ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

N^o 2769.

Ueber eine durch Erdbeben veranlasste Niveaustörung.

Von Th. Albrecht.

Während der Ausführung der Längenbestimmung Berlin-Breslau-Königsberg im Jahre 1885 wurde am Abend des 2. August auf den drei Stationen Berlin, Breslau und Königsberg eine Störung der Niveaus beobachtet, welche allem Anschein nach durch ein grösseres Erdbeben in Mittel-Asien veranlasst war. Wenngleich derartige durch Erdbeben hervorgerufene Störungen des Standes der Libellen schon wiederholt beobachtet worden sind, so ist es doch bisher noch nicht gelungen, dieselben auf drei Stationen gleichzeitig wahrzunehmen und quantitativ die Störungswirkungen auf verschiedenen Stationen unter sich vergleichen zu können. Da Beobachtungen dieser Art geeignet sind, allgemeines Interesse für sich in Anspruch zu nehmen und gegenwärtig in Betreff des fraglichen Erdbebens speciellere Daten in einem Aufsätze von J. W. Ignatjew in der 2. Lieferung des XII. Bandes der »Nachrichten der Kaiserlich Russischen Geographischen Gesellschaft« vorliegen, fühle ich mich veranlasst, im Folgenden eine kurze Darstellung des Sachverhaltes zu geben.

Bevor ich indess auf die Wahrnehmungen im Jahre 1885 eingehe, halte ich es für angezeigt, kurz die Beobachtungen zu recapituliren, welche bisher über diesen Gegenstand veröffentlicht worden sind.

Am Morgen des 20. September 1867 fand Wagner in Pulkowa (vgl. Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, Tome XII pag. 231) um 5^h 55^m Sternzeit das Niveau am Passageninstrument in so starker oscillirender Bewegung, dass er eine Ablesung desselben nicht ausführen konnte. Das Niveau am Vertikalkreis, welches senkrecht gegen das vorerwähnte Niveau von Nord nach Süd gerichtet war, zeigte sich gleichfalls in beständiger Bewegung. Die Grösse der Amplitude am Niveau des Passageninstrumentes betrug im Anfange der Beobachtung 3"; sie nahm zwar im weiteren Verlauf der Beobachtung langsam ab, doch war die Schwankung um 6^h 11^m noch deutlich zu erkennen und erst um 6^h 26^m war keine Bewegung des Niveaus mehr wahrzunehmen. Um die gleiche Zeit fand in Malta ein grösseres Erdbeben statt, dessen letzter, besonders intensiver Stoss, nach inzwischen vorliegenden genaueren Zeitangaben, um 5^h 42^m Pulkowaer Sternzeit eintrat. Da das Niveau in Pulkowa um 5^h 55^m bereits in oscillirender Bewegung vorgefunden wurde, ist demnach die Fortpflanzung der Erdbebenwelle von Malta bis Pulkowa (26° im Bogen grössten Kreises) in weniger als 13^m vor sich gegangen. Wagner weist bei Gelegenheit dieser Publication auf zwei weitere Niveaustörungen hin, welche er bezw. am Abend des 16. Februar 1861 und am Morgen des 3. August 1863

beobachtet hat und die seinem Dafürhalten nach gleichfalls auf Erderschütterungen zurückzuführen sind, bei denen aber die Amplitude der Schwankungen wesentlich geringer war.

Eine weitere Beobachtung dieser Art ist im Jahresbericht der Pulkowaer Sternwarte für 1868 Seite 20 erwähnt. Am 4. April 1868 wurde in Pulkowa gegen Mitternacht eine erhebliche Unruhe der Wasserwage unabhängig von Fuss am Niveau des tragbaren Vertikalkreises und von Gromadski an den Niveaus der Collimatoren des Meridiankreises beobachtet, welche mit stärkeren Erderschütterungen in Turkestan und Central-Asien so nahe zusammenfiel, dass zwischen dem heftigsten in Taschkent beobachteten Stosse und der in Pulkowa (Entfernung 30° 2 im Bogen grössten Kreises) beobachteten Unruhe der Niveaus nur eine Zeit von 5^m verflossen war.

