirrten die Gläser im Kasten“, „schwankte der Wein im Schoppen“ und „Lampen sowie Porträts gerieten in längere Schwingungen.“ Ganz übereinstimmend in Richtung und Natur der Bewegung lauten die Angaben aus *Wildegg* (Station und Schloss), während in *Seon* der Stoss mehr in „vertikaler“ Richtung, „nicht wellenförmig“ wahrgenommen worden ist. Dabei entledigten sich die Bäume ihres Duftes, klirrten die Fenster und krachte es in den Fugen. Auf die Erschütterung folgte ein „Rollen.“ Intensität IV. Die übrigen Orte und auch *Klingnau* konstatirten bloss die Wahrnehmung.

Aus dem Kanton Solothurn ist nur von *Olten* die Meldung einer ganz schwachen Erschütterung eingegangen.

24. In *Basel* hatten die Erschütterungen einen „wellenförmigen“, „schwankenden“ Charakter. Auf einen „kurzen Ruck“ folgte in der Sternengasse ein „leichtes Knacken der Wände und Rütteln der Türen.“ Der „Boden ging mehr abwärts als seitwärts“, dennoch erfolgte „ein leichtes Schwanken einer Pflanze in der Richtung SWg.S-NEg.N (N 33°40′E bis S 33° 40′ W). In der St. Albanvorstadt schwankten die Pflanzen von SW nach NE, und in derselben Richtung pendelten die hängenden Handgriffe eines schweren Schreibtisches. Die Intensität scheint dem Grade IV am nächsten gewesen zu sein.

25. Das Erdbeben überschritt die natürliche Grenze zwischen dem Grossherzogtum Baden und der Schweiz nicht nur am Bodensee, sondern auch am westlichen Laufe des Rheines und erstreckte sich bis tief in den *Schwarzwald* hinein. Die Wirkungen waren jedoch nur in den tiefsten Lagen speziell auf der Strecke *Hauenstein-Waldshut* so stark, dass sie in Bewegungen grösserer Gegenstände bestanden und daher zuverlässigere Richtungsbestimmungen zuliessen. In *Hauenstein, Albbruck, Kiesenbach, Dogern, Hohenfels* bei Waldshut und *Waldshut* selbst erzeugte ein „stossartiger Ruck" in der Richtung NW-SE ein „Zittern" der Häuser und „Klirren" der Fenster und Gläser. In *Alb-Albbruck* wurde ein „Beobachter in die Höhe geworfen", und der „Drahtseilbock der Fähre erschüttert"; in *Kiesenbach* zitterten „Ofen und Türen"; in *Dogern* „schlug der Lampencylinder an die Glocke", „schwankten die Gewichte der Uhr" und die „Türe des Zimmers hin und her" und in *Hohenfels* kam „eine Uhr an der NW-Wand" zum Stehen. Die Intensität war somit auf der ganzen Linie IV. Nördlich vom Rheine finden wir die Beobachtungsorte meistens in den zum Rheine abfallenden Tälern. An der *Alb* wurde das Beben von *Niedermühle* fast bis nach *St. Blasien* (exclus.) hinauf verspürt, daneben in *Ellmenegg, Altlisberg, Höchenschwand, Häusern* und *Rüttiwies,* ferner in *Schmitzingen* und *Waldkirch,* in *Witznau* und *Berau* an den Flüsschen *Schwarza* und *Schlücht,* in *Uihlingen* an der obern Schlücht und schliesslich in *Brunnadern* in der Nähe Bonndorfs. In diesen höher gelegenen Orten bestanden die Wahrnehmungen fast ausschliesslich in einem „leichten Erzittern des Bodens" und einem „donnerähnlichen Rollen von W nach E"; letzteres wurde auch an den Ufern des Rheines gehört.

An den Grenzorten des Erdbebengebietes *Kandern, Endenburg,* am *Schöttleberg,* sowie in dem nördlichsten Punkte *Todtnau* war die Intensität im Verschwinden begriffen.

26. In *Würtemberg*[1] verteilen sich die Beobachtungsorte zu beiden Seiten der *schwäbischen Alb.* Nordwestlich davon liegen *Burgstall, Stuttgart, Esslingen, Hohenheim* und *Tübingen.* In *Burgstall* erfolgte zuerst ein Rollen, dann ein Stoss, der

[1] Die ausführlichen Berichte befinden sich in der schon im Eingange angeführten „Uebersicht über die in Würtemberg . . . ." von Dr. H. Eck.

die Sessel zum Wanken, die Klaviersaiten zum Tönen, die Feder der Wanduhr zum Klingeln und das Porzellangeschirr zum Klirren brachte. Nach diesen Erschütterungen verhallte das Rollen in südöstlicher Richtung. Es war somit die Bewegung *schwankender* Natur, von der Intensität III—IV und der Richtung NW-SE.

Die Berichte aus *Stuttgart* weisen grösstenteils auf „wellenförmige, hin- und herschwingende, schwankende" Bewegungserscheinungen. Spezieller lauten die folgenden Angaben: „ein Schwanken des Hauses, wie wenn der Telephonsteg gerüttelt worden wäre", „zuerst ein leises Zittern, dann starke Erschütterung des ganzen Hauses, wie wenn es in die Höhe gehoben worden wäre", „ein Stoss, wie wenn plötzlich das Haus sich senkte", „ein Ruck von der Seite." Die dabei zu Tage getretenen Vorgänge bestanden in Schwankungen von Wänden und daran hängenden Glasphotographien, Schwingungen von Hängelampen, Erzittern von Blumen und Klirren von Gläsern. Der Untergrund wird nur von einem Beobachter bestimmt angegeben und zwar „Lehm und Keupermergel." In einem auf Keupermergel erbauten Gebäude verspürte man einen vertikalen Stoss ohne Bewegung an Gegenständen; dagegen war derselbe begleitet von einem „Aechzen des Gebälkes." Die schwankenden Bewegungen hatten überwiegend westöstliche Richtung, speziell lauten die Angaben ESE-WNW (zweimal), SE-NW und E-W (Mittelrichtung ESE-WNW). Zwei Angaben konstatiren N-S, die eine basirt auf das „Zittern des Telephonsteges", die andere auf die „2 mm grosse" Amplitude eines Seismometers, das im Souterrain des Realschulgebäudes postirt ist. Herr Professor *A. Schmidt* berichtet selbst an Herrn Dr. *Eck:* „Keines meiner verschiedenen Seismometer deutete (am 7. Januar) auf einen ausserordentlichen Vorfall, insbesondere fand keine Auslösung der in ordnungsgemässem Zustande befindlichen elektrischen Leitung zur Pendeluhr statt. Bei einer vertikalen Schwankung von 1 mm hätte die Uhr ausgelöst werden müssen. In Uebereinstimmung damit zeigte das vertikal schwingende Pendel nur einen Ausschlag von 3 mm, was einer Bodenhebung bezw. -Senkung um $^1/_2$ mm entsprechen würde. Das ostwestliche Horizontalpendel war ganz unverändert, das nordsüdliche zeigte schwach 2 mm Ausschlag, entsprechend einer nord-

südlichen Erschütterung von $^1/_3$ mm Amplitude. Ausschläge von diesem Betrage zeigen übrigens die Pendel auch von Zeit zu Zeit, ohne dass ein Erdbeben als Ursache bekannt würde; wie mir scheint, ist zum Teil die Erwärmung des Gestells durch die an hellen Tagen in das Lokal eindringenden Wärmestrahlen die Ursache solcher kleiner Verschiebungen der Marken. Allerdings sind diese kleinen Verschiebungen beim Vertikalpendel seit der Verbindung desselben mit einem dünnen elektrischen Leitungsdraht seltener geworden, als sie früher waren (jetzt in etwa 4 Wochen einmal). Als Resultat der Angaben meiner Seismometer ergibt sich, dass der Boden des Souterrains des Realgymnasiums bei dem Erdbeben vom 7. Januar eine vertikale Erschütterungsamplitude von $^1/_2$ mm und eine nahe nordsüdliche Erschütterungsamplitude von $^1/_4$ bis $^1/_3$ mm gezeigt hat. In dem Kellerraum des statistischen Landesamts wurde keine Veränderung des Seismometers wahrgenommen.“ Aus dem Umstande, dass einerseits Herr Prof. A. Schmidt oben selbst schreibt, dass die Pendel Ausschläge von diesem Betrage von Zeit zu Zeit auch zeigen, ohne dass ein Erdbeben als Ursache bekannt würde, und anderseits Herr Dr. Eck (a. a. O.) die Mitteilung macht: „von den im Erschütterungsgebiete verteilten Lasaulxschen Seismochronographen hat keiner funktionirt“, scheint mir hervorzugehen, dass obige Angabe der Amplitude nicht mit Sicherheit dem Beben zugeschrieben werden kann und dass die in Würtemberg aufgestellten Seismographen mit unsern schweizerischen das gemein haben, dass sie im gegebenen Falle meistens nicht funktioniren.

In *Esslingen, Hohenheim* und *Tübingen* waren die Wahrnehmungen ganz ähnlicher Art, die Bewegungen vorherrschend horizontal und von der Stärke III—IV. Für *Esslingen* und *Tübingen* wird die Richtung SW-NE, für *Hohenheim* aus den Schwankungen eines grossen Christbaumes W-E angegeben.

Auf der Südostseite der schwäbischen Alb sind auf würtembergischem Gebiete Erschütterungen verspürt worden in *Ulm, Laupheim, Oberstadion, Warthausen, Biberach, Buchau, Steinhauser Ried, Königseggwald, Waldsee, Wolfegg* und *Friedrichshafen.* Auch die Berichte dieser Seite zeigen eine auffallende Uebereinstimmung, sowohl was die Natur des Unter-

grundes, als die Art der Bewegung, Richtung und Intensität anbelangt. Die erstere ist entweder Lehm, Torf, Sand oder Schutt und Rollkies, die Bewegung „wellenförmig, wie bei einer Nachenfahrt bei unruhiger See“, „schaukelnd“ oder „senkend.“ Dabei bewegten sich Fussböden, Tafeln, Kommoden, Vorhänge, Schränke, Gipsfiguren; es klirrten Fenster und Glasgeschirr, auch ächzten stellenweise Stubenböden und Zimmerwände. Am stärksten traten die Erschütterungen auf in den Schlössern *Wolfegg* und *Warthausen;* ersteres steht auf Moränenschutt und auch letzteres besitzt lockern Untergrund, der schon wiederholt Missstände d. i. Risse in den 1—2 1/4 m dicken Mauern zur Folge hatte. Auf Schloss *Wolfegg* erfolgte ein Ruck von unten nach oben, so dass die Möbel schwankten, „ein Plafond herunterfiel und dabei 4 Sessel zusammenschlug“, ein Hund aufgeschreckt vom Sessel sprang und unruhig wurde (Intensität VI—VII [?]); auf dem Schlosse *Warthausen* ereignete sich ein Anprall, wie wenn der Sturmwind Fenster und Türen aufgerissen hätte, dass Kästen wackelten und in den Wänden ein erschreckendes Krachen hörbar war. Weder im Tale, noch im Pfarrhause eines nahen Felsvorsprunges, noch in *Oberwarthausen* wurde etwas verspürt. In *Ulm, Waldsee, Wolfegg, Buchau, Königseggwald* war die Richtung W-E, in *Laupheim* und *Warthausen* SW-NE. Auf dem *Gigelburgturm zu Biberach,* der auf tertiärer Nagelfluh erbaut ist, sind zwei Stösse im Zwischenraum von 2—3 Sekunden verspürt worden; der erstere, stärkere, verursachte ein Schwanken und Zittern und warf den Beobachter 20—30 cm vom Fenster weg. Richtung NW-SE.

Die Intensität bewegte sich vorherrschend zwischen III und IV, und auf *Warthausen* zwischen IV und V; auf *Wolfegg* müsste sie nach der Skala wohl auf VI—VII gesetzt werden; da aber der vorherige Zustand des Plafonds unbekannt ist, so ist diese Taxirung sehr unsicher. An den meisten Orten war ein Geräusch vernehmbar. In *Burgstall* ein „Rollen *vor* und *nach* dem Stoss“, in *Hohenheim* ein „dumpfes Gepolter aus der Tiefe“, in *Tübingen* „ein Rollen *nach* der Erschütterung“, in *Biberach* „erst Rollen“, in *Wolfegg* ein „Brausen *nach*“ und im Schlosse *Königseggwald* ein „Brausen *mit* dem Rucke.“

In *Hundersingen* (Alluvium) öffnete sich eine Türe von W nach E, ohne dass ein Stoss verspürt worden wäre, und in *Urach* scheint ein Stoss ohne Bewegungen wahrgenommen worden zu sein.

II. Teil.

Kritische Bearbeitung des Beobachtungsmaterials.

(Hiezu eine Karte.)

Die geographische Ausbreitung des Erdbebens.

Die vom Erdbeben überstrichene Fläche umfasst die Grenzgebiete dreier Nachbarstaaten, nämlich des Grossherzogtums *Baden,* des Königreichs *Würtemberg* und der *Schweiz.* In der Schweiz erstreckt sich die Fläche über die Kantone *Thurgau*, *St. Gallen, Appenzell, Schaffhausen, Zürich* und *Aargau* ganz, die Kantone *Schwyz*, *Zug, Solothurn* und *Basel* abgrenzend nur teilweise. Die Südgrenze des Schüttergebietes zieht sich von *Altstätten* (im Rheintale) über *Weissbad* (bei Appenzell) nach *Nesslau* (im obern Toggenburg), von hier nach *Reichenburg* (am Nordfuss des Stockberges) und *Unterägeri* (im Kanton Zug); *sie fällt also zusammen mit dem Nordrand der Alpen.* Die Orte *Netstall, Ennenda* und *Leuggelbach* (im Linthtale), *Sargans* (und *Chur*), ebenso *Airolo* und *Olivone* im Tessin sind als *Isolationspunkte* (nicht als Ausläufer) zu betrachten. Die Westgrenze verbindet die Orte *Zug*, *Schöftland, Olten* und *Basel.*

Der nordwestliche Teil des Erdbebengebietes gehört dem *Schwarzwalde* an. Aus den vom Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogtum Baden zuvorkommendst zur Benützung überlassenen Berichten geht hervor, dass sich die Erschütterungen nordwest- und nordwärts bis nach *Kandern*, *Todtnau, Brunnadern* bei Bonndorf ausgebreitet haben. Von Brunnadern geht die Grenze nach *Schaffhausen,* dann dem Rheine nach *aufwärts* nach *Stein, Steckborn,* von hier über die Insel *Reichenau* und über *Wollmatingen* nach der Insel *Mainau,* um sich von hier aus in nördlicher Richtung

über *Ueberlingen* nach *Menningen* und dann ins Würtembergische zu erstrecken. In den Aemtern *Freiburg, Donaueschingen, Singen,* auf der Landzunge zwischen *Radolfszell* und *Konstanz* (Wollmatingen ausgenommen), ferner in *Stockach* und *Ludwigshafen* sind nach offiziellen Berichten *keine* Erschütterungen wahrgenommen worden.

Aus der von Herrn Prof. Dr. *H. Eck* in *Stuttgart* im „Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Würtemberg" veröffentlichten „*Uebersicht über die in Würtemberg und Hohenzollern in der Zeit vom 1. März 1888 bis zum 28. Februar 1889 wahrgenommenen Erschütterungen*" geht hervor, dass sich von *Menningen* bei Messkirch aus die Grenzlinie noch rein nördlich nach *Tübingen, Stuttgart* und *Burgstall*, dem nördlichsten Punkte, hinaufzieht, sich dann südostwärts nach *Ulm* wendet und hierauf in südlicher Richtung nach *Laupheim, Warthausen, Biberach, Steinhauser Ried, Waldsee, Wolfegg* und *Friedrichshafen* verläuft. Nicht mehr wahrgenommen wurde das Beben in Wangen, Isny, Kisslegg, Leutkirch, Schloss Zeil, Ochsenhausen, Erolzheim, Schwendi, Wain, Gingen an der Brenz, Heidenheim, Gerstetten, Geisslingen, Wiesensteig, im Remstal von Fellbach aufwärts, in Heilbronn und Maulbronn. Das ganze Gebiet nördlich vom Bodensee bildet einen langgestreckten Streifen, dessen Axe *Friedrichshafen-Burgstall* eine Länge von zirka 140 km besitzt und dessen grösste Breite zirka 70 km beträgt.

Auf Schweizergebiet sind östlich noch die am südlichen Bodenseeufer gelegenen Grenzorte *Uttwil, Romanshorn, Arbon, Horn, Rorschach, St. Margrethen* zu nennen.

Nach den Mitteilungen der k. b. Meteorologischen Centralanstalt in München und dem physikalischen Institute an der Universität Innsbruck sind weder in *Bayern* noch im *Vorarlbergischen* Wahrnehmungen des Erdstosses gemacht worden.

In dem erdbebenreichen *Italien* habe ich die Nachfragen bis nach Neapel ausgedehnt. Aus *Oberitalien* lauten die Antworten der Vorstände der meteorologischen, erdmagnetischen und seismometrischen Observatorien des Prof. *Schiaparelli* in Mailand und *P. J. Denza* auf Moncalieri bei Turin *verneinend.*

Nach Prof. *de Rossi,* Direktor des geodynamischen Observatoriums in *Rom*, ist an den dortigen sehr feinen seismographischen Instrumenten am 7. Januar, Morgens 7 Uhr

41 Min. 30 Sek. (m. Z. i. R.) oder 8 Uhr 1 Min. 39 Sek. (m. Z. i. R.) ein leichter Stoss registrirt worden. Andere leichte Stösse wurden in *Rom* und *Umgebung* an den vorhergehenden und nachfolgenden Tagen aufgezeichnet. Die Intensitätskurve zeigt am 4. und 10. Januar *Maxima,* am 7. und 8. Januar jedoch gerade ein *Minimum.* Die Instrumente waren allerdings beunruhigt; es soll sich jedoch „diese Erscheinung erfahrungsgemäss fast regelmässig beim Verlaufe seismographischer Stürme einstellen."

Vom *Observatorium am Vesuv* hat Prof. v. *Palmieri* über das Verhalten des *Vesuvs* in der ersten Dekade des Januars nachfolgenden Bericht ausfertigen lassen: „Vom 1. Januar an zeigte sich der Krater des Vesuvs lebhafter. Aus dem Innern hörte man ein Geräusch, ein starkes und häufiges Gebrüll. Auch der Seismograph zeigte sich lebhafter. Am 6. kam neue Lava, das Auswerfen glühender Projektile durch den Krater und das Getöse im Innern waren im Zunehmen begriffen. Am 7. hielt die Tätigkeit des Kraters in gesteigertem Grade an; in der Nacht erfolgte ein vertikaler Stoss und die Lava begann wieder zu fliessen. An den folgenden Tagen war die Aktivität eine verminderte."

Das ganze Erdbebengebiet hat mit Ausschluss der Isolationspunkte Sargans (Chur), Netstall, Ennenda, Leuggelbach, Airolo und Olivone nach planimetrischer Messung eine Ausdehnung von *15000* km^2 oder abgerundet 270 geographische Quadratmeilen. Die Verteilung der Beobachtungsorte ist jedoch auf diesem Gebiete keineswegs gleichmässig. Im Schwarzwalde sind die Punkte ziemlich weitläufig zerstreut; am dichtesten liegen dieselben in diesem Rayon am Rheine zwischen *Hauenstein* und *Waldshut,* im obern *Albtale* und in den Tälern der *Schlücht* und *Schwarza. Basel* steht ganz vereinsamt da; aus dem *Baselland* und dem zwischen *Aare* und *Rhein* gelegenen Teile des Kantons Aargau wurden die Anfragen im verneinenden Sinne beantwortet. Die Beobachtungen im Kanton *Aargau* stammen fast einzig aus der Umgebung von *Aarau* selbst, von *Küttigen* und *Biberstein* am linken und *Wildegg* am rechten Aareufer, ausserdem von *Schöftland, Seon* und *Lenzburg.* In der Umgebung des *Hallwiler-* und *Baldeggersees,* von *Muri* und den NNW-wärts verlaufenden Tälern der *Reuss* und *Limmat* sind die Erschütterungen nicht verspürt worden.