Durch diese Publicationen veranlasst, berichtete Argelander im Jahre 1871 (vergl. Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, Tome XV, pag. 268) über eine Niveaustörung, welche er in Bonn am Vormittage des 28. September 1849 beobachtet hat. Argelander giebt aus seinem Tagebuche folgenden Auszug:

»Die Libelle konnte nicht abgelesen werden, weil sie fortwährend in 6^s bis 7^s dauernden Schwankungen war, und zwar nicht allein die Alhidadenlibelle des Meridiankreises, sondern auch die der beiden Collimatoren. Die Schwankungen aller dieser drei Libellen waren vollkommen gleichmässig und gleichzeitig, während der Faden des Collimators fest und unverrückt zwischen den Fäden des Fernrohrs des Meridiankreises stand. Senkrecht auf den Meridian waren die Schwankungen geringer. Um 11^h 40^m Sternzeit bemerkte ich die Erscheinung zuerst, und sie dauerte bis 12^h 10^m oder 12^h 15^m.«

In den weiteren Erläuterungen giebt Argelander die Anfangsamplitude der Niveauschwankungen zu 4 Theilen = 5⁶ an. Er berichtet ferner, dass er seine beiden Assistenten herbeigerufen habe und unter Mitwirkung dieser die vollkommene Gleichmässigkeit und Gleichzeitigkeit der Schwankungen ausser Frage gestellt worden sei. In Betreff des Erdbebens, welches der Meinung Argelander's nach zweifellos die Ursache dieser Niveauschwankungen gewesen sei, liegen anderweitige Nachrichten nicht vor.

Zwei weitere durch Erdbeben veranlasste Niveaustörungen sind auf der Sternwarte in Pulkowa bezw. am 19. October 1874 von Romberg und am 10. Mai 1877 von Nyérén beobachtet worden (vergl. Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, Tome XX pag. 365 und Tome XXIV pag. 567).

Romberg berichtet über seine Wahrnehmung Folgendes :

»Am Montag den 19. October 1874 Morgens nivellierte ich die Axe des Repsold'schen Meridiankreises. Ich hatte eben die Ablesung der beiden Blasenenden gemacht, als ich beim nochmaligen Hinblicken bemerkte, dass die Blase eine ziemlich energische Bewegung nach Osten hin, wie in Folge eines Stosses, ausführte und dann langsamer nach ihrem Ruhezpunkt und ein Weniges darüber hinaus zurückkehrte. Die Grösse dieser Bewegung betrug etwa $1^s =$ nahe $2''$, und so ungewöhnlich sie an sich war, so wurde die ganze Erscheinung dadurch noch auffallender, dass sich die Bewegungen in Intervallen von 14^s bis 20^s wiederholten und zwar während eines Zeitraums von 8^m . Sie geschahen alle in derselben Art wie jene zuerst bemerkte, nur dass sie während der letzten 2^m bis 3^m allmählich an Grösse abnahmen.«

Die Erscheinung nahm die Zeit von $11^h 36^m$ bis 44^m Vormittags M. Z. Pulkowa in Anspruch. Dieselbe coincidiert mit einem starken Erdbeben in Guatemala in Mittelamerika (Entfernung im Bogen grössten Kreises 92°), das in der Nacht vom 18. zum 19. October 1874 stattfand, über welches indess nähere Angaben fehlen.

Nyrén berichtet in Betreff seiner Beobachtung am 10. Mai 1877:

»Als ich am 10. Mai bei einer Beobachtung von δ Draconis am Passageninstrumente im ersten Vertikale, um $4^h 16^m$ Morgens, die Horizontalaxe des Instrumentes nivelliren wollte, zeigte sich eine auffallende Bewegung der Blase des Niveaus, die 1^s bis $2''$ hin und her schwankte. Ich beobachtete dieses Phänomen 3^m lang, während welcher es unvermindert fortfuhr, indem die doppelte Schwingungsdauer etwas mehr als 20^s betrug. Nach der Beobachtung der Fadendurchgänge des Sterns, um $4^h 24^m$, war die Bewegung auf etwas über $0^s.5$ herabgesunken; nach Umlegung des Instrumentes, um $4^h 26^m$, dieselbe Bewegung; nach nochmaliger Beobachtung einiger Fadendurchgänge, um $4^h 31^m$, war die Bewegung noch zu bemerken, obgleich sehr schwach; um $4^h 35^m$ war die Blase wieder ganz ruhig...«