Im Kanton *Zug* treten nur der Hauptort selbst und *Unterägeri* auf. Der Kanton *Zürich* ist in seinem westlichen Teile nur *schwach* beteiligt; sowohl die nächste Umgebung von *Regensberg* auf der *Lägern* als der westlich vom Zürichsee gelegene Kantonsteil sind ohne Meldungen geblieben, während *Zürich* selbst sehr zahlreich mit solchen auftritt und gegen Osten hin die Dichte der Beobachtungspunkte auffallend zunimmt. Im *Thurgau jedoch, sowie in den Kantonen St. Gallen und Appenzell war die Wahrnehmung eine buchstäblich allgemeine.* Die kartographische Aufzeichnung lässt hier ganz deutlich *einen keilförmigen Streifen grösster Dichte erkennen, dessen Grenzen nahezu geradlinig sind, westlicherseits mit dem Toggenburg* und *Murgtale,* und *ostwärts mit der Verbindungslinie St. Gallen, Amrisweil, Konstanz nahe zusammenfallen.* Im Norden ist dieser Streifen begrenzt durch den Untersee und Rhein, im Süden durch den Nordfuss der *Säntiskette.* Die Westgrenze ist weit augenscheinlicher als die Ostgrenze und verläuft zum Teile in den oben genannten Tälern, zum Teile auf den anstossenden Anhöhen; die Grenzorte selbst heissen *Ebnat, Wattwil, Lichtensteig, Mosnang, Oberdussnang, Tuttwil, Aadorf, Aawangen, Gerlikon* und *Frauenfeld.* Bestimmt man mit Hülfe der Methode kleinster Quadrate diejenige Gerade, welche sich den genannten Punkten am engsten anschmiegt, so ergibt sich, dass dieselbe die Orte *Tuttwil* und *Oberdussnang* verbindet und zwischen *Lichtensteig* und *Wattwil* hindurch geht; ihre Richtung ist N 30° 30′ W. Die *Ostgrenze* des Streifens geht durch *Meersburg* a. B. und hat die Richtung N 21° W. Der von den beiden Grenzlinien eingeschlossene Winkel ist 9° 30′; die Mittellinie geht durch *Weinfelden* und *Urnäsch* und besitzt die Lage N 25° 45′ W.

Werfen wir einen Blick auf die orographischen Verhältnisse des Erdbebengebietes, so finden wir, dass auf der ganzen Westseite die Täler und Flussläufe vorherrschend meridionale Richtung besitzen, genauer ausgedrückt von SSE nach NNW verlaufen, und dass gerade der Streifen grösster Dichte von mehrern hintereinander liegenden Tälern mit äquatorialer Axe durchzogen ist; es sind dieses das *untere Thurtal* von Frauenfeld bis Bürglen, das *Lauchetal* von Mazingen bis Märwil, das *obere Thurtal* von Rickenbach bis Bischofszell und das *Sittertal* bei St. Gallen. In dem Streifen

grösster Dichte kommen auf eine Quadratmeile vier *Beobachtungsorte*, während in dem übrigen Teile der Schweiz und des Schwarzwaldes durchschnittlich nur auf je zwei Quadratmeilen ein Ort fällt, aus welchem ohne vorherige Anfrage Berichte eingelaufen sind. Auch nordwärts vom Bodensee ist die Dichte der Meldepunkte oder Beobachtungsorte nur gering, und zwar noch geringer als in der Schweiz und im Schwarzwald. Die Verbindungslinie der äussersten Punkte der Wahrnehmung umschliesst eine Fläche von zirka 5800 km oder 105 geographischen Quadratmeilen, auf welcher 20 Beobachtungspunkte zerstreut liegen; demnach kommt auf je 5 Quadratmeilen nur *ein* Meldepunkt. Die Dichte innerhalb des Streifens ist also *achtmal* bezw. *zwanzigmal* grösser als ausserhalb. Dieses Verhältnis führt zu dem Schlusse, *dass die Bewegung der obern Erdschichten derart war, dass dieselbe in Gegenden mit äquatorial verlaufenden Tälern häufiger zu Tage treten musste, als in solchen mit meridionaler Richtung.*

Ueber die Intensität der Erschütterungen.

Die Beurteilung der Stärke der Erschütterung geschah nach der von Herrn *M. de Rossi* in Rom und der *schweizer. Erdbebenkommission* vereinbarten Intensitätsskala, welche am Eingange der Abhandlung angeführt ist. Bei den niedern Intensitätsgraden macht die Einreihung keine Schwierigkeiten; bei der Beurteilung der stärkern Erschütterungen stellten sich jedoch sehr oft Unentschiedenheiten und nicht selten ein Gefühl der Ueberschätzung der Wirkung ein, wenn man auch den richtigen Grad gefunden zu haben glaubte. Als die beträchtlichsten der beobachteten Wirkungen sind nach der Skala die Beschädigungen an Bauwerken anzusehen. Solche sind vorgekommen in *Niederuzwil* im Thurtal, *Zezikon* im Lauchetal und in *St. Gallen*. In Niederuzwil erhielt eine westliche Feuerwand einen Riss, im Schulhause in Zezikon sind in den meisten Scheidewänden des untern, *massiv gebauten* und obern *geriegelten* Stockwerkes Risse in vertikaler und horizontaler Richtung entstanden und in St. Gallen zeigte sich an einer nördlichen Mauer ein Sprung; demnach wäre für diese drei Orte der Intensitätsgrad VIII. Dennoch scheint mir der Grad VII hoch genug gegriffen zu sein, obschon darin bemerkt ist

„noch keine Beschädigung an Bauwerken“, denn anderseits ist kein „Anschlagen von Kirchenglocken“ eingetreten. In Niederuzwil und Zezikon gehört der Grad VII infolge des allgemeinen Schreckens den ganzen Ortschaften an; in St. Gallen dagegen nur einem Hause der St. Leonhardstrasse, während sich die Intensitäten der andern Stadtteile zwischen IV und V bewegen, so dass die beiden andern Orte etwas im Vorrange sind. Unser Erdbebengebiet hat also kein ausgesprochenes, oberflächliches Intensitätszentrum, denn zwischen Zezikon, Niederuzwil und St. Gallen liegen noch die Stärken III, IV, V und VI scheinbar unregelmässig zerstreut.

Schädigungen geringerer Art zeigten sich in *Affeltrangen* bei Zezikon, wo bereits vorhandene Mauerrisse vergrössert worden sind, in *Kreuzlingen*, wo „ein Riss im Besenwurf“ entstanden ist, und auf Schloss *Wolfegg* in Würtemberg, wo ein Plafond herunterfiel. Es wäre möglich, dass die letztere Wirkung unterschätzt ist, dagegen könnte das Umgekehrte auch der Fall sein; denn unter Umständen bedarf es einer intensivern Erschütterung, um ein Gipsstück von der Decke abzulösen, als einen ganzen Plafond zu Falle zu bringen. Daneben sprechen aber das Aufschrecken von schlafenden Hunden in Kreuzlingen und auf Wolfegg dafür, dass die Intensität beiderorts annähernd dieselbe war, nämlich VI—VII.

Den Stärkegrad VI finden wir an einer grössern Anzahl von Orten, nämlich in *Mauren* am Südostfuss des Ottenberges (Thurtal), in *Lommis* (im Lauchetal), *Wängi* (im Murgtal), *Wil* (im Schnittpunkt des Thur- und Murgtales), *Henau* (im Thurtal), *Flawil*, *Gossau* und schliesslich in *Ebnat* (Toggenburg). An allen diesen Orten trieb das Krachen und Poltern in den Häusern die Leute aus ihren Wohnungen ins Freie.

Die Intensität V besitzen *Konstanz, Emmishofen*, *Oftershausen,* dann *Mettlen*, *Istighofen, Bürglen, Amriswil, Andwil, Wolfertswil, Degersheim, Herisau* und *Münchwilen,* wo überall die Wahrnehmungen allgemein von der ganzen Bevölkerung gemacht worden und grössere Gegenstände in Bewegung geraten sind.

Der Grad IV ist über das ganze Erdbebengebiet zerstreut; derselbe bildet vorherrschend die westliche und östliche Grenze des Streifens maximaler Dichte. Die Orte des fraglichen Ranges sind *Frauenfeld, Gerlikon*, *Huzenwil*, *Aadorf,*

Tuttwil, Oberwangen (Dussnang), *Bazenheid, Lütisburg, Gantterswil, Mosnang, Bütschwil, Lichtensteig, Wattwil, Appenzell, Teufen, Gais, Engelburg, Wittenbach, Romanshorn, Engishofen, Sommeri;* wir finden die Intensität IV ferner auf den Höhen des Seerückens in *Kalchrain, Engwilen, Sonterswilen, Neuwilen* und des Nollens in *Hosenruck* und *Gäbris,* dann auch allgemein in dem Tälchen zwischen dem Seerücken und dem Ottenberg, in *Hugelshofen, Schlatt, Todtnacht, Aufhäusern* und *Beckelswilen,* auch im untern Thurtale bei *Müllheim, Engwang, Märstetten, Mettendorf,* auf dem Immenberge in *Wetzikon* und *Wolfikon,* im obern Thurtale in *Bischofszell, Hauptwil, Sorenthal.* Westlich vom Streifen maximaler Dichte begegnen wir der Intensität IV in den Tälern der Töss und Jona, nämlich in *Gibswil, Wald, Rüti* und *Bäretswil,* am obern Zürichsee in *Lachen,* am untern in *Zürich* selbst, ferner in *Kempthal, Winterthur, Bülach, Rheinau, Schaffhausen,* dann in *Zug, Aarau, Seon* (IV—V), *Wildegg* und schliesslich in den am Rheine gelegenen Orten *Hauenstein, Alb-Albbruck, Kiesenbach, Dogern, Waldshut, Hohenfels* und *Basel.* Im nördlichen Teile des Erdbebengebietes d. i. in den nördlich von Konstanz und dem Bodensee gelegenen Gebieten von *Baden* und *Würtemberg* sind meistens Meldungen mit der Intensität IV und zwar *Meersburg, Nusdorf, Deisendorf, Ueberlingen, Wollmatingen, Mainau, Waldsee, Königseggwald, Steinhauser Ried, Buchau, Warthausen* (IV—V), *Biberach, Oberstadion, Laupheim, Tübingen, Esslingen, Hohenheim, Stuttgart, Burgstall.*

Die Intensitäten III und II finden sich an den Grenzlinien und Isolationspunkten; es sind die Orte *St. Margrethen, Altstätten, Sargans* (II), *Chur* (II), *Weissbad* (II), *Nesslau* (II), *Uznach* (II), *Stäfa, Netstall, Glarus, Leuggelbach, Reichenburg, Galgenen, Aegeri, Lenzburg, Schöftland, Olten,* alle Orte im Schwarzwald mit Ausnahme derjenigen am Rheine, ferner viele Uferorte am Untersee und Bodensee, nämlich *Stein, Steckborn,* die Insel *Reichenau, Altnau, Uttwil, Arbon, Horn, Rorschach,* dann *Pfullendorf, Mengen, Menningen, Rulfingen, Hundersingen, Ulm* und *Friedrichshafen.* Im Innern des Erdbebengebietes haben die Grade III und II *Homburg* (höchster Beobachtungspunkt auf dem Seerücken), *Weinfelden, Braunau* (auf dem Höhenzug des Nollen), *Thundorf, Kirchberg, Rüti, Wellenberg* auf dem Stähelibuck, *Bernhardszell,*

Trogen, Schönengrund, Urnäsch, ferner *Bauma, Mörsburg* bei Winterthur und *Wallisellen*. Zu dieser Intensität gehören schliesslich die jenseits der Alpen gelegenen Punkte *Airolo* und *Olivone*.

Es ist selbstverständlich, dass diese Gradzahlen keinen Anspruch machen können auf absolute Genauigkeit, nichtsdestoweniger liefern die relativen Werte Anhaltspunkte zur Beurteilung und Vergleichung der Wirkungen sowohl an Nachbarorten als im ganzen Erschütterungsgebiete überhaupt.

An den südlichen Ufern des Untersees und Rheins von Stein bis Konstanz finden wir die Intensitäten III, IV, V und VI, auf dem Seerücken nur III und IV, im Thurtale von Frauenfeld bis Bürglen wieder III, IV, V und VI, auf den Höhenzügen des Immenberges und des Nollens nur III und IV, im Lauchetal VI und VII, zwischen dem Nollenberg und der Tuttwilerhöhe V und VI, auf der Tuttwilerhöhe selbst IV, im Thurtale zwischen Wil und Bischofszell, sowie am Nordfusse der Säntisvorberge bis St. Gallen V, VI und VII. *Daraus folgt in erster Linie, dass sich das Erdbeben in den Tälern stärker äusserte, als auf den anstossenden Bergeshöhen.* Für diese Behauptung finden wir auch Belege ausserhalb des Streifens grösster Dichte und Intensität; so waren beispielsweise die Erschütterungen in Zug stärker als in Unterägeri, in Dynhard und Winterthur stärker als auf der Mörsburg, in Rorschach, St. Margrethen und Altstätten bedeutender als in Heiden und Trogen, und in sämtlichen Höhenstationen des Schwarzwaldes weit geringer als in den Ortschaften am Rheine von Hauenstein bis Waldshut. Die kräftigsten Wirkungen fallen in die Mitten der Talsohlen der Lauche und der Thur, die nächst niedrigen Grade in die Täler zwischen Ottenberg, Nollen, Immenberg, Tuttwilerhöhe und den Vorbergen des Säntis. Dazu kommen Kreuzlingen, Konstanz und Emmishofen am Nordfuss des Seerückens und Ebnat an derjenigen Stelle des Toggenburges, wo das Tal eine Biegung aus der nord-südlichen in die nordwest-südöstliche Richtung macht. Das Erdbebengebiet hat also drei Stellen grösster Intensität, die in Tälern mit westöstlicher Axenrichtung liegen. Ueberall, wo eine grössere Anzahl von Beobachtungspunkten oder höhere Intensitätsgrade auftreten, lehnt sich eine Talsohle an eine Berghalde mit *äquatorialer Richtung*. Man berücksichtige

die Lage der Talstrecken *Hauenstein-Waldshut, Aarau-Wildegg* und vorab die Täler des Streifens grosser Dichte. In den Gebieten ausserhalb des besagten Streifens haben die meisten Täler meridionale Richtung; sie sind arm an Beobachtungspunkten und von niedern Intensitätsgraden. Das Beobachtungsmaterial lehrt daher 1) *dass der Streifen grösster Dichte gleichzeitig auch ein Streifen grösster Intensität ist,* 2) *dass unser Erdbebengebiet kein eigentliches Epicentrum besitzt* und 3) *dass die Orte maximaler Intensität in Tälern von äquatorialer Axenrichtung liegen.*

Die Bewegung der obern Erdschichten muss eine derartige gewesen sein, dass die heftigsten Erschütterungen in Tälern von annähernd west-östlicher Richtung zu Tage treten mussten.

Ueber die Richtung.

Die Richtungsangaben können nur dann als einigermassen zuverlässig anerkannt werden, wenn dieselben auf Verschiebungen von Möbeln oder auf denselben befindlichen Gegenständen, auf Schwingungen leicht beweglicher Objekte wie Bildertafeln und Hängelampen, auf Schwankungen von Flüssigkeiten in Gefässen, auf Bewegungen von Türen und Fenstern, auf dem Stehenbleiben von Uhrpendeln basiren, und auch dann sind sie in den meisten Fällen nur näherungsweise richtig, ausser es habe sich der Beobachter die Mühe genommen, die Magnetnadel zur Orientirung zu Hülfe zu nehmen. Die aus diesen Angaben gezogenen Schlüsse werden der Wirklichkeit um so mehr entsprechen, je günstiger die Umstände im Momente des Beobachtens gewesen sind. Im vorliegenden Falle müssen diese als vorteilhaft bezeichnet werden. Eine grosse Zahl von Beobachtern sass schreibend am Tische oder Pulte, andere erwarteten lesend oder auf dem Lehnsessel oder Kanapee ausruhend auf die mittäglichen Ueberraschungen der Hausfrau, während ein weiterer Teil sich bereits zum Mittagsmahle hingesetzt hatte. Entschieden darf diesen Angaben ein grösseres Gewicht beigelegt werden, als wenn das Beben zu einer Zeit erfolgt wäre, in welcher der grösste Teil der Bevölkerung der Berufstätigkeit die volle Aufmerksamkeit zugewendet hätte. Nur in wenigen Fällen war es möglich, die Richtung anzugeben, in welcher die

Bewegung an den Beobachter herangerückt ist, meistens konnte nur die Lage der Schwingungsebene ermittelt werden; die nachfolgenden Angaben bezeichnen also nur die Schwingungsrichtung und nicht die Richtung des Anstosses.

Wirft man einen Blick auf die kartographisch eingezeichneten Richtungen, so ist es auffällig, dass besonders *drei* vorherrschend vertreten sind, nämlich N-S, W-E und NW-SE; ferner gibt es auch Orte, deren Beobachter einen *rein vertikalen* Stoss „ohne Schwankungen", „nur mit Heben und Senken", oder „anhaltendem Zittern" betonen. Ausserdem kommen aber auch Punkte mit verschiedenen und zwar sogar rechtwinkligen Richtungsangaben vor. Während jedoch der erste Anblick den Eindruck eines ziemlich hochgradigen Durcheinanders hervorbringt, ordnen sich die Linien bei Berücksichtigung der orographischen Verhältnisse in einfacher Weise.

Nachdem bis dahin der Streifen maximaler Dichte und Intensität das Interesse in erhöhtem Masse auf sich vereinigt hat, sollen nun auch die Richtungsverhältnisse dieses Gebietes zuerst in Betracht gezogen werden.

Der Streifen grösster Dichte und Intensität weist vorherrschend die meridionalen und äquatorialen Richtungen auf. Die Richtung N-S besitzen Steckborn, Emmishofen, Egelshofen, Oftershausen, Berg, Mattwil, Mauren, Oberhard (bei Weinfelden), Mettlen, Märstetten, Frauenfeld (auch NW-SE, von fünf verschiedenen Beobachtern), Thundorf, Gerlikon, Tuttwil, Aadorf, Bischofszell, Oberuzwil; W-E haben Ermatingen, Konstanz, Kreuzlingen, Oberbussnang, Istighofen, Andwil, Uttwil, Wängi, Münchwilen, Wil, Oberwangen, Gais und Appenzell;[1] mehrere Richtungen wurden beobachtet in Sulgen (N-S und W-E), Amriswil (N-S, NW-SE und W-E), Herisau (N-S, NE-SW und vertik. Stoss), Oberhofen (N-S und W-E), Niederuzwil (N-S, W-E und vertik. Stoss), St. Gallen (N-S, NNE-SSW, W-E und vertik. Stoss) und Teufen (N-S und W-E).

Die Orte mit nord-südlicher Richtung liegen fast ausschliesslich auf Berghöhen oder direkt am Fusse von Bergmassen, während diejenigen mit west-östlicher Richtung mehr

---

[1] NW-SE St. Margarethen, Andwil bei St. Gallen und Ebnat (im Toggenb.), NE-SW Stein a. Rh., nur *vertikale* Stösse *Zezikon* und Affeltrangen.

auf freiem Talgrunde angetroffen werden. So haben Emmishofen und Egelshofen die Richtung S-N, Kreuzlingen und Konstanz W-E, Oftershausen, Berg, Mattwil, Mauren, Oberhard, Märstetten *auf dem Seerücken,* bezw. *am Südfuss* desselben S-N, dagegen Oberbussnang und Istighofen in der Mitte der Talsohle W-E, ferner auf den Höhen von Gerlikon, Tuttwil, Oberuzwil und Herisau N-E, und etwas entfernt von den Bergabhängen in Wil, Wängi, Münchwilen W-E. *Es haben sich somit die Bergmassen senkrecht, der Talgrund parallel zu den westöstlich gezogenen Talstrecken bewegt.*

Bevor aus der obigen Zusammenstellung weitere Schlüsse gezogen werden, soll dem geologischen Bau der obersten Schichten der Erdrinde im fraglichen Gebiete einige Aufmerksamkeit geschenkt werden. Bei der Beurteilung der sachbezüglichen Verhältnisse hielt ich mich an die „geologische Beschreibung der Kantone St. Gallen, Thurgau und Schaffhausen", bearbeitet von den Geologen *Gutzwiller* und *Schalch,* und deren Eintragungen in Blatt IV der Dufourkarte der Schweiz. Danach bestehen der Seerücken, der Ottenberg, der Stähelibuck, der Immenberg, der Gerlikerberg, der Nollen, die Tuttwilerhöhe, der Schneitberg und der Schauenberg, sowie auch das ganze Säntisvorland aus Molasse, welche von der Nordseite her bis in die Nachbarschaft der Linie Rorschach-Engelberg (bei St. Gallen)-Degersheim-Dietfurt i. Toggenburg-Mitte Zürichsee *horizontal* geschichtet, von hier aus gegen die Säntiskette *gefaltet ist.* Die zwischen den genannten Höhenzügen gelegenen Talsohlen bestehen aus glacialen und postglacialen Alluvionen, sowie aus Moränenschicht und jüngsten Gebilden.

Es zeigt sich nun, dass die Orte, welche entweder auf den erwähnten Bergen selbst oder unmittelbar am Süd- oder Nordabhang derselben gebaut sind, *meridionale* Verschiebungs- oder Schwingungsrichtungen besitzen, desgleichen auch diejenigen Orte des Talniveaus, wo Molasse zu Tage tritt. Dagegen weist der grösste Teil der Ortschaften auf quartär geschichtetem oder erratischem Grunde, sowie auf den lockern Geschieben der neuesten Zeit andere Richtungen auf und zwar vorherrschend äquatoriale, d. i. Parallelrichtungen zu den Talaxen. Ermatingen steht auf einem Schuttkegel, Konstanz und Kreuzlingen auf Moränenschutt, Oberbussnang,

Istighofen, Andwil, Amriswil, Uttwil, Wängi, Münchwilen, Oberhofen, Wil und dazu auch ein Teil von St. Gallen auf geschichteten Quartärbildungen. Diese Auflagerungen sind nach den Angaben Gutzwillers stellenweise von bedeutender Mächtigkeit.

Die Richtungsverhältnisse sind demnach derart, wie wenn die ganze Molassemasse einen Schub in der Richtung N-S gemacht und die in den Tälern liegenden Massen geringerer Konsistenz Pressungen erfahren hätten, welche ein Ausweichen derselben nach den sich ausweitenden Talmündungen zur Folge gehabt haben.

Ueber die Natur der Bewegung geben folgende Beobachtungen Aufschluss. Von Sulgen aus wird von ganz zuverlässiger Seite die bestimmte Angabe gemacht: „Plötzlich fiel, ohne dass man einen Windstoss verspürte, ziemlich viel Duft von den Bäumen, einen Augenblick nachher krachte sehr vernehmlich die Bretterwand der Scheune, und der Duft, der sich unterhalb der Bretter des Gibelschildes angesetzt hatte, fiel herab, mittäglich anfangend gegen die nördliche Ecke hin, gerade wie wenn ihn jemand mit dem Finger abstreichen würde.“ Aus dieser Beobachtung geht hervor, *dass der Schub der Molasse nicht auf der ganzen Fläche gleichzeitig, sondern wenigstens vorderhand im Thurtale und auf dem Seerücken von Süden nach Norden fortschreitend gewesen sein muss.* Für die Richtigkeit dieser Annahme spricht einerseits auch noch der Umstand, dass in Emmishofen eine Köchin von Süd nach Nord an den Herd geworfen worden ist, und anderseits in Bischofszell das Phänomen mit einem Rucke, „wie wenn die südliche Mauer eingestürzt wäre“, begonnen hat. Dagegen lautet ein Bericht aus *Oberuzwil* ganz definitiv dahin, dass die Bewegung von Nord nach Süd fortschritt; die betreffende Angabe lautet: „Meine Frau, in der Küche vor dem Zurichtgestell beschäftigt (Gesicht genau gegen W), verspürte deutlich zuerst ein Heben *des rechten* und hernach *des linken* Beines“; auch für St. Gallen spricht sich ein Beobachter im gleichen Sinne aus. *Es scheint daher zwischen Bischofszell einerseits und Oberuzwil-St. Gallen anderseits eine Linie existirt zu haben, längs welcher die Bewegung begonnen und sich sowohl nordwärts als südwärts fortschreitend ausgebreitet hat.*

In dem gefalteten Molassegebiet, dem sog. Säntisvorlande, zieht sich die erste (nördlichste) Antiklinale von St. Margarethen über Trogen zwischen Bühler und Teufen hindurch nach Schönengrund und von da nach Kappel (im Toggenburg) und Schmerikon (am obern Zürichsee). Der östliche Teil dieser Antiklinale hat die Richtung N 70° E, der westliche N 58° 30′ E. Südlich von der ersten Antiklinalen ziehen sich noch zwei Synklinalen und zwei weitere Antiklinalen längs der Säntiskette dahin.

Vergleicht man nun die Lage der ersten Antiklinale mit den Richtungen der Grenzlinien des Streifens grösster Dichte und Intensität, so ergibt sich ein auffallender Zusammenhang zwischen denselben.

Der *westliche* Teil der 1. Antiklinale hat die Lage N 58° 30′ E, die *westliche* Grenzlinie des Streifens N 30° 30′ W, somit ist der eingeschlossene Winkel 89°.

Der *östliche* Teil der 1. Antiklinale hat die Richtung N 70° E, die *östliche* Grenzlinie des Streifens N 21° W, somit ist der eingeschlossene Winkel 91°.

Die mittlere Richtung der Antiklinale ist N 64° 15′ E, die Richtung der Mittellinie des Streifens N 25° 45′ W, der eingeschlossene Winkel somit 90°.

Die Mittellinie oder Axe des Streifens steht also senkrecht auf der Mittelrichtung der nördlichsten Antiklinale und hieraus glaube ich schliessen zu dürfen, dass *die Richtung der Mittellinie des Streifens auch gleichzeitig die Bewegungsrichtung der Molasse gewesen ist,* dass sich also der felsige Unterbau in der Richtung *N 25° 45′ W* oder von *NNW nach SSE bewegt hat.*

Die von den meisten Berichterstattern angegebene Richtung heisst zwar N-S und nicht NNW-SSE; ich halte jedoch dafür, dass diese Abweichung innerhalb der Fehlergrenzen liegt; denn selbst in hochgeschulten Kreisen sind bei Angaben von Himmelsrichtungen Abweichungen von 30° von der Wirklichkeit nicht selten; zudem liegt es in der Natur der Beobachtungsart, dass eben in den meisten Fällen die Richtungen in der Nähe der Hauptrichtungen durch letztere selbst ersetzt werden. Das Ergebnis der vorangehenden Untersuchung kann daher in nachfolgenden Sätzen ausgesprochen werden:

Im Streifen grösster Dichte und Intensität machten die Molassemassen eine Bewegung senkrecht zur nördlichsten Antiklinale. Die Bewegung begann beim Uebergang aus der horizontalen in die gefaltete Schichtenlagerung und pflanzte sich von hier aus fort einerseits nordwärts gegen den Untersee, anderseits südwärts gegen das Säntisgebirge. Die zwischen den Bergrücken eingelagerten glacialen und postglacialen Bildungen erlitten Pressungen, die ein wellenförmiges Ausweichen längs der Talaxen gegen die Talausweitungen (Mündungen) zur Folge hatten.

Westlich vom zentralen Streifen finden sich die Richtungen:

in Basel	NE g. N - SW g. W. NE - SW.
Steinbachmühle . . .	NW - SE.
Uihlingen (Amt Bonndorf)	NW - SE.
Hauenstein	NW - SE.
Hohenfels	NW - SE.
Rheinheim	NW - SE.
Schaffhausen	NW - SE. W - E.
Bülach	NW - SE.
Kempttal	NW - SE. N - S.
Zürich	N - S. NNW - SSE. NW - SE. W - E.
Zug	NNW - SSE. NE - SW.
Rüti	N - S. W - E.
Lachen	NW - SE.

In dem obern Albtale des Schwarzwaldes ist die Richtung W-E angegeben worden; dieselbe wurde aber nur aus dem Verlaufe eines unterirdischen Donners geschlossen. Wenn man nun berücksichtigt, wie leicht Täuschungen in der Beurteilung über die Herkunft eines Schalles möglich sind, so darf man diesen Angaben kein allzugrosses Gewicht beilegen. Die gleiche Richtung ist allein konstatirt worden in Wildegg (Talniveau) und Gibswil; NE-SW wurde beobachtet in Bauma, Bäretswil und Höngg.

Der geologische Unterbau der Beobachtungsorte ist fast in allen Teilen übereinstimmend mit demjenigen des Zentralstreifens, nämlich Molasse, geschichtetes Quartär und jüngste Bildungen. Eine Ausnahme machen die höher gelegenen Orte des Schwarzwaldes, einige Orte am Rheine, sowie die auf Effingerschichten erbauten Dörfer Küttigen und Biberstein am Südfuss des Homberges bei Aarau. Im Schwarzwald liegen die Beobachtungspunkte auf Gneis und buntem Sandstein; dieses ist auch an einigen Orten am Rheine der Fall, während andere auf den Schuttmassen stehen, welche aus den südlich abfallenden Tälern herausgewaschen worden sind.

Die überwiegende Mehrheit der angegebenen Richtungen fällt auf NW-SE und N-S und zwar finden sich dieselben nicht nur in einer bestimmten Gegend des westlichen Gebietes, sondern vom Rheine bis zu den Vorbergen der Alpen. Auch zwischen der Bodenbeschaffenheit und den Richtungen zeigt sich der nämliche Zusammenhang, wie im Gebiete grösster Dichte und Intensität. Prüfen wir auch hier die Lage der nördlichsten Antiklinale. Dieselbe liegt in dem sich von Luzern aus nordöstlich hinziehenden Teile des Reusstales und hat die Lage N 52^0 E, während die vorherrschende Bewegungsrichtung N 45^0 W ist. Die beiden Richtungen bilden somit einen Winkel von 97^0. Da nun auch N-S wiederholt vertreten ist, so scheint die wahre Bewegungsrichtung zwischen NW-SE und N-S zu liegen. *Der Tatbestand spricht also dafür, dass auch im Westgebiete der Erschütterungsfläche die Bewegung des festen Untergrundes normal zur nördlichsten Antiklinale erfolgt ist, während die Verschiebungen der lockeren Talmassen durch die Konfiguration der Oberfläche bedingt waren.*

Ueber die nördlich vom Bodensee gelegene Fläche des Erdbebengebietes lagen mir keine geologisch bearbeitete Detailblätter vor, weshalb ich mich bei der Beurteilung des Zusammenhangs zwischen Richtung und Untergrund lediglich auf die Berichte der „Uebersicht“ von Professor Dr. Eck stützen musste. Im ganzen Areal sind wieder die beiden Richtungen NW-SE und W-E dominirend. NW-SE besitzen Meersburg a. B., Ueberlingen, Biberach, Warthausen (Schloss), Esslingen, Stuttgart (auch N-S) und Burgstall; W-E wird angegeben von Wolfegg (Schloss), Waldsee (ehem.

Klostergebäude), Königseggwald (Schloss), Buchau, Hundersingen, Ulm, Esslingen, Hohenheim und Stuttgart.

Andere Richtungen haben Laupheim und Tübingen (NE-SW).

In Esslingen und Stuttgart sind also beide Hauptrichtungen vertreten.

Bezüglich des Bauuntergrundes wird geschrieben:

Meersburg (NW-SE): *Molassefelsen.*

Ueberlingen (NW-SE): *Sandstein.*

Biberach (Gigelturm, NW-SE): „Der Turm steht auf *tertiärer Nagelfluhe.*"

Warthausen (Schloss, NW-SE): „Das Schloss steht auf einem ins Risstal vorspringenden Bergkopfe aus *Nagelfluhefels* und mehr noch Rollkies.

Hundersingen (W-E) liegt am Südfuss des Schlossberges an einer *west-östlich gerichteten Strecke des Lautertales.*

Ulm (W-E) liegt an der Ausmündung des west-östlich gerichteten Blautales am Südfuss des Eselsberges. Auf der Ostseite befindet sich das *Ulmerried.*

Esslingen (SW-NE): in dem Stadtteil der Talebene stehen die Häuser auf *Kies.*

Hohenheim (Schloss, W-E): „Der Untergrund des Gebäudes dürfte wenigstens zum Teil (wegen einstiger Terrassirung des südlichen Bergabhanges) aufgeschütteter (vor mehr denn 100 Jahren) sein, sonst Lias α."

Stuttgart α. (vertikale Bewegung, wie wenn plötzlich das Haus sich senkte): *Keupermergel.* β. (ESE-WNW): *Lehm* und *Keupermergel.* γ. (Heben, aber kein Senken, Bewegung rein vertikal): „Das Haus ist sehr solid gebaut, steht aber auf keinem sehr festen Grund und Boden."

Laupheim (Schloss, NE-SW): „Das Schloss steht teils auf Kies, teils auf Sand."

Der Besitzer beurteilte die Richtung als eine *mehr west-östliche,* die Damen des Schlosses hielten sie für eine *mehr nord-südliche.*

Esslingen (NNW-SSE): *Keuperfelsen* oder *Bodensandstein,* am Fusse des Burgbergrückens.

Burgstall (NW-SE): *Keuperfelsen* (nach der allgemeinen geognostischen Karte).

Wolfegg (W-E): „Wolfegg liegt auf einer Hochebene zwischen dem tief eingeschnittenen Aachtale im Westen und dem ebenfalls tief ausgewaschenen Hölltale im Norden auf *Moränenschutt.*“

Waldsee (Klostergebäude, W-E): „Der Baugrund ist *kiesiger Lehmgrund* nach Durchstechung des Süsswasserkalkes und Moors.“

Königseggwald (Schloss, W-E): „Das Schloss liegt auf Molasse und *Schuttboden.*“ Da die Bewegung „ein einmaliges wellenförmiges Schwanken“ war und „keine Stösse“ mit sich führte, so scheint der Schuttboden als Untergrund vorherrschend zu sein.

Buchau (W-E): „liegt auf *Torfboden* und ist fast ausschliesslich von *Torfboden umgeben.*“

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich einerseits, dass der Untergrund aller derjenigen Gebäude, welche die Richtung NW-SE angegeben haben, eine feste Gesteinsart, d. i. Molassefelsen, Nagelfluhe oder Keuperfelsen ist, während anderseits die Richtungen W-E und SW-NE Gebäuden und Orten angehören, die auf Moränenschutt, Kies, Lehm oder Torfboden gebaut sind. Die erste Richtung kommt zudem nicht nur in einem bestimmten Teile des Gebietes, sondern in allen vor; denn wir finden sie an den südlichsten Punkten (Meersburg und Ueberlingen), auf halber Höhe (Biberach), sowie auch an der Nordgrenze des Beobachtungsgebietes (Burgstall). Es scheint daher unzweifelhaft, dass bei der auffallenden Uebereinstimmung in den Angaben über Richtung und Untergrund im West- und Nordgebiet auch eine solche in der Bewegung selbst gewesen sein muss.

Die nördlichste Antiklinale zieht sich (nach der geologischen Karte der Schweiz von Studer und Escher) von Schwarzach in etwas gebogener Linie über Wildhams zwischen dem Schrofenberg und Hauchenberg hindurch, nördlich von Sonthofen vorbei, gegen Waltenhofen und Kempten; ihre mittlere Richtung ist N 54° E und bildet mit der vorherrschenden Richtung der Molassebewegung (N 45° W) den Winkel 99°, so dass füglich angenommen werden kann, es haben auch *auf dem ganzen Nordgebiete die feste, felsige Unterlage eine Bewegung normal zur nördlichsten Antiklinale und die weniger kompakten Massen in den Tälern und Ebenen Ver-*

schiebungen ausgeführt, welche von den oberflächlichen Bodenerhebungen abhängig waren.

Die Untersuchung hat uns somit bei jeder der drei Abteilungen zu übereinstimmenden analogen Resultaten geführt.

Die Bewegung war im ganzen Erdbebengebiete der Art, dass der gemeinsame Untergrund, die Molasse, auch eine gemeinsame, in allen Teilen nahezu parallele Verschiebung erlitten hat. Die Verschiebung erfolgte normal zur nördlichsten Antiklinale der Molasseschichten (im Mittel von NNW nach SSE, senkrecht zum Nordabfall der Alpen). Dieselbe nahm ihren Anfang längs der Linie, in welcher die horizontal gelagerten Schichten in gefaltete übergehen. Gegen NNW hin bestand die Bewegung in einem schlangenartigen Nachziehen, gegen SSE (Alpen) in einem Vorschieben. Die in den Tälern den festen Gesteinsmassen vor- und aufgelagerten geschichteten, weniger kompakten Gebilde neuesten Datums erfuhren Pressungen, welche ein wellenartiges Ausweichen in der Richtung der Talaxe gegen die Talmündungen zur Folge hatten.

Die Zeit des Eintreffens.

Die Zeitangaben über das Eintreffen des Erdbebens bilden ein Material, welches einer sorgfältigen Prüfung bedarf, wenn man nicht zu ganz sinnverwirrenden Resultaten gelangen will; die Qualität steht weit hinter der Quantität. Eine grosse Anzahl von Beobachtern begnügt sich damit, die Zeit „ungefähr“ oder „zirka“ anzugeben; dennoch sind diese Angaben keineswegs wertlos, denn sie bilden das Beleg für die Zusammengehörigkeit der Vorgänge oder den Identitätsbeweis, welcher um so wichtiger ist, weil sich erfahrungsgemäss auf demselben Gebiete innert weniger Stunden desselben Tages von einander zeitlich völlig getrennte Erderschütterungen abspielen können. Andere Beobachter nehmen es schon genauer; sie ziehen die Taschenuhr oder sehen an eine Wand- oder Turmuhr, ohne sich jedoch weiter über den Gang dieser Uhren zu interessiren. Die dritte Gruppe von Angaben stammt von Beobachtern, welche ihre Uhren infolge eines häufigen, regelmässigen Verkehrs mit der Post, Bahn und dem Telegraph von Zeit zu Zeit nach Telegraphen-

oder Bahnuhr richten und ihre Angaben dann auch als „Telegraphen- oder Bahnuhr“ eintragen. Solche Angaben können zufällig ganz genau sein; sie können aber auch Fehler von mehreren Minuten aufweisen. Ich habe selbst bei den meisten derartigen Angaben brieflich über den möglichen Fehler um Auskunft gebeten und bin jeweils dahin belehrt worden, dass derselbe sehr wohl eine Minute betragen könne; in der Tat können die Differenzen sogar bis auf 7 Minuten steigen. Man pflegt in solchen Fällen die Mittelwerte zu nehmen, doch können auch diese nur als Notbehelfe von fraglicher Güte anerkannt werden. Als Beispiele mögen hier Zürich und St. Gallen angeführt werden.

Für *Zürich* wird von einem Beobachter, dessen Beruf für die Richtigkeit der Ablesung bürgt und der den Vergleich mit der Uhr der Zürcher Sternwarte und die Reduktion auf mittlere Bernerzeit mit fachmännischer Genauigkeit ausführte, die Zeit *11 Uhr 53 Min. 48 ± 10 Sek.* angegeben; daneben wurden beobachtet:

in Neumünster	11	Uhr	52	Min.		(St. Peter = Telegr.-U.)
- Hottingen	11	-	55	-		(Telegr.-U.)
- Unterstrass	11	-	54	-		-
im Mittel also	11	Uhr	53	Min.	40	Sek.

Dieses Mittel liegt innerhalb der Fehlergrenzen der ersten Angabe und muss als gut bezeichnet werden.

In *St. Gallen* wurde das Eintreffen auf dem Telegraphenbureau selbst um 11 Uhr 54 Min. konstatirt; dagegen

in der Speichergasse . .	11 U.	56	Min.	—	Sek.	(n. d. Bahn)
am St. Magniberg . . .	11 -	56	-	—	-	(Telegr.-U.)
in einer unbekannten Gasse	11 -	56	-	—	-	-
in Engelburg	11 -	55	-	—	-	-
im Sittertal	11 -	55	-	—	-	(n. d. Bahn)
in einer unbekannten Gasse	11 -	53	-	30	-	(Telegr.-U.)
in Straubenzell	11 -	52	-	30	-	-
im Mittel also	11 U.	54	Min.	51	Sek.	

Die Abweichung beträgt somit 51 Sekunden und macht den Mittelwert zu jeder Berechnung untauglich. Man ist überhaupt immer über die Güte dieser Mittelwerte im Unklaren; dieselben haben auch nie den Wert eines Mittelwertes, welcher von demselben Beobachter aus der nfachen Wiederholung derselben Erscheinung abgeleitet worden ist.

Die zuverlässigsten Angaben kommen von Männern, welche im Verlaufe ihres Studiums oder beruflich mit exakten Messungen zu tun haben oder häufig in den Fall kommen, genaue Zeitangaben machen zu müssen. Aber auch diese Zahlen sind nicht fehlerfrei, weil durch das Ungewohnte des Vorganges der Beobachter in einen abnormalen Zustand versetzt wird. Der Beobachtungsfehler ist hauptsächlich individueller Natur und dem grössten Betrage nach von der Geistesgegenwart des Beobachters abhängig; immerhin beläuft sich derselbe nur auf wenige Sekunden. Bei einer derartigen Ueberlegung schrumpft die Zahl der guten Beobachtungen sehr zusammen. Im vorliegenden Falle haben sich die zirka 300 Angaben auf 10 reduzirt, welche entweder aus der Fehlerbestimmung oder spezieller Motivirung den Grad der Zuverlässigkeit erkennen lassen. Aber auch von diesen werden weitere 7 fahnenflüchtig, sobald man sie zur Berechnung benützen will.