Um die gleiche Zeit hat an der Westküste Südamerikas ein starkes Erdbeben stattgefunden, als dessen Centrum nach Untersuchungen von Dr. Geinitz die Gegend von Iquique, $20^\circ 14'$ südliche Breite und $70^\circ 15'$ westliche Länge von Greenwich, zu betrachten ist. Der erste und weitaus stärkste Stoss erfolgte um $3^h 2^m$ M. Z. Pulkowa, die Niveaustörung in Pulkowa (Entfernung im Bogen grössten Kreises $112^\circ 6'$) ist daher $1^h 14^m$ nach diesem Moment wahrgenommen worden.

Nach Angabe dieses historischen Materials, welches mir theilweise durch gütige Vermittlung der Herren Geheimrath O. von Struve und Dr. Wittram in Pulkowa zugänglich gemacht worden ist, gehe ich zu einer Beschreibung der Niveaustörungen über, welche am Abend des 2. August 1885 von mir in Berlin, bezw. den Assistenten des geodätischen Institutes, Herrn Richter in Breslau und Herrn Borrass in Königsberg, beobachtet worden sind.

Als ich um $10^h 37^m$ M. Z. Berlin das Niveau am Passageninstrumente ablas, befand sich dasselbe in vollkommener Ruhe. Als ich aber nach Umhängung desselben um $10^h 40^m$ die zugehörige zweite Ablesung ausführen wollte,

fand ich die Blase in beständigem Hin- und Hergehen begriffen, so dass ich nicht im Stande war, die Ablesung des Niveaus vorzunehmen. Die Amplitude der Schwankungen betrug etwa $2''$, die Dauer eines Hin- und Herganges ca. 5^s . Die Schwankungen fanden in ununterbrochener Folge statt, die Amplitude derselben war aber um $10^h 48^m$ auf die Hälfte des ursprünglichen Betrages herabgesunken. Um $10^h 59^m$ war das Niveau wieder in vollkommener Ruhe. Die Schnelligkeit der Bewegung contrastirte so auffallend mit der Langsamkeit, mit der sich im Uebrigen die Fortbewegung der Blase an Niveaus von derartiger Empfindlichkeit ($1^s = 1''$) vollzieht, dass ich sofort zu der Ueberzeugung kam, es müsse hier eine acute Störung des Gleichgewichts vorliegen, die nur durch eine Erschütterung des Erdbodens zu erklären war. Da keinerlei Anlass zu einer solchen in der Nähe des Beobachtungsortes vorlag und die Schwankungen mit langsam abnehmendem Betrage ca. 15^m anhielten, so konnten dieselben nur durch ein Erdbeben veranlasst sein.

Bald darauf gingen von den Stationen Breslau und Königsberg die Meldungen ein, dass an beiden Orten ganz dieselben Schwankungen an dem von Ost nach West gerichteten Niveau des Passageninstrumentes beobachtet worden waren, nur war die Amplitude derselben an beiden Stationen noch grösser gewesen als in Berlin. An letztgenanntem Orte war dieselbe $2''$, in Breslau betrug sie $4''$ und in Königsberg sogar $7''$. Im Uebrigen war an beiden Orten der Verlauf der Erscheinung ganz derselbe wie in Berlin. Die Dauer der Niveaustörung betrug gleichwie in Berlin so auch in Breslau und Königsberg nahezu 15^m , die Dauer eines Hin- und Herganges in Breslau etwa 5^s , in Königsberg ca. 4^s . An beiden Stationen konnte aber die Zeit des Beginnes der Störung nicht mit der gleichen Zuverlässigkeit wie in Berlin festgestellt werden, weil daselbst der Anfang der Niveaustörung zwischen zwei Nivellements der Axe fiel, die in Intervallen von ca. 15^m auf einander folgten. Hinsichtlich des Beginnes der Störung war daher nur die nahe Gleichzeitigkeit desselben auf allen drei Stationen festzustellen.