1. *Niederuzwil*	11 U.	53	M.	—	S.	(Beob. Telegraphist)
2. *Herisau*	11 -	53	-	30	-	(nach Vergleich)
3. St. Gallen	11 -	54	-	—	-	(Beob. Telegraphist)
4. Lichtensteig	11 -	54	-	—	-	- -
5. Berg	11 -	53	-	—	-	- -
6. Frauenfeld	11 -	55±1	-	—	-	(nach Vergleich)
7. Kempttal	11 -	54-55	-	—	-	(Beob. Telegraphist)
8. *Zürich*	11 -	53	-	48±10	-	(nach Vergleich)
9. Zug	11 -	53	-	—	-	- -
10. Airolo	11 -	54	-	—±50	-	- -

Berücksichtigt man auch hier in erster Linie wiederum den Streifen grösster Dichte und Intensität, so findet man, dass *Niederuzwil* die *niedrigste* mit Bestimmtheit aufrecht erhaltene Zeitangabe aufweist und die südlicher gelegenen Orte Herisau, St. Gallen und Lichtensteig das Eintreffen $^1/_2$—1 Minute später notirten. Somit geht auch aus den Zeitbeobachtungen hervor, dass im Säntisvorlande die Bewegung eine *nord-südliche* war. Aber auch Frauenfeld gibt das Eintreffen bestimmt für einen spätern Moment an und Berg macht das Zugeständnis, dass es mehr als 53 Minuten gewesen sein können; demnach hat sich die Erschütterung auch *nordwärts* fortgepflanzt, so dass wenigstens vorderhand für den in Frage stehenden Streifen das aus den Richtungs-

verhältnissen (vorhergehender Abschnitt) abstrahirte Ergebnis der gleichzeitigen nord-südlichen und süd-nördlichen Fortpflanzung der Erschütterung vom Fusse des Säntisvorlandes aus durch die Zeitangaben unterstützt wird. Die Stützkraft fällt um so bedeutender ins Gewicht, weil die niedrigste Zeitangabe, welche vom Beobachter mit Bestimmtheit aufrecht erhalten wird, in dasjenige Tal fällt, in welches nach dem vorigen Abschnitt der Ausgang der Bewegung verlegt werden musste. Im Westgebiete figurirt Zug mit 53 Min., Zürich mit 53 Min. 48 ± 10 Sek., demnach ist auch hier die südnördliche Fortpflanzung konstatirt.

Beachtet man nun, dass sowohl Zug als Niederuzwil von der ersten Antiklinale in nordsüdlicher Richtung gemessen gleichen Abstand haben, so kommt man ohne weiteres zu der Vermutung, dass wir hier zwei Punkte einer zur Antiklinale parallel verlaufenden *Linie gleichzeitigen Eintreffens* oder *Homoseiste* vor uns haben. Diese Vermutung wird unterstützt durch die Angaben von *Bäretswil* (11 Uhr 53—54 Min. nach Telegraphenuhr) und *Kempttal* (11 Uhr 54—55 Min., Telegraphenbureau). Nimmt man diese Vermutung als richtig an und baut man auf diesem Fundamente weiter, so kommt man zu Resultaten, welche die Richtigkeit der Annahme in das Licht hochgradiger Wahrscheinlichkeit versetzt. Zieht man durch die Punkte Zug und Niederuzwil die Homoseiste so, dass sie zu den oben bestimmten Richtungen der Molassenerschütterung senkrecht steht, so hat *Herisau* von derselben einen Abstand von 10,000 m, welche Strecke in 30 Sek. durchlaufen worden ist; hieraus ergibt sich die *Geschwindigkeit* $333\frac{1}{3}$ *m p. Sek.* Berechnet man darnach das Eintreffen des Bebens an den übrigen Punkten mit guten Zeitangaben, so ergibt sich für Zürich (Abstand von der Homoseiste 19,25 Km) 11 Uhr 53 Min. 58 Sek., statt 11 Uhr 53 Min. 48 Sek., für Kempttal 11 Uhr 54 Min. 5 Sek. (Angabe 54—55 Min.), für Frauenfeld 11 Uhr 54 Min. (Angabe 55 ± 1 Min.), für Berg 11 Uhr 53 Min. 30 Sek. (Angabe 53—54 Min.), für St. Gallen 11 Uhr 53 Min. 30 Sek. (Angabe 54 Min.), für Lichtensteig 11 Uhr 53 Min. 30 Sek. (Angabe 54 Min.). Für St. Gallen würde sich der Fehler noch reduziren, wenn man in Betracht zieht, dass im Telegraphenbureau, dem die Angabe entstammt, die Richtung

W-E beobachtet worden ist, was auf eine sekundäre seitliche Ausbreitung in lockerem Materiale hinweist. Würdigt man den Umstand, dass ein Beobachter die von NNW nach SSE gerichtete Bewegung gerade um 11 Uhr 53 Min. 30 Sek., „ziemlich genau nach Telegraphenuhr", wahrgenommen hat, so finden wir völlige Uebereinstimmung.

Der kartographischen Aufzeichnung der Zeitangaben lässt sich noch ein zweites, wichtiges Ergebnis abgewinnen. Es ist nämlich auffallend, dass gerade an den Rändern des zentralen Streifens eine grosse Anzahl Zeitablesungen an Uhren, die „nach dem Telegraph" oder „nach der Bahn" gerichtet waren, übereinstimmend um zirka 2 Minuten höher stehen, als diejenigen in der Mitte des Streifens. Diese Orte, denen die fraglichen Angaben zukommen, liegen ohne Ausnahme auf quartär geschichteter oder erratischer Unterlage, deren Bewegungsrichtungen W-E oder E-W sind und daher die wahrgenommenen Erschütterungen einer seitlichen, sekundären Ausbreitung zu verdanken hatten. Die fraglichen Orte sind:

	Zeit der ost-westlichen Erschütterung	Zeit der meridionalen Verschiebung d. Molasseunterlage	Abstand von der Mittellinie in km
An der *Westgrenze:*			
1. Wil	$11^h\ 55^m$	$11^h\ 53^m\ 15^{sec}$	8,50
2. Oberhofen	$11^h\ 55^m$	$11^h\ 53^m\ 24^{sec}$	12,00
3. Münchwilen	$11^h\ 56^m$	$11^h\ 53^m\ 24^{sec}$	11,25
4. Mazingen	$11^h\ 56^m$	$11^h\ 53^m\ 45^{sec}$	13,25
An der *Ostgrenze:*			
5. Appenzell	$11^h\ 56^m$	$11^h\ 53^m\ 52^{sec}$	11,25
6. Engelburg	$11^h\ 55^m$	$11^h\ 53^m\ 18^{sec}$	10,50
7. Amriswil	$11^h\ 55^m$	$11^h\ 53^m\ 15^{sec}$	12,00
8. Engishofen	$11^h\ 55^m$	$11^h\ 53^m\ 15^{sec}$	9,50
9. Konstanz	$11^h\ 56^m$	$11^h\ 54^m$ —^{sec}	9,25
Mittelwert	$11^h\ 55^m\ 27^{sec}$	$11^h\ 53^m\ 30^{sec}$	10,833

Die Zeit 11 Uhr 55 Min. 27 Sek. ist die mittlere Zeit der Ankunft der seitlichen Bewegung an den Rändern (W-E, E-W) des Streifens und 11 Uhr 53 Min. 30 Sek. die mittlere Zeit der Bewegung, wenn alle Orte die Bewegung gleichzeitig mit der Molassenunterlage (S-N, N-S) gemacht hätten; somit ist die Differenz 1 Min. 57 Sek. die mittlere Verspätung, welche durch die seitliche Wellenbewegung in dem

viel lockerern Materiale der Quartärbildungen verursacht worden ist. Die Verspätung bezieht sich auf die Mittellinie des Streifens und gehört dem mittlern Abstande 10,833 km an. Daraus ergibt sich für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwelle in den Quartärbildungen 10833 : 117 = *93 m;* sie beträgt also kaum den dritten Teil, etwas mehr als den vierten Teil der Geschwindigkeit in der festen Molasse (333 1/3 m). Berechnet man nun mit dem erhaltenen Massstabe die Zeit des Eintreffens für die Orte auf Quartärbildungen, so ergibt sich nachstehende Tabelle:

Nr.	Ort	Abstand von der Mittellinie in km	Berechnete Verspätung	Eintreffen, wenn die Unterlage Molasse gewesen wäre	Berechnetes Eintreffen	Beobachtetes Eintreffen	Fehler
		km	h m	11^h + m sec	11^h + m sec	11^h + m sec	sec
1	Wil	8,50	1 31	53 15	54 46	55	—14
2	Oberhofen	12,00	2 09	53 24	55 33	55	+33
2 u. 3		11,63	2 05	53 24	55 29	55 1/2	— 1
3	Münchwilen	11,25	2 01	53 24	55 25	56	—35
4	Mazingen	13,25	2 22	53 45	56 07	56	+ 7
5	Appenzell	11,25	2 01	53 52	55 53	56	— 7
6	Engelburg	10,50	1 53	53 18	55 11	55	+11
7	Amriswil	12,00	2 09	53 15	55 24	55	+24
8	Engishofen	9,50	1 42	53 15	54 57	55	— 3
9	Konstanz	9,25	1 40	54 —	55 40	56	—20
	Mittelwert	10,833	1 57	53 30	55 26	55 26 2/3	—4/9

Wenn die vorangegangenen Auseinandersetzungen der Wahrheit entsprechen, so müssen sie sich auch auf das vom Erdbeben heimgesuchte Molassegebiet nördlich vom Bodensee übertragen lassen, was tatsächlich auch der Fall ist.

Verlängern wir die Homoseiste Zug-Niederuzwil-Arbon (11 Uhr 53 Min.) auch in das Vorland der bayerischen und vorarlbergischen Hochalpen, so verläuft dieselbe längs dem in den Bodensee mündenden Flüsschen *Argen* in nordöstlicher Richtung gegen Buchloë und hat die Lage N 54° E (parallel zur nördlichsten Antiklinale). Die in den Abständen von 10 zu 10 km gezogenen Parallelen entsprechen den Zeitpunkten 53 Min. 30 Sek., 54 Min., 54 Min. 30 Sek. etc. Die Homoseiste durch *Ulm* (11 Uhr 55 Min. 54 Sek.) bildet

die nördliche Grenzlinie des Molassegebietes und verläuft als solche am Südfusse der Rauhen-Alp. Die nördlicher gelegenen Beobachtungsorte Hundersingen, Urach, Tübingen, Esslingen, Stuttgart und Burgstall befinden sich in den Gesteinen der Trias und der Juraformationen und unterliegen andern Fortpflanzungsverhältnissen. Als Belege für die Richtigkeit dieser Auffassung dienen die Zeitbeobachtungen in Friedrichshafen, Biberach, Warthausen und Oberstadion, welche an Uhren gemacht wurden, die „nach der Bahn" oder „nach dem Telegraph" gerichtet waren. Die beiden Nachbarpunkte Biberach und Warthausen liegen zu beiden Seiten unmittelbar an der Homoseiste 11 Uhr 55 Min., deshalb habe ich den Mittelwert der beobachteten Eintrittszeiten in Betracht gezogen. Es ergibt sich nun:

Ort	Abstand v. d. Homos. 53 m. in km	berechnetes Eintreffen 11h +	beobachtetes Eintreffen 11h +	Fehler
1. Friedrichshafen	9	$53^m\ 27^{sec}$	$53^m\ 10^{sec}$	$+17^{sec}$
2. Biberach-Warthausen	40	55^m —^{sec}	$54^m\ 40^{sec}$	$+20^{sec}$
3. Oberstadion	50	$55^m\ 30^{sec}$	$55^m\ 10^{sec}$	$+20^{sec}$

Die Bewegung blieb jedoch weder an der einen noch an der andern Grenze der Molasse stecken, sondern pflanzte sich fort einerseits horizontal durch die Alpen und anderseits durch das Jura- und Schwarzwaldgestein. Auf diese Weise kamen die *Isolationspunkte Sargans,*[1] *Netstall, Ennenda, Leuggelbach, Airolo* und *Olivone* zu stande und als solche sind auch *Tübingen, Esslingen, Stuttgart* und *Burgstall* zu betrachten.

Als Zeitpunkt des Eintreffens notirte Sargans 11 Uhr 54 Min. ± 1 ½ Min. (aus späterer Vergleichung) und *Airolo* 11 Uhr 54 Min. mit einer maximalen Fehlergrenze von 50 Sek. Da nun der Anprall an die Nordseite der Alpen um 11 Uhr 54 Min. 10 Sek. erfolgt sein muss, so machen diese Angaben in erster Linie den Eindruck, es seien die Erschütterungen gleichzeitig gewesen. War dies nicht der Fall,

[1] Ob *Chur* das Erdbeben verspürt hat, ist fraglich, denn Herr Professor Brügger schreibt: „... bemerke ich, dass mir bisher durchaus *keinerlei Berichte* über das Beben vom 7. d. aus Graubünden zugekommen sind. Auch unsere Zeitungen wissen nichts — ausser der „Fr. Rhät." Nr. 9, wo es heisst: „man hat es auch in Chur leise gespürt." Ich und andere meiner Bekanntschaft in hier haben durchaus nichts bemerkt und ist anzunehmen, dass der „Fr. Rh." in diesem Punkte sich irrt."

Auch am Fusse des Calanda sind laut Bericht aus *Haldenstein* und Grinningen keinerlei Beobachtungen gemacht worden.

so kann hier nur der Schluss gezogen werden, dass die Geschwindigkeit im Grundgestein der Alpen eine weit grössere gewesen sei, als in der Molasse, denn selbst unter der Annahme, dass für Airolo der Fehler *voll* 50 Sek., die Zeit also 11 Uhr 54 Min. 50 Sek. gewesen sei, erhält man für die 60 km dicke Alpenwand eine Geschwindigkeit von 1580 m. Auch durch das Juragestein hindurch muss die Geschwindigkeit eine sehr grosse gewesen sein, denn für *Stuttgart* ist die höchste und zugleich wahrscheinlichste Zeit des Eintreffens 11 Uhr 56 Min. 40 Sek. B. Z. (12 Uhr 3 Min. 30 Sek. Stuttg. Z.) und für *Ulm* 11 Uhr 55 Min. 54 Sek. Der Beobachter, Herr Dr. Eichler, Assistent am Naturalienkabinet, schreibt: „Was die genaue Zeit des Eintritts jener Erdstösse anbelangt, so zeigte meine nach der Stadtkirchenuhr gerichtete, um 12 Uhr mit derselben verglichene Uhr unmittelbar nach dem Ereignis 12 Uhr 3,5 Min.“ Für eine Entfernung von 64 km ergibt sich somit im Minimum eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 1391 m oder rund 1400 m.

Für den Schwarzwald sind keine mit der Telegraphenuhr verglichene Zeitangaben eingegangen; da sich jedoch dort die Erdbebenbewegung ausschliesslich auf Gneis, Trias und Juragestein erstreckte, so gelten für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit die obigen Bemerkungen und Zahlen.

Zusammenstellend ergab sich für

1. die Geschwindigkeit in den Quartärbildungen 93 m,[1]
2. - - - der Molasse 333 1/3 m,[1]
3. - - - der Juraformation grösser als 1400 m,
4. - - - dem Gestein der Alpen grösser als 1500 m.

Damit ist nun die Bewegung, was das Eintreffen anbelangt, für das Molassegebiet vollständig festgelegt und zwar unter Zuhülfenahme bloss zweier Geschwindigkeiten, von denen die eine dem festen Molassegestein, die andere den aufgelagerten Quartärbildungen zukommt.

Die Bewegung begann 11 Uhr 53 Min. auf der Linie Zug-Niederuzwil-Arbon-Langenargen und breitete sich längs der ganzen Front sowohl in südsüdöstlicher Richtung gegen

[1] Es ist selbstverständlich, dass diese Zahlen nicht darauf Anspruch machen, absolut genau, wohl aber dem wahren Wert nahe zu sein.

die Alpen, als in nordnordwestlicher Richtung gegen die Jurakette aus. Die Alpenkette wurde erreicht um 11 Uhr 54 Min. 10 Sek., die Jurakette bei Aarau um 11 Uhr 55 Min., bei Schaffhausen um 11 Uhr 55 Min. 30 Sek., die Südgrenze des Schwarzwaldes vom Hauenstein bis Basel um 11 Uhr 55 Min. 50 Sek. und der Südabhang der Rauhen Alp (Ulm) um 11 Uhr 55 Min. 54 Sek. Im ganzen Molassegebiet dauerte demnach die Katastrophe bloss 2 Min. 54 Sek.

Zum Durchsetzen der Alpen (60 km, Nordrand-Airolo) brauchte die Erschütterung *höchstens 40 Sek.*, zum Ueberschreiten der Rauhen Alp (64 km) im *Maximum 46 Sek.* Auf dem ganzen Gebiete begann die Erschütterung um 11 Uhr 53 Min., endigte im Süden (Airolo-Olivone) spätestens 11 Uhr 54 Min. 50 Sek. und im Norden (Stuttgart) 11 Uhr 56 Min. 40 Sek.; es folgt somit, dass *sich das ganze Naturereignis auf dem grossen Flächenraum innert weniger als 4 Minuten abgespielt hat.*

Ueber das Geräusch.

An den meisten Orten sind die Erschütterungen mit Schallerscheinungen verbunden gewesen, die den erstern entweder vorangingen oder sie begleiteten oder denselben nachfolgten; an einigen Orten waren sie vorangehend und nachfolgend. Wo das Geräusch *vor* oder *nach* der Erschütterung wahrgenommen wurde, bestand es entweder in einem „eigentümlichen Brausen“, „Luftgetöse“, „Tosen“, „Rauschen, wie wenn der Wind durch den Wald geht“, oder in einem „Rollen, wie wenn ein schwerer Wagen über stark gefrorenen Boden gegen den Beobachter heran oder vom Beobachter weg fährt“ oder auch in „einem anhaltenden Rollen, wie ferner Kanonendonner“. Bei Gleichzeitigkeit von Erschütterung und Geräusch äusserte sich letzteres durch „ein donnerartiges Gepolter“ oder „Knarren“, „einen dumpfen Knall, wie wenn auf der Schütte ein Gegenstand auf den Boden oder im Keller ein Fass vom Lager gefallen“ oder „eine schwere Schneelast vom Dache“ gestürzt wäre. Viele Beobachter konstatirten bloss das Geräusch, ohne Angabe, ob

vor oder nach, andere schreiben gar nichts darüber, während ein weiterer Teil ausdrücklich hervorhebt, dass der Ruck oder Schlag „ohne begleitendes Geräusch“ erfolgt sei. Es bedurfte natürlich gerade einer sehr günstigen Situation, um alle das Beben begleitenden Erscheinungen vollständig so gewahr zu werden, dass sie der Beobachter nachträglich zu charakterisiren wagte. Ausserdem können viele ein Geräusch *vor* dem Stoss infolge der momentanen Beschäftigung ausser acht gelassen und andere aus Schreck ein solches *nach* dem Schlag überhört haben; es kann auch beides vorgekommen sein. Der Beweis dafür liegt darin, dass für denselben Ort Angaben ganz verschiedener Art vorhanden sind, weshalb man auch nicht zu sehr auf dieselben bauen darf; selbst bezüglich des *vor* und *gleichzeitig* können unter gleichen Umständen verschiedene Urteile gefällt werden. Ich habe daher auch nur diejenigen Behauptungen in Betracht gezogen, die ganz bestimmt gemacht worden sind.

Vor oder *vor* und *nach* der Erschütterung wurde das Geräusch gehört in:

1. *Ober-Andwil* (Kt. Thurgau); 1. Beobachter: „kurz vor 12 Uhr vernahm ich ein unterirdisches Rollen oder Tosen von Westen her kommend, hierauf folgte ein dumpfer Schlag.“

   2. Beobachter: „sofort *nachher* (d. h. nach dem Stoss) ein unterirdisches Donnern, als ob ein Wagen unter uns durchgefahren wäre.“

2. *Amriswil:* „Was das Getöse anbetrifft, so war dasselbe, als führe ein langsamer Eisenbahnzug oder schwerer Wagen auf der hart gefrorenen Strasse aus mindestens 100 m Entfernung daher; dasselbe Gepolter habe ich noch mindestens auf 200 m Entfernung vernommen.“ Richtung NW - SE.

3. *Münchwilen:* „Ein in einem Brunnenschacht arbeitender Mann vernahm ein eigentümliches Getöse, so dass er einen oben stehenden Nebenarbeiter fragte, ob ein Eisenbahnzug komme, was aber zu selbiger Zeit nicht der Fall war.“

4. *Felsegg*, Gem. Henau: „vor dem Beben ein kurzes Tosen, ähnlich dem Sturmwind im Walde.“

5. *Zezikon:* „... als ich von einem sehr starken Geräusch — es war mit dem Rollen eines schweren Fuhrwerkes zu vergleichen — in meiner Lektüre gestört wurde. ... Nach dem Stosse vernahm man wieder ein ziemlich lang andauerndes, verhallendes, unterirdisches Donnern."

Diese Orte gehören ohne Ausnahme den Talsohlen mit Quartärbildungen an. Die Beobachtungen beweisen, dass das Schallphänomen, welches das Beben begleitete, eine grössere Fortpflanzungsgeschwindigkeit besass als die Erschütterung. An den auf Molasse ruhenden oder unmittelbar anstossenden Orten beobachtete man entweder nur ein nachfolgendes Geräusch oder gar keines. Das Geräusch folgte *nach* in:

1. *Sonterswilen:* „Ein donnerähnliches Rollen folgte dem Schlage und verlor sich in westlicher Richtung."
2. *Mettlen:* „Das Geräusch war *gleichzeitig* und *nachfolgend;* es war ein eigentümliches Brausen, das sich gegen Nordosten oder Norden fortpflanzte."
3. *Mettendorf:* „Es war ein unterirdisches Donnern. Die Erschütterung ging dem Geräusch kurz voran."

Diese Orte befinden sich an den Rändern von Molassegebieten und Quartärbildungen und zwar liegt das Quartär auf der Seite, in der sich das Geräusch verlor.

Kein Ort, der auf Molassefelsen erbaut ist, konstatirt längeres Rollen oder Knattern *vor* der Erschütterung, was zu der Vermutung führt, dass Geräusch und Beben die gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit gehabt haben. Nach dem vorhergehenden Abschnitte hatte das Beben in der Molasse die Geschwindigkeit 333 m, welche in der Tat mit der Schallgeschwindigkeit in der Luft übereinstimmt. In den Quartärschichten und neuesten Bildungen bewegte sich die Erdbebenwelle wesentlich langsamer als der Schall in der Luft, deshalb konnte auf solchem Terrain das Geräusch schon vor der Erschütterung gehört werden.

Ueber die Dauer des Bebens.

Die Dauer der Erscheinung kann gewöhnlich nur von wenigen angegeben werden, weil man bei der Seltenheit des Vorkommnisses unmöglich alle Punkte gleichzeitig in Acht nehmen kann. Die Einen werden eher im stande sein diese, Andere wieder eine andere Frage richtig zu beantworten, je nachdem das Augenmerk zufällig auf diesen oder jenen Punkt gerichtet war. Im allgemeinen werden die Angaben eher etwas zu hoch sein, denn die Dauer einer Sekunde wird sehr häufig unterschätzt (hauptsächlich von solchen, die wenig in den Fall kommen, an der Hand genauer Uhren Zeitmessungen machen zu müssen). In der nachfolgenden Tabelle sind die Zeitangaben gleichen Betrages (von Sekunde zu Sekunde) in eine Rubrik gebracht und unter „Bemerkungen" die Natur der Erschütterung angegeben. Wo aus dem nämlichen Orte mehrere Beobachtungen vorliegen, sind alle einzeln aufgeführt. Die Zusammenstellung soll zeigen, wie die verschiedenartigen Angaben durch die Natur der Erschütterungen begründet sind.

Ort	Dauer in Sekunden						Bemerkungen
	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5-10	
Konstanz . .	—	—	3	—	—	—	Ruck, Klirren, Schwanken.
- . .	—	—	—	3—4	—	—	Stoss m. wellenförm. Schwingungen.
- . .	—	2	—	—	—	—	- - - -
- . .	—	—	2—3	—	—	—	- - Zittern und -
Kreuzlingen .	1	—	—	—	—	—	- - wellenf. Schwankungen.
Egelshofen . .	—	—	3	—	—	—	Schlag, Heben und Senken.
Stein	—	2	—	—	—	—	Krachen.
Uttwil	-	—	—	4	—	—	Stoss.
Arbon	—	—	3	—	—	—	Erschütterung mit Schwankungen.
Schaffhausen .	—	—	—	—	5	—	Geräusch, Stoss, Zittern.
Berg	—	2	—	—	—	—	Stoss mit Zittern.
Mattwil . . .	1	—	—	—	—	—	- - Rütteln.
Amriswil . . .	—	—	3	—	—	—	- - Zittern.
- . . .	—	—	2—3	—	—	—	Schlag mit wellenförmigen Schwankungen; Klirren.
- . . .	—	—	—	—	—	5-10	Rollen-Krachen-Rollen.
Oberaach . .	—	1—2	—	—	—	—	Stoss, Aechzen im Gebälk.
Engishofen . .	—	—	—	4	—	—	2 Stösse aufeinander.
Sulgen . . .	—	—	—	3—4	—	—	Stoss mit wellenf. Schwankungen.
Mauren . . .	—	—	—	3—4	—	—	Schlag mit Zittern.
Neukirch a/Th.	—	—	—	—	5	—	Stoss mit wellenf. Schwankungen.
Opfershofen .	—	—	2—3	—	—	—	Erschütterung mit Zittern.
Mettlen . . .	—	2	—	—	—	—	Schlag mit Krachen.
Mettendorf . .	—	—	—	3—4	—	—	Stoss mit unterirdischem Rollen.
Frauenfeld . .	1/2	—	—	—	—	—	Ruck.
- . .	1	—	—	—	—	—	Seitenruck mit Zittern.
- . .	—	—	2—3	—	—	—	Ruck und Zittern.

Ort	Dauer in Sekunden						Bemerkungen
	0—1	1—2	2—3	3—4	4 - 5	5-10	
Zezikon . . .	—	—	—	4	—	—	Rollen-Krach-Rollen.
Affeltrangen .	—	1—2	—	—	—	—	Stoss mit Zittern.
Mazingen . .	—	1—2	—	—	—	—	Schlag und gleichzeitig Rollen.
Gerlikon . . .	1/2	—	—	—	—	—	Seitenruck.
Aadorf	1	—	—	—	—	—	Stoss, Klirren, Rückstoss.
Wängi	—	—	2—3	—	—	—	Krach, Schwanken, Klirren.
Münchwilen .	—	—	2—3	—	—	—	Knall, Stoss, Zittern.
Oberhofen . .	—	—	—	3—4	—	—	3 Stösse mit Zittern (3 Stösse 1—2).
Eschlikon . .	—	2	—	—	—	—	Erschütterung mit Zittern.
Wil	—	2	—	—	—	—	3 Stösse mit Schaukeln.
Felsegg . . .	—	2	—	—	—	—	2 Stösse, Zittern.
Niederuzwil .	—	—	—	3—4	—	—	2 Stösse, Zittern, Klirren.
Niederbüren .	—	—	2—3	—	—	—	Stoss, Schwankungen.
Bischofszell .	—	—	2—3	—	—	—	Poltern, 2 Stösse.
- .	—	—	—	—	4—5	—	2 Stösse, Hin- und Herrütteln.
Hosenruck . .	—	—	—	3—4	—	—	Erschütterung mit Zittern.
Thundorf . .	—	2	—	—	—	—	- - -
Herisau . . .	1/2	—	—	—	—	—	Stoss ohne Zittern.
- . . .	—	—	—	—	5	—	- mit -
- . . .	—	—	2—3	—	—	—	- - Heben und Senken.
Degersheim . .	—	—	—	—	5	—	Erschütterg., Schwanken, Knattern.
St. Gallen . .	—	—	—	3—4	—	—	Geräusch, anschwellende Erschüttg.
- . .	—	—	3	—	—	—	Erschütterung, Rollen.
- . .	—	—	—	—	—	5—6	Wellenförmige Bewegung.
- . .	—	—	—	—	—	6—8	Erschütterung, wellenförmige Bewegung, abnehmend.
- . .	—	2	—	—	—	—	Stoss mit Schwankungen.
- . .	—	—	2—3	—	—	—	- - wellenförm. Bewegung.
- . .	—	—	—	3—4	—	—	Ruck - - -
- . .	—	—	—	—	—	5—6	Ruck, Krachen, wellenf. Bewegung.
- . .	1	—	—	—	—	—	Seitenruck.
Appenzell . .	—	2	—	—	—	—	2—3 Stösse mit Klirren.
Bäretswil . .	—	—	3	—	—	—	Stoss mit Zittern.
Rüti	—	2	—	—	—	—	Ruck - -
Zürich	—	—	2—3	—	—	—	Erdbewegung.
-	—	—	—	—	—	10	Herannahen und Verschwinden.
-	—	—	3	—	—	—	Stoss mit Knarren.
-	—	—	3	—	—	—	Beben mit Geräusch.
-	—	2	—	—	—	—	Dreimaliges Wanken des Sitzes.
-	—	—	3	—	—	—	Stoss mit Zittern des Hauses.
Seon	—	—	—	—	5	—	Stoss, Zittern, Rollen.
Rheinheim . .	—	2	—	—	—	—	Stoss mit Zittern.
Waldshut . .	—	—	—	—	—	5—6	Rollen, Stoss.
Hauenstein . .	—	—	—	—	—	6—8	- Ruck.
Basel	1/2	—	—	—	—	—	Ruck.
Brunnadern . .	—	1—2	—	—	—	—	Erschütterung, Zittern.
Todtnau . . .	1/2	—	—	—	—	—	-
Ueberlingen .	1	—	—	—	—	—	Ruck, Knacken.
Meersburg . .	—	—	—	—	5	—	Gepolter, Stoss, wellenf. Bewegung.
Friedrichshafen	—	1—2	—	—	—	—	Stoss mit wellenf. Schwankungen.
Buchau . . .	—	—	—	3—4	—	—	- - Schwankungen.
Oberstadion .	—	—	—	3—4	—	—	- - schaukelnder Bewegung.
Stuttgart . . .	—	—	3	—	—	—	Schwankungen des Hauses.
- . . .	—	—	3	—	—	—	Leises Zittern, starke Erschütterg.
- . . .	1	—	—	—	—	—	Ruck von der Seite mit Hin- und Hergehen.
Airolo	1/2	—	—	—	—	—	Leichter Stoss.

Aus der obigen Zusammenstellung ergibt sich, dass die Angaben über die Dauer des Ereignisses zwischen den Grenzen $^1/_2$ und 10 Sekunden liegen. Speziell sind:

1) 6 Angaben zu $^1/_2$ Sekunde; vorherrschende Art der Bewegung: Ruck oder Stoss.
2) 7 Angaben zu 1 Sekunde; vorherrschende Art der Bewegung: Ruck mit Zittern, Rütteln, Knacken.
3) 18 Angaben zu 1—2 und 2 Sekunden; vorherrschende Art der Bewegung: Ruck, Zittern, Schwanken.
4) 22 Angaben zu 2—3 und 3 Sekunden; vorherrschende Art der Bewegung: Zittern und wellenförm. Schwanken.
5) 14 Angaben zu 3—4 und 4 Sekunden; vorherrschende Art der Bewegung: Zittern und wellenförm. Schwanken.
6) 7 Angaben zu 4—5 und 5 Sekunden; vorherrschende Art der Bewegung: Zittern; Schwankungen; Geräusch.
7) 7 Angaben zu 5—10 Sekunden; vorherrschende Art der Bewegung: Rollen zu- und abnehmend.

Hieraus können Mittelwerte für die Dauer der Erscheinung abgeleitet werden, welche wohl geeignet sind, ein Bild vom Verlaufe zu verschaffen.

α. Mittlere Dauer eines Ruckes mit Zittern oder Rütteln (1 und 2):

$$z_1 = \frac{6 \times 0{,}5 + 7 \times 1}{13} = 0{,}8 \text{ Sekunden.}$$

β. Mittlere Dauer der Erschütterung mit Schwankungen (3, 4, 5):

$$z_2 = \frac{5 \times 1{,}5 + 13 \times 2 + 11 \times 2{,}5 + 11 \times 3 + 11 \times 3{,}5 + 3 \times 4}{54} = 2{,}6 \text{ Sek.}$$

γ. Mittlere Dauer der Erschütterung verbunden mit Rollen oder Donner (6, 7):

$$z_3 = \frac{1 \times 4{,}5 + 6 \times 5 + 3 \times 5{,}5 + 2 \times 7 + 1 \times 7{,}5 + 1 \times 10}{14} = 5{,}9 \text{ Sek.}$$

Zusammenfassend hat sich nun das Resultat ergeben, dass an denjenigen Orten, an denen nur ein blosser Ruck oder ein Ruck mit Zittern beobachtet worden ist, die ganze Erscheinung bloss 0,8 Sekunden dauerte, an den Orten, wo die Erschütterung wellenförmig oder der Stoss so intensiv war, dass Gegenstände ins Schwanken gerieten, die Bewegung 2,6 Sekunden anhielt und schliesslich Beobachter, welche sich

in der günstigen Situation befanden, ein Rollen, Donnern, Rauschen, Zischen, Poltern etc. *vor* oder *vor* und *nach* zu hören, den Genuss der Naturerscheinung 5,9 Sekunden lang hatten.

Ueber die Wellenbewegung in den Quartärbildungen.

Aus einigen wenigen Beobachtungen ist unzweifelhaft zu entnehmen, dass in den Quartärschichten stellenweise zwei bis vier Wellen hintereinander hergingen, welche die Gebäude in ähnlich schwankende Bewegungen versetzten, wie die Wellen der See das schwimmende Schiff. Solche Beobachtungen verbunden mit Zeitangaben sind geeignet Schwingungszahl und Schwingungsdauer einzelner Punkte und die Länge der Erdbebenwelle zu ermitteln. Es sollen die sachbezüglichen Beobachtungen in extenso angeführt werden.

1. *Konstanz:* „Der Stuhl, auf dem ich sass, erhielt einen Ruck von West und unten und wurde *viermal* hin- und herbewegt.“ Dauer 3 Sekunden.
2. *St. Gallen* (Poststrasse, Torfboden): „Zwei Stösse oder vielmehr Schwankungen in kaum bemerkbarem Zwischenraum. Das Schwanken war wie auf dem Schiff; die südöstliche Mauer schien sich stark gegen mich zu neigen und zwar bei beiden Stössen. Die gleiche Beobachtung machten meine Angestellten im Parterre des gleichen Hauses. Die Dauer war 2—3 Sekunden.“ Richtung SE-NW.
3. *Herisau* (Torfboden): „Meine Frau am Seitenfenster im Polsterfauteuil und ich am vordern Fenster auf dem Rohrstuhle sitzend wurden gleichzeitig zwei bis dreimal in die Höhe gehoben. Nach 2—3 Sekunden trat wieder völlige Ruhe ein. Länger hat die Erscheinung jedenfalls nicht gedauert.“ Richtung SW-NE.
4. *Wil* (Quartärschichten): „Drei starke Stösse von unten nach oben mit schaukelnder Bewegung. Dauer zirka 2 Sekunden.“ Richtung E-W.
5. *Oberhofen* (Schuttboden): „Drei rasch aufeinanderfolgende, wellenförmige Stösse, von denen der dritte der stärkste war. Die Stösse dauerten 1—2 Sekunden und das nachfolgende Zittern 2 Sekunden.“ Richtung E-W.

6. *Zürich* (Usteristrasse): „ . . gleichzeitig bemerkte ich deutlich, dass der Sitz unter mir wankte und zwar *dreimal* von West nach Ost. Die Dauer war höchstens 2 Sekunden."
7. *Stuttgart:* „Das Gebäude steht auf Lehm und den untern Mergeln des mittlern Keupers. Es wurde nur *ein* Stoss verspürt, gefolgt von kurzer hin- und hergehender Bewegung in der Stossrichtung (WNW-ESE). Die Dauer der ganzen Erscheinung war nicht ganz *eine* Sekunde."

Hieraus ergeben sich für die Schwingungsdauer die Zahlen:

1. Konstanz	4	Schwingungen in	3	Sek. : t_1	= 0,75 Sek.
2. St. Gallen	2	-	- $2\frac{1}{2}$	- : t_2	= 1,25 -
3. Herisau	2—3	-	- 2—3	- : t_3	= 1,00 -
4. Wil	3	-	- 2	- : t_4	= 0,67 -
5. Oberhofen	3	-	- $1\frac{1}{2}$	- : t_5	= 0,50 -
6. Zürich	3	-	- 2	- : t_6	= 0,67 -
7. Stuttgart	1	-	- $\frac{3}{4}$	- : t_7	= 0,75 -
					t_m = 0,80 Sek.

Als Mittelwert der Schwingungsdauer ergibt sich somit *0,8 Sekunden,* als Schwingungszahl $n = \frac{1}{0,8} = 1,25$ Sek. und als *Wellenlänge* $\gamma = c\,t = 93 \times 0,8 = 74,4$ m, oder abgerundet *74 m. Die Bewegung der obersten Schichten der Quartärbildungen war demnach der Art, dass sich während der Dauer von 0,8 Sekunden eine Welle von 74 m Länge, bestehend aus einem Berge und einem Tale unter den Füssen des Beobachters hinweg bewegte. Der Berg bewirkte ein Vorneigen und Heben, das darauffolgende Tal ein Rückneigen und Senken vertikal stehender, fester Gegenstände und ein Schwingen der beweglichen Objekte in der Richtung der Fortpflanzung.*

Wo die Welle zwischen festen Wänden (Molassehügeln) hin und her reflektirt wurde, mussten stehende Transversalwellen von gleicher Länge und Schwingungsdauer zur Entstehung kommen, welche den Objekten der Oberfläche einen rein vertikalen Stoss oder Schlag versetzten und als Heben und Senken ohne Schwankungen verspürt worden sind.

Ueber die Wellenbewegung in der Molasse.

In Gebäuden, welche direkt auf Molasse erbaut sind, äusserte sich das Beben nur als *Ruck oder Stoss* mit oder ohne Zittern und Klirren beweglicher Gegenstände, für keinen Ort durch eine hin- und hergehende Bewegung. Dieses spricht dafür, dass in dem festen Gesteine bloss eine Verschiebung, ein schlangenartiges Nachziehen und Vorschnellen stattgefunden haben muss. Die Dauer der Verschiebung, welche als halbe Schwingungsdauer einer fortschreitenden Longitudinalwelle aufgefasst werden darf, kann nicht mit der gleichen Zuverlässigkeit ermittelt werden, wie die der Quartärbildungen. Immerhin gibt es einige Beobachtungen, welche Anhaltspunkte zur Beurteilung liefern. Aus den Umständen, dass einerseits von Beobachtern in Herisau, Airolo und Todtnau die Dauer des Ruckes zu kaum $^1/_2$ Sekunde, in Frauenfeld und Gerlikon zu kleiner als eine ganze Sekunde angegeben wird und dass anderseits im vorigen Abschnitte die mittlere Dauer des Ruckes mit Zittern zu 0,8 Sekunden berechnet worden ist, scheint es wahrscheinlich zu sein, dass die Dauer des Stosses oder einer halben Schwingung wenig von 0,4 Sekunden verschieden war und die ganze Schwingungsdauer in der Molassenwelle (0,8 Sek.) mit derjenigen der Quartärwellen übereinstimmend gewesen ist.

In Wirklichkeit war das Wellensystem der Molasse das primäre und dasjenige der Quartärbildungen das sekundäre. Jede Welle im Quartär wurde verursacht durch einen Anprall der über die Gleichgewichtslage hinausschnellenden Seitengehänge der Molasse. Demnach muss die Zahl der Schwingungen in der Molasse die gleiche sein, wie die Zahl der Hebungen und Senkungen oder Hin- und Herschwingungen im Quartär. Auch vom rein theoretischen Standpunkte aus findet die behauptete Uebereinstimmung ihre Begründung, welche darin besteht, dass die Wellen beim Uebergange aus einem Medium ins andere im allgemeinen weder Schwingungszahl noch Schwingungsdauer, wohl aber Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Wellenlänge ändern. Darnach ergibt sich für die *Länge der Longitudinalwelle in der Molasse 266 m* (Geschwindigkeit 333 $^1/_3$ m, Schwingungsdauer 0,8 Sek.).