Wenige Tage nach dieser Beobachtung brachten die Zeitungen die Nachricht von einem starken Erdbeben in Turkestan, welches sich in der Nacht vom 2. zum 3. August ereignet hatte und über welches gegenwärtig mehrere Daten vorliegen. Nach diesen ist das Centrum der Erderschütterung am Nordabhange des Alexander-Gebirges in $42^\circ 40'$ nördlicher Breite und $73^\circ 45'$ östlicher Länge von Greenwich zu suchen. Die Fortpflanzung der Erderschütterung ging wesentlich in der Richtung von SW nach NO vor sich. Einige Ansiedlungen in der Nähe des Centrums sind vollständig zerstört worden, insbesondere die Ortschaften Karabalty und Bjelowodskoje, welche an der grossen Poststrasse von Werny nach Taschkent liegen. In der Stadt Pischpek ($42^\circ 50'$ nördliche Breite und $74^\circ 39'$ östliche Länge) fand der erste und heftigste Stoss um $2^h 20^m$ Mittl. Ortszeit statt; mehrere Häuser stürzten infolge desselben ein, die übrigen erlitten meist sehr bedeutende Beschädigungen. Auf Berlin übertragen entspricht dieser Zeitangabe $10^h 15^m$ M. Z. Berlin, der Beginn der Niveauschwankungen erfolgte daher etwa 24^m nach dem stärksten in Pischpek beobachteten Stosse. Da die Entfernung vom Centrum des Erdbebens bis Berlin

41°1' im Bogen grössten Kreises beträgt, entspricht dies einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 3,2 Kilometer in der Secunde. Dieser Werth überschreitet wie alle übrigen aus den oben mitgetheilten Beobachtungen hervorgehenden Beträge erheblich die Geschwindigkeit, welche in Bezug auf die unmittelbare Fortpflanzung der Stosswellen bei Erdbeben anderweit ermittelt worden ist, woraus hervorzugehen scheint, dass bei allen diesen Erschütterungen der eigentliche Erdbebenheerd in sehr bedeutender Tiefe unter der Erdoberfläche gelegen war. Bei dem geringen Umfange des einschlägigen Beobachtungsmateriales ist es wohl aber gegenwärtig noch nicht an der Zeit, weitergehende Schlussfolgerungen hierauf zu basiren.

Jedenfalls geht aber aus der Gesamtheit dieser Wahrnehmungen die Nothwendigkeit hervor, acuten und längere Zeit anhaltenden Störungen empfindlicher Niveaus volle Aufmerksamkeit zuzuwenden, was schon O. von Struve im Jahresbericht der Pulkowaer Sternwarte für 1868 hervorhebt. Ganz besonders dürfte es sich empfehlen, Registrirvorrichtungen für den Stand empfindlicher Niveaus zu construiren, da zu erwarten steht, dass durch fortgesetzte Beobachtungen dieser Art unsere Kenntniss durch Thatsachen bereichert werden wird, welche geeignet sind, einige Aufklärung über die Beschaffenheit und den inneren Bau des Erdkörpers zu geben.

Berlin 1887 Jan. 5.

Geographische Lage der verschiedenen Beobachtungspunkte in Strassburg.

Für die Verbindung der astronomischen und geodätischen Beobachtungspunkte in Strassburg ist im Laufe der Jahre eine Reihe von Messungen und Rechnungen ausgeführt, die noch einer endgültigen Zusammenstellung bedurften. Unter den astronomisch-geodätischen Punkten sind hauptsächlich vier hervorzuheben, nämlich:

- 1) die Spitze des Münsterthurmes als geodätischer Hauptpunkt für Strassburg.
- 2) der Thurm der Akademie als Mittelpunkt der provisorischen Universitäts-Sternwarte, in dessen Nähe die Beobachtungspunkte auf dem Akademieplatze lagen.
- 3) der Meridiankreis auf der neuen Sternwarte als Hauptpunkt derselben, worauf sich die Ortsangaben im Berliner Jahrbuch beziehen.
- 4) der Gradmessungs-Pfeiler auf der südlichen Bastion der Citadelle, wo die Längenbestimmungen von Villarceau und der Europäischen Gradmessung angestellt sind.