Erwiesenermassen hat die Bewegung längs der Linie Zug-Niederuzwil-Buchloë begonnen. Nach dem Ablösen der Molasse von der Unterlage erzeugte der gegen die Alpen gerichtete Vorstoss einerseits eine südwärts fortschreitende Verdichtung oder Stauung, der eine Verdünnung oder Dehnung nachfolgte, anderseits eine nordwärts wandernde Verdünnung oder Dehnung mit nachfolgender Verdichtung oder Stauung. *Demnach erstreckte sich die gleichzeitige Bewegung nicht über das ganze Gebiet der Molasse, sondern nur über zwei unter sich und zur nördlichsten Antiklinale parallele Bänder von 266 m Breite, welche in den auf- und zwischenlagernden Quartärbildungen die sekundären Wellenbewegungen zur Folge hatten.*

Verlauf des Erdbebens vom 7. Januar 1889.

Die Ergebnisse der einzelnen Abschnitte der speziellen Untersuchung zusammengefasst sprechen in allen Teilen für den nachfolgenden Verlauf des Phänomens.

Um 11 Uhr 53 Minuten (mittlere Bernerzeit) vormittags löste sich längs der Linie Zug-Niederuzwil-Arbon-Langenargen-Buchloë zwischen den nahezu parallel verlaufenden Flüssen Reuss und Iller ein langgestrecktes Band der Molasse in ihrer ganzen Mächtigkeit von der Unterlage los und machte einen Ruck von NNW gegen SSE normal zum parallelverlaufenden Nordrand der nördlichen Alpenkette. Dieser Ruck bewirkte einen Stoss auf die südlich anstossenden Molassemassen, erzeugte damit ein kontinuirliches Vorwärtsschnellen der Schichten d. h. eine nach SSE fortschreitende Longitudinalwelle mit vorausgehender Verdichtung; die Fortpflanzungsgeschwindigkeit war konstant 333 m, so lange das Medium gleichartig d. i. Molasse war. Am Nordrand der Alpenkette prallte die Welle an und wurde hier in zwei Hauptteile zerlegt; der eine Teil kehrte als reflektirte Welle zurück, der andere durchschritt mit veränderter Geschwindigkeit ($>$ 1500 m) das Innere der Alpen, um auf der entgegengesetzten, freien Seite wieder zu tage zu treten (Isolationspunkte: Sargans, Netstall, Ennenda, Leuggelbach, Olivone und Airolo). Die Welle erreichte 11 Uhr 54 Min. 10 Sek. die Alpen und (spätestens) 11 Uhr 54 Min. 50 Sek. Airolo. Der Ruck übte aber anderseits d. h.

auf die nördlich der Linie Zug-Niederuzwil angrenzenden Molassemassen einen Zug aus; die anstossenden Partien wurden gedehnt, es bildete sich eine Verdünnung, die ein (schlangenartiges) kontinuirliches Nachrücken zur Folge hatte. So entstund eine nach NNW fortschreitende Longitudinalwelle mit vorausgehender Verdünnung. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit blieb auch hier konstant (333 m), so lange die Welle in der Molasse verblieb; sie veränderte sich jedoch beim Uebergange ins Jura- und Schwarzwaldgestein an der Nordgrenze des Molassegebietes (im Juragestein > 1400 m). Die Welle traf in Aarau um 11 Uhr 55 Minuten, in Schaffhausen um 11 Uhr 55 Minuten 30 Sekunden, in Ulm (am Nordfuss der Rauhen Alp) um 11 Uhr 55 Minuten 54 Sekunden, in Kandern und Todtnau um 11 Uhr 56 Minuten 10 Sekunden, in Stuttgart und Burgstall um 11 Uhr 56 Minuten 30 Sekunden ein.

Aehnlich wie im Wasser durch einen Schlag mit einem festen Körper vor demselben eine fortschreitende Kreiswelle mit schmalem Berge und breitem Tale hervorgerufen wird, erzeugten die Molassehügel durch ihren Stoss auf die in den west-östlich verlaufenden Tälern eingelagerten Quartärbildungen ein sekundäres Wellensystem mit fortschreitenden Wellenbergen und Wellentälern. In Tälern, deren Axen auf der Fortpflanzungsrichtung der Molassewelle normal stunden und deren Seitengehänge parallel waren, kamen stehende Wellen mit Hebungen und Senkungen ohne Schwankungen zu stande; in Tälern dagegen, die sich nach Westen oder Osten ausweiteten, bildeten sich axial (west-östlich und umgekehrt) fortschreitende Wellenberge und Wellentäler. Die Wellen dieses sekundären Systems hatten eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 93 m und eine Wellenlänge von 74 m.

Wie durch das Schieben eines schweren Gegenstandes auf einer holperigen, rauhen Unterlage ein Zittern des Bodens und des Körpers entsteht, so bestunden die Wirkungen in Gebäuden mit *felsiger* Unterlage in einem Rucke mit Rütteln und Zittern, verbunden mit einem Knattern, Poltern und dumpfen Rollen. Infolge der übereinstimmenden Geschwindigkeit der Molassewelle mit derjenigen des Schalles in der Luft hielt das Geräusch der Erdbebenwelle Schritt und es stellten sich jeweils Beben und Geräusch *gleichzeitig* ein.

Bei der Bewegung lockerer Gesteinsmassen reiben sich die einzelnen Schichten und Partien überhaupt aneinander, es entstehen Geräusche, wie sie in Flussläufen bei Hochwasser durch die abwärts wälzenden Kiesmassen erzeugt werden, nämlich Rollen, Rauschen und Zischen. So entstunden auch die Geräusche in den Quartärschichten und den Bildungen der Gegenwart, welche der Wellenbewegung vorauseilten und daher auch schon vor dem Rucke oder Schlage gehört worden sind. Die Bewegung der einzelnen Teilchen der Oberflächen bestunden in einem anfänglichen Heben oder Steigen, dem ein Vorrücken und nachträgliches Sinken folgte. Das feste Fundament erhielt daher einen Schlag, wie wenn ein schwerer Gegenstand an diejenige Seite des Hauses geworfen worden wäre, von welcher Geräusch und Bewegung den Beobachter erreichten. Indem Berg und Tal unter den Gebäuden hinwegzogen, traten Hebungen und Vorneigen, dann Senkungen und Rückneigen vertikaler Wände und Wackeln beweglicher Gegenstände, überhaupt Schwankungen, wie auf einem von den Wellen geschaukelten Schiffe ein.

Das ganze Beben bestand somit aus undulatorischen Bewegungen zweier Wellensysteme, wovon das eine, primäre, mit meridionaler Richtung der Molasse, das andere, sekundäre, mit äquatorialer Richtung den jüngern Gebilden angehörte. Die Wellensysteme erzeugten zwei Systeme Homoseisten, von denen das eine zum Nordrand der Alpen parallel, das andere dazu normal verläuft. Die Existenz eines Zentrums im Innern der Erde ist für den behandelten Fall ausgeschlossen und für die Molassebeben überhaupt wenigstens in meinen Augen fraglich geworden.

Ueber die Nachbeben.

Wie die meisten Erdbeben, so hatte auch dasjenige vom 7. Januar mittags 12 Uhr eine Reihe Nachzügler geringerer Intensität, welche nur von einzelnen Personen beobachtet worden sind. Es wurden Nachbeben konstatirt:

1. am 7. Januar abends in St. Gallen,
2. - 9. - 1—2 Uhr morgens in Herisau,
3. - 10. - ca 7 - - - Tägerwilen,

4. am 11. Januar 3 Uhr 40 Min. morgens in Zürich,
5. - 25. - ½10 - morgens in Rothenhausen,
6. - 25. - 10 - - - Rothenhausen,
7. - 25. - 1 - 20 Min. nachm. in Rothenhausen,
8. - 26. - 12 - 15—20 Min. mittags in Affeltrangen, Lommis, Oberbussnang, Rothenhausen, Hosenruck, Istighofen, Oberhofen, Heiterschen, Eschlikon, Sirnach, Fischenthal und Degersheim.

Die Beobachtungen waren überall ähnlich denjenigen vom 7. Januar; die Intensität nirgends stärker als vom IV. Grade.

Mit diesem letzten Beben schien das Gleichgewicht auf längere Zeit wieder hergestellt zu sein.

Allgemeine Witterungsverhältnisse.[1]

Schon seit Jahresanfang gehörte Zentraleuropa zu einem Gebiete hohen Luftdruckes; nur im hohen Norden und im Süden Italiens lagerten Depressionen, welche aber so entfernt lagen, dass ihr Einfluss auf Mitteleuropa kaum bemerkbar war. Ueber dem Erdbebengebiete herrschten bis zum 9. Januar nur ganz leichte, unregelmässige Winde, vielerorts Windstillen mit nebligem, dunstigem Wetter. Der Stabilität des barometrischen Maximums entsprach auch diejenige der Temperatur. Eine ziemlich stramme Kälte beherrschte das Terrain; die Thermometer bewegten sich allgemein zwischen 6—8 ° Kälte. Das Erschütterungsgebiet lag am 6., 7. und selbst noch am 8. Januar zwischen den Isobaren 765 und 770 mm, so dass also hierorts die Barometerschwankungen als ganz unbedeutend erklärt werden müssen. Am 8. Januar morgens hatte jedoch eine stark ausgeprägte Cyklone von ganz Grossbritannien Besitz ergriffen und die Isobare 760 mm bis an die Ostküste zurückgedrängt, während die Linie 745 mm mitten über Irland hinwegzog. Infolge der ziemlich hohen barometrischen Gradienten hatten gewaltige Stürme bereits die stagnirende Luft aufgewühlt. Die Saugkraft der Cyklone hatte ihre Wirkungen bis an den Nordfuss der Alpen ausgedehnt und in die Stellungen der Windfahnen fast einheit-

[1] Nach den Wetterberichten der schweiz. meteor. Centralanstalt in Zürich.

lich nord-südliche Richtung hineingebracht. Der Witterungsumschlag am Nordfuss der Alpen ist natürlich nicht am 8. Januar morgens plötzlich, sondern im Laufe des vorhergehenden Tages allmälig erfolgt. Gerade zur Zeit des Bebens war der Umschlag im vollen Gange, was aus der nachfolgenden Zusammenstellung hervorgeht.

	Temperatur am 7. Januar		
	vormittags 7 Uhr	mittags 1 Uhr	Aenderung
Zürich	— 8° C	— 3° C	+ 5° C
Frauenfeld	— 7° -	— 3° -	+ 4° -
Glarus	— 7° -	— 1° -	+ 6° -
Chur	0° -	7° -	+ 7° -
Basel	— 5° -	— 2° -	+ 3° -
Bern	— 8° -	— 2° -	+ 6° -
Luzern	— 6° -	— 1° -	+ 5° -
Heiden	0° -	3° -	+ 3° -
Säntis	— 8° -	— 5° -	+ 3° -
Mittel:	— 5,44° C	— 0,77° C	+ 4,7° C

Trotzdem der Himmel am Nachmittag wie am frühen Vormittag bewölkt und das Wetter neblig waren, hatte sich die Temperatur im allgemeinen um zirka 5° C gehoben und mancherorts Schneefall und Tauwetter ins Leben gerufen; Konstanz meldet eine Stunde nach dem Beben Sprühregen, Waldsee Witterungsumschlag, Uehlingen Schneefall, Basel 11 Uhr 45 Min. Schneefall, Frauenfeld nachmittags Eisregen, Stuttgart abends Schneefall.

Der ganze Witterungsumschlag, wie er erfolgt ist, kann nach dem heutigen Stande der Meteorologie unzweifelhaft aus der über Irland herangerückten Depression erklärt werden und würde auch ohne Erdbeben in derselben Weise erfolgt und verlaufen sein. Aber umgekehrt kann der Umschlag auch kein Bestandteil der Auslösungsursachen gebildet haben, da sich einerseits zur Zeit des Bebens der Einfluss der Cyklone erst auf die Temperatur der Luft und noch nicht in merklicher Weise auf den Luftdruck erstreckt hatte und anderseits die physikalische Beschaffenheit der Erdoberfläche vom Umschlage noch nicht berührt war. Es scheint mir daher die Behauptung genügend begründet zu sein, *dass wenigstens in diesem Falle der Witterungsumschlag, überhaupt der atmosphärisehe Zustand zum Erdbeben in keinem kausalen Zusammenhang gestanden ist.*

Konstellation von Sonne, Mond und Erde am 7. Januar.

Die nachfolgenden Zahlenwerte sind dem vom deutschen Reichsamte herausgegebenen nautischen Jahrbuche pro 1889 entnommen; dieselben beziehen sich auf die Sternwarte zu Greenwich. Weil der Mittagsunterschied zwischen Greenwich und der Mittellinie des Erdbebengebietes bloss 35 Minuten beträgt, so habe ich die Reduktion auf letztere unterlassen.

Am 7. Januar mittags 12 Uhr waren:

a. für die *Sonne:*

1. die Deklination — 22° 18′ 46″
2. der Halbmesser 16′ 18″;

b. für den *Mond:*

3. die Deklination — 4° 33′ 50″
4. der Halbmesser 15′ 21″
5. die Horizontalparallaxe 56′ 13″
6. das Alter 5^d, 6
7. der Abstand von der Sonne 72° 30′ 54″
8. die Erdferne am 12. Jan. 5 Uhr (nachm.)
9. die Erdnähe am 28. Jan. 7 Uhr (nachm.)
10. der Abstand von der Erde: 61,155 Erdradien.

Die Hauptphasen des Mondes fielen auf nachfolgende Daten und Stunden (für die Mittellinie des Erdbebengebietes):

Erster Neumond	am	1.	Jan.	9	Uhr	43	Min.	(abends)
Erstes Viertel	-	9.	-	1	-	16	-	(morgens)
Vollmond	-	17.	-	6	-	12	-	(morgens)
Letztes Viertel	-	24.	-	4	-	32	-	(nachm.)
Zweiter Neumond	-	31.	-	9	-	45	-	(vorm.).

Wenn die Erde in der Sonnennähe ist, so beträgt der scheinbare Halbmesser der Sonne 16′ 18″, 25; wenn sie in der Sonnenferne ist 15′ 46″.

Ferner ist der Abstand des Mondes in der
Erdnähe 57,012 Erdradien, in der
Erdferne 63,273 Erdradien.

Daraus folgt, dass von allen Punkten nur zwei sind, welche eine Auslösung zu begünstigen im Falle gewesen wären; es sind das die Umstände, dass sich die Erde nahezu in der Sonnennähe und der Mond sich nahe dem Aequator befanden. Dagegen war die Monddistanz der Sonne 72° 30′ 54″,

weshalb Sonne und Mond im entgegengesetzten Sinne wirkten und die Sonnennähe der Erde eher einen negativen Einfluss hatte; dazu kommt noch, dass der Abstand des Mondes von der Erde grösser war, als die mittlere Entfernung. *Die Gesamtkonstellation der drei Himmelskörper konnte daher keinen fördernden Einfluss auf die Auslösung ausüben.*

III. Teil.

Zusammenstellung der Ergebnisse.

a. Ausbreitung und Dichte. Die vom Erdbeben bestrichene Fläche verbreitet sich über die aneinanderstossenden Grenzgebiete des Grossherzogtums Baden, des Königreichs Würtemberg und der Schweiz. Die Grenzlinie verbindet die Orte Basel, Kandern, Todtnau, Brunnadern, Schaffhausen, Stein, Steckborn, Reichenau, Wollmatingen, Ueberlingen, Menningen, Tübingen, Stuttgart, Burgstall, Ulm, Laupheim, Warthausen, Biberach, Waldsee, Wolfegg, St. Margrethen, Altstätten, Appenzell, Nesslau, Reichenburg bei Lachen, Aegeri, Zug, Olten, Basel. Ausserhalb des eben umschriebenen Gebietes wurden noch in den Ortschaften Netstall, Ennenda, Leuggelbach, Sargans (Chur), Olivone und Airolo Wahrnehmungen gemacht. Da jedoch diese Punkte durch grosse Gebirge vom eigentlichen Erschütterungsgebiete getrennt sind, so sind dieselben äusserlich als Isolationspunkte zu betrachten. Die zusammenhängende Fläche misst in abgerundeter Zahl 15000 km^2 oder 273 geographische Quadratmeilen. Der nördlichste Punkt des Gebietes ist *Burgstall* (bei Stuttgart), der südlichste *Airolo;* die Entfernung der beiden Orte beträgt 266 km; in west-östlicher Richtung bilden *Basel* und *Ulm* im Abstande von 200 km die Grenzpunkte. Die Form der Fläche ist die eines unvollständig gebogenen Hufeisens mit breitgeschlagenen Lamellen oder Lappen; die Axe der östlichen Lamelle verbindet Friedrichshafen mit Burgstall, diejenige der westlichen beiläufig Zürich mit Kandern (im Schwarzwald). Die Biegungsstelle wird gebildet durch einen den Kantonen Thurgau, St. Gallen

und Appenzell angehörenden Landstreifen zwischen dem Untersee einerseits und dem Nordfuss des Säntis anderseits. Die Dichte der Meldepunkte ist in den verschiedenen Teilen sehr ungleich, an der Biegungsstelle durchschnittlich achtmal grösser als in der westlichen und zwanzigmal grösser als in der östlichen Lamelle. Das erwähnte Gebiet zwischen Untersee und Säntis ist ein *nach Westen* und *Osten geradlinig begrenzter Streifen grösster Dichte;* die westliche Grenze fällt zusammen mit dem Toggenburg und Murgtale, geht speziell nahezu durch die Orte Ebnat, Wattwil, Lichtensteig, Mosnang, Oberdussnang, Tuttwil, Aadorf, Aawangen, Gerlikon, Frauenfeld und hat die Lage N 30° 30′ W; die Ostgrenze geht durch Meersburg a. B. und hat die Richtung N 21° W. Der von den Grenzlinien eingeschlossene Winkel ist 9° 30′; die Mittellinie verbindet Urnäsch mit Weinfelden und Berlingen (a. Untersee); ihre Lage ist N 25° 45′ W (sehr annähernd SSE - NNW). Die Mittellinie des Streifens grösster Dichte halbirt auch die Verbindungslinie der west-östlichen Grenzpunkte (Basel-Ulm), steht auf derselben normal und bildet somit auch die Mittellinie des knieförmig gebogenen Gesamtgebietes.

In orographischer Hinsicht ist das Erdbebengebiet zum grössten Teile so gestaltet, dass in den beiden Lamellen die Täler und somit auch die Bergrücken vorherrschend nordnordwestliche Richtung haben, somit zur Mittellinie parallel verlaufen, im Streifen grösster Dichte dagegen senkrecht darauf stehen. *Die Bewegung der obersten Erdschichten ist daher so gewesen, dass dieselbe in Tälern mit westsüdwestostnordöstlicher Richtung häufiger zu tage treten musste, als in solchen mit nordnordwestlicher Axenlage.*

b. Intensität. Die oberflächlichen Wirkungen des Erdbebens äusserten sich ausnahmslos in den Tälern intensiver als auf den anstossenden Anhöhen. Die kräftigsten Erschütterungen fallen in die Mitten der Talsohlen der Lauche und Thur; überhaupt lehnt sich überall, wo eine grössere Anzahl von Beobachtungspunkten höherer Intensitätsgrade auftreten, eine Talsohle an eine Berghalde mit äquatorialer Richtung (W-E). Das Erdbebengebiet besitzt kein Zentrum grösster Intensität oder Epizentrum, sondern *es ist der Streifen grösster Dichte auch gleichzeitig ein Streifen grösster Intensität, weshalb*

die Bewegung der obersten Erdschichten auch eine derartige gewesen ist, dass in den Tälern mit westöstlicher Axenrichtung die heftigsten Erschütterungen auftreten mussten.

c. Richtung der Bewegung. Es sind drei Richtungen vorherrschend vertreten, nämlich N-S, W-E und NW-SE; ferner gibt es auch Orte, deren Beobachter einen rein vertikalen Stoss ohne Schwankungen, nur mit Heben und Senken oder anhaltendem Zittern konstatirten. Die Orte mit nordsüdlicher Richtung liegen fast ausschliesslich auf Berghöhen oder am Nord- oder Südfusse von Bergrücken, während diejenigen mit westöstlicher Richtung mehr auf freiem Talgrunde angetroffen werden. Diese Tatsache tritt hauptsächlich augenscheinlich im Streifen grösster Dichte und Intensität zu tage. So haben Emmishofen und Egelshofen die Richtung S-N, Kreuzlingen und Konstanz W-E, Oftershausen, Berg, Mattwil, Mauren, Oberhard, Märstetten auf dem Seerücken bezw. am Südfuss desselben S-N, dagegen Oberbussnang und Istighofen in der Mitte der Talsohle W-E, ferner auf den Höhen von Gerlikon, Tuttwil, Oberuzwil und Herisau N-S und etwas entfernt von den Bergabhängen in Wil, Wängi, Münchwilen wieder W-E. *Es scheinen sich daher die Bergmassen normal, der Talgrund parallel zu den westöstlich gelegenen Talstrecken bewegt zu haben.* Nun bestehen die Bergmassen des Seerückens, Ottenberges, Stähelibucks, Immenberges, Gerlikerberges, sowie auch das ganze Säntisvorland aus Molasse, welche von der Nordseite her bis in die Nachbarschaft der Linie Rorschach-Engelburg-Degersheim-Dietfurt (im Toggenburg)-Zürichsee (Mitte) horizontal, von hier aus gegen die Säntiskette hin gefaltet ist. Die zwischen den genannten Höhenzügen und Bergkegeln gelegenen Talsohlen bestehen aus glacialen und postglacialen Alluvionen, aus Moränenschutt und jüngsten Gebilden. Die meridionalen Bewegungsrichtungen gehören demnach der Molasse an, die äquatorialen den Quartärschichten und den lockern Geschieben der Gegenwart. Die Richtungsverhältnisse im Streifen grösster Dichte und Intensität sind demnach derart, wie wenn die ganze Molassemasse eine Bewegung in der Richtung N-S gemacht und die in den Tälern liegenden Massen geringerer Konsistenz Pressungen erfahren hätten, welche ein wellenförmiges

Ausweichen nach den sich ausweitenden Talmündungen zur Folge haben mussten.