Die zur Verbindung dieser Punkte ausgeführten Arbeiten lassen sich in Kürze folgendermassen darstellen:

Villarceau bestimmte auf einem neben dem Gradmessungs-Pfeiler auf der Citadelle belegenen Hülfspeiler das Azimut des Münsterthurmes, auf den Gradmessungs-Pfeiler reducirt zu $110^{\circ}42'48''.4$ und die Entfernung des Münsters vom letzteren Punkte im Anschluss an eine Basis-messung vor dem Metzgerthore auf der Chaussee nach Kehl zu 1482.89 Meter. (Annales de l'observatoire de Paris, Vol. VIII p. 354.) Ferner wurde im Jahre 1876 von Prof. Fischer vom geodätischen Institut in Berlin der Thurm der Akademie vom NO- und vom SW-Pfeiler auf der Plattform des Münsters, deren gegenseitige Entfernung 45.088 Meter beträgt, eingeschnitten und in Verbindung mit dem Azimut des Donon nach Villarceau für den Akademie-Thurm das Azimut $275^{\circ}21'55''.5$ und die Entfernung zu 714.35 Meter abgeleitet. Mit dem Akademie-Thurm sind nun die verschiedenen vom Münster sowie von der neuen Sternwarte aus nicht sichtbaren Punkte auf dem von Gebäuden und Bäumen eingeschlossenen Akademieplatze durch eine kleine Triangulation und lineare Abmessungen von mir in Verbindung gebracht. Schliesslich habe ich im Jahre 1879, zur Zeit als vom Refractorbau nur die Mitte des Fundaments

durch eine Messstange bezeichnet, der Meridianbau mit seinen beiden Kuppeln dagegen schon vollendet war, auf der damals noch vorhandenen nördlichen Contre-Escarpe der Esplanade eine Basis von 121.976 Meter gemessen und von deren Endpunkten den Gradmessungs-Pfeiler auf der Citadelle sowie die verschiedenen Beobachtungspunkte der neuen Sternwarte eingestellt und vom Gradmessungs-Pfeiler die Richtungen nach dem Münster, den Basispunkten und dem Ort des Meridiankreises gemessen. Daraus ergibt sich das Azimut des Meridiankreises vom Gradmessungs-Pfeiler im Anschluss an die Azimut-Bestimmung des Münsters von Villarceau zu $178^{\circ}21'47''.8$ und die Entfernung zu 643.12 Meter.

Auf diese Weise sind also das Münster und die neue Sternwarte und mit dem ersteren als Zwischenpunkt auch die Akademie an den Gradmessungs-Pfeiler angeschlossen.

In Bezug auf ein rechtwinkliges Coordinaten-System, dessen x -Axe westlich und dessen y -Axe südlich positiv ist, so dass also der erste Quadrant mit dem ersten Quadranten der Azimutzählung von Süd nach West zusammenfällt, ergeben sich nun folgende Werthe für die gegenseitige Lage und die Längen- und Breiten-Unterschiede.

	x	y	$\Delta\lambda$	$\Delta\varphi$
1) Gradmess.-Pfeiler	0 ^m 00	0 ^m 00	0 ^s 000	0 ^s 00
2) Münsterthurm	+1387.41	-524.49	+4.513	+16.98

Alte Sternwarte:

3) Akademie-Thurm	+ 676.19	-457.69	+2.199	+14.82
4) Strassb. Heliom.	+ 655.85	-533.59	+2.133	+17.28
5) Bahnsucher	+ 652.49	-557.39	+2.112	+18.02
6) Pass.-Instr. I.Vert.	+ 646.28	-569.33	+2.102	+18.43

Neue Sternwarte:

7) Meridian-Kreis	+ 18.37	-642.85	+0.060	+20.83
8) Grosser Refractor	+ 95.04	-693.37	+0.309	+22.47
9) Kleiner Refractor	+ 40.07	-639.68	+0.130	+20.73
10) Altazimut	+ 40.07	-659.27	+0.130	+21.36
11) P.-Instr. Cauchoix	+ 30.37	-642.85	+0.099	+20.83
12) Strassb. Heliom.	+ 55.47	-556.25	+0.181	+18.03
13) Pass.-Instr. I.Vert.	- 0.83	-627.65	-0.003	+20.34
14) Breslauer Heliom.	+ 56.67	-584.05	+0.185	+18.93
15) Pfeil. im Pass.-Saal	+ 30.37	-638.85	+0.099	+20.70