Aus ganz zuverlässigen und klar beschriebenen Beobachtungen geht hervor, dass die Bewegung nicht auf der ganzen Fläche gleichzeitig war, sondern dass vielmehr zwischen Bischofszell einerseits und der Linie Oberuzwil-St. Gallen anderseits eine Linie existirt haben muss, längs welcher die Bewegung begonnen und sich sowohl nord- als südwärts fortschreitend ausgebreitet hat. Diese Scheidelinie für die Richtung der fortschreitenden Bewegung liegt somit in der Nachbarschaft derjenigen Linie, längs welcher die horizontalen Molasseschichten in gefaltete übergehen.

Weitere Schlüsse über die seitliche Bewegungsrichtung ergeben sich durch den Vergleich der gegenseitigen Lage der Grenzlinien des Streifens grösster Dichte und der Lage der nördlichsten Antiklinale.

1. Der westl. Teil der 1. Antiklinale hat die Lage N 58° 30′ E, die westl. Grenzlinie des Streifens - - - N 30° 30′ W, somit ist der eingeschlossene Winkel 89°.
2. Der östliche Teil der 1. Antiklinale hat die Lage N 70° E, die östliche Grenzlinie des Streifens - - - N 21° W, somit ist der eingeschlossene Winkel 91°.
3. Die mittlere Richtung der 1. Antiklinale ist N 64° 15′ E, die Richtung der Mittellinie des Streifens ist N 25° 45′ W, somit ist der eingeschlossene Winkel 90°.

Die Mittellinie oder Axe des Streifens grösster Dichte und Intensität steht also senkrecht auf der Mittelrichtung der nördlichsten Antiklinale. Diese Tatsache spricht dafür, dass die von den meisten Berichterstattern angegebene Richtung N-S richtiger NNW-SSE heissen sollte und *dass sich also der felsige Unterbau* d. i. *die Molasse in der Richtung der Linie N 25° 45′ W bewegt hat.*

Die für den westlichen Teil und die nördlich vom Bodensee gelegene Fläche in analoger Weise geführte Untersuchung führt auch zu einem analogen Resultate, das nun allgemein in folgendem Schlusssatze zusammengefasst werden kann:

Die Bewegung war im ganzen Erdbebengebiet derart, dass das gemeinsame Grundgestein, die Molasse, auch eine gemeinsame, in allen Teilen nahezu parallele Verschiebung erlitten hat. Die Verschiebung erfolgte normal zur nördlichsten Antiklinale

der Molasseschichten, also auch senkrecht zum Nordabfall der Alpen, im Mittel von NNW nach SSE. Dieselbe nahm ihren Anfang längs der Linie, in welcher die horizontalgelagerten Schichten in Faltungen übergehen. Gegen NNW hin bestand die Bewegung in einem schlangenartigen Nachziehen, gegen SSE (gegen die Alpen) in einem Vorschieben. Die in den Tälern auf und vor den festen Massen liegenden, geschichteten, aber weniger kompakten Ablagerungen neuesten Datums erfuhren Pressungen, welche sich wellenartig in der Richtung der jeweiligen Talaxe (W-E) gegen die Talmündungen fortpflanzten.

d. Das Eintreffen des Bebens. Das aus den Richtungsverhältnissen abstrahirte Ergebnis wird durch die Zeitangaben bestätigt. Die niedrigste Zeitangabe 11 Uhr 53 Minuten hat *Niederuzwil,* während einerseits St. Gallen, Herisau und Lichtensteig, anderseits Frauenfeld und andere nördlichere Orte höhere Angaben machten; somit schritt die Bewegung gleichzeitig nach Süden und Norden fort. Im Westgebiete figurirt Zug ebenfalls mit 11 Uhr 53 Min. und Zürich mit 11 Uhr 53 Min. 48 ± 10 Sek.; damit ist auch hier die südnördliche Fortpflanzung konstatirt, ausserdem aber auch, dass längs der ganzen westöstlich verlaufenden Linie Zug-Niederuzwil die Bewegung *gleichzeitig* begonnen hat. Die Linie Zug-Niederuzwil ist also eine *Homoseiste* oder Linie gleichzeitigen Eintreffens und zwar diejenige, in welcher die Bewegung den Anfang machte, weshalb sie die *nullte Homoseiste* heissen möge. Die *Fortpflanzungsgeschwindigkeit war in der Molasse 333 m;* die Homoseisten höhern Ranges von 30 zu 30 Sekunden sind Aequidistanten im Abstande von 10 zu 10 km; sie gelten jedoch bloss für das Molassegebiet. Die südlichste Homoseiste ist 11 Uhr 54 Min. 10 Sek. und liegt am Nordfuss der Säntiskette, die nördlichste 11 Uhr 55 Min. bei Aarau, 11 Uhr 55 Min. 50 Sek. bei Waldshut, 11 Uhr 55 Min. 30 Sek. bei Schaffhausen. Das System der Homoseisten lässt sich vollständig auf das würtembergische Erdbebengebiet übertragen. Die nullte Homoseiste verläuft dort längs dem in den Bodensee mündenden Flüsschen Argen in nordöstlicher Richtung gegen Buchloë (N 54° E). Die nördlichste Homoseiste liegt am Südfuss der Rauhen Alp und geht durch Ulm (11 Uhr 55 Min. 54 Sek.).

Die westöstliche Wellenbewegung ist eine *Sekundärbewegung in den Quartärbildungen; in diesen ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit nur 93 m.* Im Streifen grösster Dichte lagert über dem primären, zur Molasse gehörenden, ein sekundäres, orthogonales, den Quartärbildungen entsprechendes System von Homoseisten. Dieselben laufen parallel zur Mittellinie des Streifens und geben von Minute zu Minute im Abstande von 5,58 km die Verspätung gegenüber der Molasse an. Die Zeit des Eintreffens für einen Ort, der auf Quartärbildungen erbaut ist, ist gleich der Zeit, welche der Ort hätte, wenn er auf Molasse stünde, vermehrt um die Zeit der durch den Punkt gehenden Sekundärhomoseiste.

Die Bewegung blieb jedoch weder an der südlichen noch an der nördlichen Grenze der Molasse stecken, sondern sie pflanzte sich nach den Prinzipien des Stosses einerseits durch die Alpen und anderseits durch das Juragestein hindurch fort. Auf diese Weise kamen die Isolationspunkte Sargans (Chur), Netstall, Ennenda, Leuggelbach, Airolo und Olivone zu stande und als solche sind auch Tübingen, Esslingen, Stuttgart und Burgstall zu betrachten. Zum Durchsetzen der Alpen (Nordrand-Airolo ca 60 km) brauchte die Erschütterung im Maximum 40 Sekunden, zum Ueberschreiten der Rauhen Alp (ca 64 km) höchstens 46 Sekunden, so dass die Geschwindigkeit im Juragestein im Minimum 1400 m, diejenige in den Alpen mindestens 1500 m war (unter Annahme der höchsten Zeitangaben für Stuttgart und des grösstmöglichen Fehlers für Airolo). Das Erdbeben begann somit auf der Linie Zug-Niederuzwil-Arbon-Langenargen-Buchloë um 11 Uhr 53 Min. und endigte auf der Südseite der Alpen in *Airolo* um 11 Uhr 54 Min. (+ 50 Sek.), auf der Nordseite in *Kandern* und *Todtnau* im Schwarzwalde um 11 Uhr 56 Min. 10 Sek., in *Stuttgart* und *Burgstall* um 11 Uhr 56 Min. 40 Sek. *Die grossartige Naturerscheinung auf dem beträchtlichen Flächenraum zwischen Airolo und Stuttgart, Basel und Ulm bedurfte demnach zu ihrer Abwicklung im Maximum nur 4 Minuten.*

e. Das begleitende Geräusch. An den meisten Orten waren die Erschütterungen mit Schallerscheinungen verbunden, die entweder vorausgingen oder nachfolgten, auch gab es Orte, an denen beides der Fall war. Die Natur des Geräusches

ist allgemein bekannt. Die Untersuchung lehrt, dass die Orte, welche dasselbe *vor* sowie *vor* und *nach* der Erschütterung hörten, den Quartärbildungen angehören, somit musste dort die Schallgeschwindigkeit grösser gewesen sein, als die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwelle. Kein Ort, der auf Molassefelsen erbaut ist, konstatirte Rollen oder Knattern vor der Erschütterung, wohl aber gleichzeitiges und nachheriges und daraus darf geschlossen werden, dass die Geschwindigkeit der Erdbebenwelle in der Molasse gleich oder grösser war als diejenige des Schalles in der Luft. In der Tat ergab sich ja für die Erdbebengeschwindigkeit in der Molasse 333 1/3 m, in der Quartärbildung 93 m, im Jura- und Alpengestein > 1400 m, während die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft bei der damaligen Lufttemperatur zirka 330 m gewesen sein muss. *Demnach ergibt sich, dass erstens die Verschiebungen in der Erdoberfläche mit Gepolter, Knattern, Rollen, Rauschen, Zischen etc. verbunden waren und zweitens, dass diese Schallerscheinungen der fortschreitenden Erschütterung in der Molasse Schritt hielten und derjenigen in den Quartärbildungen vorauseilten.*

f. Die Dauer des Bebens. Die Dauer der Erscheinung wurde sehr verschieden taxirt, je nachdem ein blosser Ruck, Stoss oder Schlag beobachtet wurde oder der Stoss noch von Zittern, Rütteln, Schwanken, Klirren und Rollen begleitet war. Als mittlere Dauer eines Ruckes mit Zittern ergab die Rechnung 0,8 Sekunden, für eine Erschütterung mit wellenförmigen Schwankungen und Schwingungen 2,6 Sekunden und schliesslich für eine Erschütterung mit vorheriger oder nachfolgender Schallerscheinung 5,9 Sekunden.

Aus mehreren Beobachtungen ist unzweifelhaft zu entnehmen, dass in den Quartärbildungen stellenweise zwei bis vier Wellen hintereinander herliefen, welche die Gebäude in ähnlich schwankende Bewegungen versetzten, wie die Wellen der See das schwimmende Schiff; einige der Beobachtungen sind auch mit Zeitangaben (Dauer) begleitet. Solche Angaben ermöglichten es, Schwingungsdauer, Schwingungszahl und Wellenlänge zu ermitteln. *Als Mittelwert der Schwingungsdauer eines sich hebenden und senkenden Punktes der Quartärschichten ergab sich 0,8 Sekunden und als Wellenlänge 74 m.*

Die Bewegung in den Schichten der Quartärbildungen war demnach dergestalt, dass während der Dauer von 0,8 Sekunden eine aus Berg und Tal bestehende Welle von 74 m unter den Füssen des Beobachters hinwegzog. Der Berg bewirkte ein Vorneigen und Heben, das folgende Tal ein Rückneigen und Senken vertikal stehender, fester Objekte und ein Schwingen der beweglichen Gegenstände in der Richtung der Fortpflanzung. Wo die Welle zwischen festen Wänden (Molassehügeln) hin und her reflektirt wurde, mussten stehende Transversalwellen von gleicher Länge und gleicher Schwingungsdauer zur Entstehung kommen, welche den Objekten der Oberfläche einen *rein vertikalen Stoss* oder Schlag versetzten und als „Heben und Senken ohne Schwankungen" beobachtet worden sind.

In Gebäuden, welche direkt auf Molasse ruhen, äusserte sich das Beben nirgends durch Heben und Senken oder Schwankungen wie auf einem Schiffe, sondern als Ruck mit Zittern, Klirren und Schwingungen aufgehängter Gegenstände an Decken und Wänden. *Die fortschreitende Welle hatte die Eigentümlichkeiten einer Longitudinalwelle mit Verdichtung und Verdünnung (Dehnung und Stauung).*

Die Beobachtungen gestatteten keine direkte Bestimmung der Schwingungsdauer. Dagegen ergibt sich sowohl aus theoretischen Gründen, als auch aus dem Umstande, dass die Sekundärwellen der Quartärschichten durch die Stösse der seitlich anstehenden Molasse hervorgerufen worden sind, für die Longitudinalwellen der Molasse die Schwingungsdauer 0,8 Sekunden. Die Längen der Wellen in den verschiedenen Medien verhalten sich wie die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten; darnach ist die Wellenlänge in der Molasse 266 m. *Die gleichzeitige Bewegung erstreckte sich nicht über das ganze Gebiet der Molasse, sondern nur über zwei unter sich und zur nördlichsten Antiklinale parallele Bänder, welche in den auf- und zwischenlagernden Quartärbildungen die sekundären Wellenbewegungen bewirkten.*

g. Nachbeben und Nebenumstände. Nach dem Hauptbeben wurden am 7., 9., 10., 11., 25. und 26. Januar noch acht zeitlich getrennte Nachbeben beobachtet; die Intensität derselben war nur von geringem Grade.

Am Morgen des Erdbebentages war infolge des Anrückens einer Cyklone gegen das Festland ein Witterungsumschlag im Gange; derselbe verlief jedoch so gelinde und ruhig, dass die physikalischen Eigenschaften der Erdoberfläche zur Zeit des Bebens unmöglich davon berührt sein konnten. Die Temperatur der Luft hatte sich am 7. Januar von früh 7 Uhr bis mittags 1 Uhr im Mittel um 4,7^0 gehoben und das Barometer war nur geringen Schwankungen unterworfen. Es scheint mir daher unzweifelhaft, dass wenigstens diesmal der Witterungsumschlag nur zufällig mit dem Erdbeben zusammengefallen ist und überhaupt der atmosphärische Zustand mit dem Beben keinen kausalen Zusammenhang hatte.

Auch die Konstellation von Sonne, Mond und Erde konnte keinen fördernden Einfluss auf die Auslösung ausgeübt haben. Als Erdbebentage waren von *Falb* der 1. und 12. Januar prophezeit; weil nun aber unser Beben am 7., also gerade in der Mitte der beiden Termine erfolgt ist, so liefert dasselbe keinen Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie.

IV. Teil.

Theorie der Molassebeben.

Das Erdbebengebiet gehört den Jura-, Kreide-, Tertiär- und Quartärformationen an; der grösste Teil fällt dem Tertiär zu und bildet ein Stück des von WSW nach ENE gezogenen Molassestreifens, das im Westen durch den Flusslauf der Reuss, im Osten durch denjenigen der Iller begrenzt ist. Sowohl auf der nördlichen als der südlichen Seite schliessen sich an das Tertiär die Kreide- und Juraformationen an und an diese krystallinisches Gestein des Schwarzwaldes und der Alpen, das die Geologen als die Grundlage aller sedimentären Formationen betrachten. Die Kreide- und Juraformationen bilden die Ränder einer langgestreckten, kanalartigen Schale, deren Boden aus den zum festen Gesteine gewordenen Sand- und Schuttmassen, dem Abwaschungsprodukte der Seitengehänge,

besteht. Diese festen Ablagerungen sind die heutige Molasse, welche ihrerseits wieder von zahlreichen Furchen, den zwischen Molassehügeln gelegenen Tälern, durchzogen ist; in den Molassetälern liegen die Quartärschichten und Bildungen der Gegenwart. Die Molasse bildet gewissermassen eine grosse Platte von bedeutender Mächtigkeit, bestehend aus einer grossen Anzahl übereinandergelagerter Schichten, welche vom Jura bis ans Vorland der Nordalpen horizontal, im letztern jedoch gefaltet sind; die Falten sind um so dichter d. h. um so stärker gestaut, je näher sie sich am Nordabhang der Alpen befinden.

Bei dem kontinuirlichen Abkühlungsprozesse der Erde wird auch die Entfernung der krystallinischen Wälle immer mehr verkleinert und dadurch erfahren die eingeschlossenen Formationen Pressungen, deren Folge die Beben der Jura-, Tertiär- und Quartärformationen sind. Wären die Schichten der Molasse zwischen den Abhängen der Alpen und der Jurakette durchweg horizontal, so bildeten sie ein durch die Krümmung der Erde bedingtes Gewölbe, das bei gleichmässiger Beschaffenheit den Seitenpressungen auch überall gleichmässigen Widerstand bieten würde. Da jedoch der Südrand der Schichten den Alpen entlang mehrfach gefaltet ist, so ist hier die Widerstandsfähigkeit gegen die Seitenpressungen gebrochen, daher geringer als auf der Nordseite, und *es muss die gegenseitige Annäherung der Ränder eine Verschiebung der Molasseplatte von Norden gegen die Alpen und eine zunehmende Stauung der Falten zur Folge haben.*

Die Verschiebung der Molasse geht jedoch nicht auf dem ganzen Gebiete gleichzeitig vor sich, sondern sie ist *eine wellenförmig-fortschreitende.*

Wie auch die Unterlage der Molasse beschaffen sein mag, unter allen Umständen setzt sie der Verschiebung einen Widerstand (Reibung) entgegen, der im Ruhezustande grösser ist, als im Momente der Verschiebung selbst. Da nun der Widerstand der Unterlage unmöglich überall derselbe sein kann (z. B. unterhalb einer Talsohle kleiner sein muss, als unterhalb eines Bergrückens), so muss ein Moment eintreten, *in welchem die horizontale Schubkraft den kleinsten Reibungswiderstand überwindet; an der Stelle, wo dieses zuerst der Fall ist, wird die Auslösung des Erdbebens eintreten.* Die Widerstandsverhältnisse werden längs der Falten nur geringe

Verschiedenheiten aufweisen; die Auslösung in einem Punkte wird daher eine nahezu *momentane Auslösung längs einer Linie zur Folge haben, die parallel zu den Falten verläuft.* Die Schubkräfte, welche die Auslösung bewirkten, werden in der ganzen Breite der Molasse, von den Alpen bis zum Jura, die Höhe des Reibungswiderstandes annähernd erreicht haben; deshalb wird das bandartig gestörte Gleichgewicht ein bandartiges Fortschreiten der Auslösung gegen Norden und Süden nach sich ziehen. Von dem Momente an, in welchem die Auslösung begonnen, bewegt sich das langgestreckte, abgelöste Molasseband um eine gewisse Strecke südwärts und bedingt einerseits in Gestalt der fortschreitenden Verdichtung einer Longitudinalwelle ein gegen die Alpen gerichtetes Vorschnellen und gleichzeitig anderseits in Form der fortschreitenden Verdünnung einer Longitudinalwelle ein gegen den Jura laufendes Nachziehen der Molasse. Es befinden sich somit während des Bebens so lange gleichzeitig *zwei* parallele Molassebänder in Bewegung, bis einerseits die Grenze d. h. südlich die Alpen oder nördlich der Jura erreicht ist.

Je mehr man sich dem Nordrande der Alpen nähert, desto stärker sind die Molassefalten gestaut und desto geringer wird die horizontale Verschiebung der Schichten sein; am Fuss der Alpen selbst wird dieselbe nahezu verschwinden. Hieraus folgt, dass auch die oberflächlichen Wirkungen um so geringer sein müssen, je näher sich ein Ort an den Alpen befindet. Tatsächlich hat beim behandelten Beben die Intensität gegen die Alpen in auffallender Weise abgenommen.

Die kinetische Energie der anprallenden Welle wird in drei Teile zerlegt, wovon sich der eine innerhalb der Falten in Molekularenergie verwandelt, der zweite als reflektirte Welle zurückkehrt und der dritte ins Innere der Alpen eintritt. Der erste Teil bleibt der direkten Beobachtung entzogen; der zweite wird unter günstigen Umständen im Alpenvorlande als „zweiter Erdstoss, der kurz nach dem ersten, aber in der entgegengesetzten Richtung erfolgt“ bemerkt werden können, und der dritte Teil schreitet mit veränderter, vergrösserter Geschwindigkeit parallel zur Angriffsfront im Innern der Alpen weiter, um da wieder zu tage zu treten, wo ein ostwestlich verlaufendes Tal tiefer als das Alpen-

vorland liegt oder doch die Höhen desselben nicht wesentlich überschreitet. Wie bei einer Reihe gleicher, elastischer Kugeln nur die letzte abspringt, wenn die erste anprallt, so beteiligen sich auch die grossen Gebirgsstöcke nicht bei der Bewegung, sondern sie liefern nur das Medium, in dem sich der Stoss fortpflanzt. Würde die ganze Energie der ankommenden Welle an die Alpen abgegeben, so würden in den Tälern mit äquatorialer Richtung Wirkungen zu tage treten, welche von denjenigen des Alpenvorlandes nur wenig verschieden wären. Bei der oben erwähnten Dreiteilung braucht es dagegen schon sehr begünstigende Umstände, um Zeuge der im Erdinnern stattfindenden Vorgänge sein zu können. Wenn am Südabhange eines Gebirgsstockes oder einer Alpenkette dieselbe Gesteinsart vorhanden ist, wie am Nordabhang, wo der Anprall erfolgt ist, so werden nach den Gesetzen des Mitschwingens die Wirkungen intensiver zu tage treten, als wenn dieses nicht der Fall ist. Die Orte *Sargans,*[1] *Ennenda, Leuggelbach*, *Olivone* und *Airolo* erscheinen oberflächlich vom eigentlichen Erdbebengebiet des 7. Januars unabhängig zu sein, weshalb ich sie als *Isolationspunkte* anführte; *kausal stehen dieselben jedoch durch die Gesetze des Stosses elastischer Körper und diejenigen des Mitschwingens mit demselben im Zusammenhange.*

Verfolgen wir nun auch die nordwärts fortschreitende Welle. Sobald diese den Nordrand der Molasseschichten erreicht hat, ist dem Südabfall der Jurakette die Möglichkeit geboten, in die normale Lage nachzurücken; das Nachrücken wird sich durch das Juragestein hindurch fortpflanzen und sich auf der Rückseite nach Art eines *ruckweisen Anziehens* bemerkbar machen. Auf diese Weise wurden in dem behandelten Beben die Orte von Waldshut bis Hauenstein, der Schwarzwald, Tübingen, Esslingen, Stuttgart und Burgstall in Mitleidenschaft gezogen.

Nach den bisher gepflogenen Ueberlegungen müssen in der Molasse immer Homoseisten auftreten, welche zum Nordrand der Alpen oder zur nördlichsten Antiklinale parallel sind, und zudem werden sowohl nördlich der Jurakette als

[1] Während Sargans seinen Anstoss durch den Gebirgsstock des Säntis hindurch erhielt, herrschte nach den Angaben der meteorologischen Zentralanstalt im Observatorium auf der Säntisspitze vollkommene Ruhe.

in den beiläufig westöstlich verlaufenden tief eingeschnittenen Alpentälern Zeitangaben vorkommen, welche von denjenigen an den Molasserändern nur wenig verschieden sind und das Eintreffen als nahezu gleichzeitig erscheinen lassen.

Die zwischen den Molassebergen eingeschlossenen Massen sind Quartärschichten und Bildungen der Gegenwart; die Molasse dient denselben sowohl als Seitenwand, als auch zur Unterlage. Die Einwirkung der Molassewelle auf die genannten Zwischenlagerungen ist abhängig von der gegenseitigen Lage. Wenn sich ein Gebiet mit Quartärschichten *vor* einem Molasseberg befindet, so dass der Stoss senkrecht zur Begrenzungsfläche erfolgt, so bewirkt die feste Molassewand einen normal zur Wand fortschreitenden Wellenberg. Kommt sodann die Welle an eine nahe gelegene parallele Gegenwand, so wird sie zum Teil zurückgeworfen und erzeugt beim Durchgang durch eine zweite ankommende Welle eine stehende Welle mit „rein vertikalen Bewegungen“ und „Stössen von unten nach oben“. Wenn dagegen die einanderzugekehrten Bergabhänge seitwärts divergiren, so entstehen Wellen, welche sich in der Richtung der Talaxen gegen die Talmündungen ausbreiten.

Während die Quartärbildungen bereits in so innigem Zusammenhang stehen, dass sich ein Anprall auf grössere Distanzen darin fortpflanzt, sind die Ablagerungen der Gegenwart so lockerer Natur, dass ein seitlicher Stoss nur eine unregelmässige Verschiebung der benachbarten Partien verursachen kann.

Die wellenförmige Bewegung der in den Talsohlen *als Unterlage dienenden Molasse* wird an der Oberfläche um so weniger bemerkt werden, je lockerer das aufliegende Material ist. Es kann sich eine Molassewelle unter einem Orte hinwegbewegen, ohne dass in demselben irgend etwas davon verspürt wird; Molasse und Auflagerung verhalten sich bei diesem Vorgange ähnlich wie ein Brett, welches unter einem aufliegenden Gegenstande hinweggezogen wird. Naturgemäss werden bei diesem Sachverhalte Häufigkeit und Intensität der Wahrnehmungen in Tälern mit nord-südlicher Axenlage geringer sein, als in solchen mit ost-westlicher, ferner in Tälern mit jüngsten Gebilden kleiner als in solchen mit Quartärschichten. Durch den *wellenartigen Verlauf der Molasse-*

verschiebung erklärt es sich, dass je nach den orographischen Verhältnissen der Oberfläche und der Natur des eingelagerten Materials innerhalb eines grossen Erdbebengebietes einerseits Zonen grosser Dichte von Beobachtungspunkten neben solchen liegen können, die sich durch bedeutende Armut an solchen auszeichnen und anderseits, dass Orte hoher und geringer Intensität unmittelbar nebeneinander getroffen werden.

Um die Wirkungen des Erdbebens auf Gebäude, Bäume und bewegliche Gegenstände erklären zu können, verfolgen wir zunächst die Erdbebenwelle in der Molasse vom Auslösungsstreifen oder der nullten Homoseiste aus.

Gegen die Alpen hin erreicht die vorschnellende Verdichtung zunächst die Nordfront oder die nördliche Ecke eines Gebäudes und erteilt dieser einen Ruck, Schub oder Schlag, der sich von Nord nach Süd durch das Gebäude hindurch fortpflanzt, um dasselbe auf der Südseite wieder zu verlassen. Die Fussboden und Wände geraten durch das Vorrutschen der Unterlage in Vibration, welche sich durch das Gebäude von unten nach oben ebenso in transversalen Schwingungen fortpflanzt, wie der Schlag an eine Telegraphenstange von unten nach oben wandert und den Draht in Schwingung versetzt. In Menschen kann diese Vibration das Gefühl eines „kalten Durchrieselns“ der Glieder von unten nach oben oder „leichten Schwindels“, an Bäumen das „Fallen des Duftes“ bewirken. Wenn die Molasseschichten ansteigend sind, so erzeugt der horizontale Schub eine vertikale Komponente, welche als vertikaler Stoss verspürt wird.

Gegen Norden tritt die Molassewelle mit einer Verdünnung an die noch ruhenden Partien heran. Das Beben beginnt mit einem Ruck gegen Süden, welcher die Gebäude auf der Südseite erfasst und dieselben unter analogen Erscheinungen, wie oben angedeutet worden ist, nordwärts durchläuft. Die Intensität des Ruckes wird auf der ganzen Front d. i. auf der ganzen Länge des Molassebandes ungefähr dieselbe sein. Gegenstände wie Schränke, Möbel, Geschirr, Lampen, Bildertafeln und auch ganze Gebäude erhalten eine ähnlich zitternde und ratternde Bewegung, wie wenn etwa ein Tisch über einen holperigen Fussboden hinweggestossen oder gezogen wird, ohne gehoben zu werden. Kleinere Sachen, die entweder an einer südlichen oder nördlichen Wand nur

leicht aufgehängt sind, wie Taschenuhren, Spiegel, Bildertafeln können dabei zu Boden fallen.

Während die Molassewelle eine fortschreitende Longitudinalwelle ist, hat die Quartärwelle transversalen Charakter; sie gehört streng genommen zu der Gattung der Wasserwellen (Kreiswellen und elliptischen Wellen). Die einzelnen Teilchen der Quartärschichten werden zuerst vorrückend etwas gehoben, hierauf senken sie sich und kehren wieder in die ursprüngliche Lage zurück. Ein Gebäude, welches auf Lehm oder Torf erbaut ist, erleidet einen Schlag von derjenigen Seite, von welcher der Wellenberg an dasselbe herankommt. Indem Berg und Tal unter einem Haus hinwegziehen, wird die Angriffswand zuerst gehoben, dann neigt sie sich vorüber, richtet sich wieder auf, biegt zurück und kommt schliesslich wieder in die normale Lage; es entstehen „Schwankungen wie auf einem Schiff". Da die Wellenlänge bloss 74 m ist, so kann ein Teil eines Gebäudes oder einer Häuserreihe schon auf dem Wellenberge stehen, während sich der andere noch auf ruhendem, horizontalen Terrain befindet, oder es kann sich die Angriffsseite schon zurückbiegen, während die Rückseite den Höhepunkt des Wellenberges noch nicht erreicht hat und daher noch vorwärts geneigt ist, oder es kann schliesslich die Angriffswand bereits wieder aus dem Wellentale in die Höhe steigen und dabei vorwärts neigen, während sich die Rückwand noch zurückbiegt. Dabei entstehen nicht nur Schwankungen aller beweglichen Gegenstände in bekannter Art und Weise, sondern auch ein Drücken und Ziehen, ein Strecken und Biegen der Balken, dass ein „Krachen und Knirschen" eintritt, „wie wenn das ganze Holzwerk aus dem Gefüge" gehen wollte. Durch das ungleichzeitige Heben und Senken des Fundamentes an verschiedenen Stellen und die Verschiebungen im Gebälke können Risse in den Mauern, im Besenwurf und in Tapeten entstehen und zwar werden dieselben in derjenigen Flucht oder Seitenwand des Gebäudes auftreten, welche mit der Fortpflanzungsrichtung der Welle zusammenfällt.

Aus dem Angeführten folgt ohne weiteres, dass die Erschütterungen in den Quartärschichten, hervorgerufen durch den seitlichen Anprall der Molassewand, im allgemeinen bedeutender und von längerer Dauer sein müssen, als diejenigen der festen Molasse selbst, dass ferner an ganz entlegenen

Stellen hohe und höchste Intensitäten gleichen Ranges auftreten können und dass schliesslich auch nur *ein Punkt grösster Intensität* vorhanden sein kann, ohne dass derselbe als *Epizentrum* in dem bekannten Sinne aufgefasst werden müsste. Ursache und Verlauf entheben uns überhaupt der Mühe, in Zukunft bei **Molassebeben** nach Zentrum und Epizentrum zu suchen.

Bei der Verschiebung der Molassebänder auf der Unterlage kommt der Boden in Vibrationen, welche in die Luft übergehen, sich dort allseitig ausbreiten und meistens als dumpfes Rollen „wie von einem schweren Wagen auf hart gefrorenem Boden" oder „von einem Eisenbahnzug" wahrgenommen werden.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles beträgt in der Luft 330—340 m, diejenige der Molassewelle $333\frac{1}{3}$ m, die der Quartärwelle 93 m, daher treffen auf Molasse Beben und Geräusch *gleichzeitig,* auf Quartärbildungen *erst* das Geräusch und *dann* die Erschütterung ein. In langen Tälern mit nord-südlicher Richtung oder in sehr breiten Tälern mit äquatorialer Axenlage können Beobachter auf Gerölle und Geschiebe neuesten Datums sogar das dumpfe Rollen hören, ohne von einer Erschütterung etwas zu bemerken.

Ueber die Nachbeben.

Wenn im Verlaufe eines Erdbebens die Molassemassen in langgestreckten Bändern zur Bewegung ausgelöst werden, so hängt die Geschwindigkeit, in welche dieselben geraten, von der Beschaffenheit der Unterlage ab. Diese kann unmöglich überall gleich sein, und deshalb ist es auch unwahrscheinlich, dass die Ruhe überall gerade in dem Punkte eintritt, welcher der neuen Gleichgewichtslage entspricht. Es kann das Band stellenweise etwas zurückbleiben und anderseits auch wieder über die Gleichgewichtslage hinausschnellen. In beiden Fällen entstehen Spannungen, welche sich auslösen werden, bevor das folgende allgemeine Beben wieder vorbereitet ist und sich in der Regel in der nächsten Zeit ausgleichen. Solche Nachbeben werden dann meistens an mehrern getrennten Orten gleichzeitig wahrgenommen.

Ausserdem können jedoch bei Anlass des Hauptbebens in Gebäuden selbst Spannungsdifferenzen entstehen, welche sich nachträglich Luft machen und dann nur von einzelnen Personen beobachtet werden.

In letzter Linie ist die Möglichkeit auch nicht ausgeschlossen, dass einzelne Berichte auf Täuschung beruhen, besonders nachts, wenn nervöse Personen, welche sich von dem Schrecken des erlebten Hauptbebens noch nicht völlig erholt haben, plötzlich erwachen.

V. Teil.

Nebenerscheinungen.

Witterungsverhältnisse und die Konstellationen von Sonne, Mond und Erde.

Nachdem die Untersuchung des Erdbebens vom 7. Januar zu dem Resultate geführt hat, dass die Molassebeben nicht in der Weise vor sich gehen, indem die ganze Schicht eine *gleichzeitige* Verschiebung erfährt, sondern so, dass die Auslösung längs eines parallel zu den nördlichsten Antiklinalen verlaufenden Bandes erfolgt und sich sowohl südlich wie nördlich in Form von Verdichtungen und Verdünnungen senkrecht zur Längsrichtung des Bandes fortpflanzt, so kann nun auch die Frage erwogen werden, ob und wie Witterungsverhältnisse und die Konstellationen von Sonne, Mond und Erde mit dem Eintreten von Erdbeben im Zusammenhange stehen.

Wenn zwischen den Alpen und der Jurakette ein Erdbeben stattgefunden hat, so ist die Pressung der Seitenwände gegen die Molasseplatte momentan gehoben, aber auch nur momentan; denn bei der kontinuirlichen Kontraktion beginnt das Spiel sofort wieder von neuem; es treten zuerst wieder leichte, dann immer stärker werdende Pressungen von der Seite auf, welche in den Falten des Alpenvorlandes nicht den Gegenhalt finden wie auf der Juraseite. Es entsteht wieder ein zunehmender Ueberdruck gegen die Alpen, der sich immer mehr dem Reibungswiderstand der Unterlage nähert, denselben

zuerst wieder längs eines Bandes erreicht und hier wieder die successive Auslösung gegen Süden und Norden einleitet. Ist nun einmal die Situation der Art, dass die Auslösung so wie so, d. h. ohne äusseres Zutun bald erfolgen müsste, so kann das Hinzutreten äusserer Ursachen das Auslösen beschleunigen und bewirken. In meteorologischer Hinsicht sind solche begünstigende Umstände der plötzliche Wechsel von hohem und tiefem Luftdrucke über dem Molassegebiete und das damit Hand in Hand gehende Eintreten gewaltiger Stürme.

Die grösste Schwankung des Barometerstandes beträgt hierzulande zirka 40 mm; dieselbe kann innert eines ganzen Dezenniums erst erreicht werden, nichtsdestoweniger auch in den Zeitraum weniger Tage fallen. Schwankungen von 30 mm innerhalb von nur drei Tagen sind keine meteorologische Seltenheit. Eine solche Schwankung macht pro Quadratmeter eine Druckverminderung von rund 400 kg, der unleugbar eine kleine Reduktion des Reibungswiderstandes zur Folge hat.

Wenn sich nun über dem Molassegebiet eine intensive Depression gebildet hat, so bewirkt dieselbe eine Aspiration und dadurch die Erhöhung des statischen Seitendruckes der Luft von Süd nach Nord gegen die nördliche Alpenkette. Dazu kommen noch die anhaltenden Windstösse gegen die durch die hohen Berge gebildeten Felswände und die Widerstände der bewegten Luft an der Erdoberfläche. Wenn alle diese Momente auch nicht im stande sind, von sich aus Erschütterungen der Bergmassen herbeizuführen, so können sie doch den Boden in Vibrationen versetzen, welche zur Lockerung des Zusammenhanges mit der Unterlage beitragen und ein *vorbereitetes* Erdbeben Stunden oder Tage eher auslösen. Es ist dieses um so eher denkbar, als es sich eben nicht um die Auslösung unter der ganzen Molasseplatte, sondern bloss längs eines Bandes (wahrscheinlich immer in der Nähe der Falten) handelt. Auf diese Weise kann ich mir auch die Entstehung der Angabe „Erdbeben“ an tiefster Stelle der Barometerskala erklären, welche sich unstreitig nicht von ungefähr, sondern auf Grund vieljähriger Beobachtungen des grossen Publikums den Platz erworben hat.

Wie durch plötzliche Abnahme des Luftdruckes, so kann auch zur Zeit des Neu- und Vollmondes, der Erdnähe des

Mondes und der Sonnennähe der Erde durch die erhöhte Attraktion der Druck der Molasseplatte auf die Unterlage vermindert und das vorbereitete Erdbeben ausgelöst werden. Schon im Anfang dieses Jahrhunderts hat der französische Professor Alexis *Perrey*[1] Erdbebenregister zusammengestellt, aus denen ein Einfluss von Mond und Sonne auf das weiche Erdinnere in der Weise hervorzugehen schien, dass einerseits die Erdbeben zur Zeit der Syzygien und des Mondperigäums häufiger werden und anderseits die Stösse mit der Nähe des Mondes am Meridiane sich mehren.

Selbst wenn wir uns von der Hypothese eines flüssigen Erdkerns frei machen, ist der Einfluss von Sonne und Mond durch die Verminderung des Druckes auf die Unterlage zur Zeit der Syzygien und des Perigäums nicht zu leugnen. Dagegen scheint es mir auf der Hand zu liegen, dass derartige Einflüsse sich nur aus Registrirungen, welche sich über Jahrzehnte erstrecken, bemerkbar machen können und dass aus dem Eintreffen oder Nichteintreffen einzelner Beben mit den erwähnten Konstellationen zuverlässige Schlüsse weder im einen noch im andern Sinne gezogen werden dürfen. Ich komme also zu dem Schlusssatz, dass *durch das Eintreffen intensiver Cyklonen über dem Molassegebiet, durch Voll- und Neumond, durch Perigäum und Perihelium die Auslösung eines vorbereiteten Erdbebens befördert und somit ein Erdbeben, welches sowieso in der nächsten Zeit zur Abwicklung gekommen wäre, in die Zeit einer derartigen Situation hineingezogen werden kann.*

Die magnetischen und elektrischen Erscheinungen.

Durch die Dehnungen und Stauungen, welche mit der Fortpflanzung der Longitudinalwelle in der Molasse verbunden sind und durch die Reibung auf der Unterlage werden Wärmewirkungen und elektrische Spannungen erzeugt; die letztern sind die Ursache der bei Molassebeben beobachteten magnetischen und elektrischen Erscheinungen. Weil die Fortpflanzung der Molassewelle bandartig ist, das bewegte Band sich aber von W nach E erstreckt, so können in dieser Richtung keine Potenzialdifferenzen und somit auch keine elektrischen Ströme

[1] Wolfs Handbuch d. Mathematik; II. Bd. p. 202.

entstehen. Dagegen kann im Innern der Verdichtung bezw. Verdünnung der ganzen Länge nach ein Potenzial auftreten, welches einen Abfluss von Elektrizität nach der Seite zur Folge hat. Der erzeugte Strom verläuft somit in der Richtung NNW-SSE, fällt mit der Richtung der Magnetnadel fast genau zusammen und zeigt das Bestreben, letztere in die Richtung E-W hineinzudrehen. Von der Erdbebenwelle aus muss das Abfliessen der Elektrizität nach Norden und Süden erfolgen; wenn daher die Welle unter einer Boussole hinweggeht, so findet zunächst ein Ausschlag nach der einen und dann nach der andern Seite statt, d. h. die Nadel gerät ins Schwanken.

Durch die entstandenen Erdströme müssen auch in langgestreckten Strombahnen mit meridionalen Richtungen (Telegraphen- und Telephonleitungen) Ströme induzirt werden; dieselben können sich auf Telegraphenbureaux bemerkbar machen und störend in den telephonischen Verkehr eingreifen, wie das tatsächlich auch von einem Beobachter des Erdbebens vom 7. Januar gemeldet worden ist.

Frauenfeld, im Mai 1889.