Aneroidbarometer-Messungen

Autor(en): **Koppe, C.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Die Eisenbahn = Le chemin de fer**

Band (Jahr): **16/17 (1882)**

Heft 12

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-10295

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

halle. Die Helligkeit der Beleuchtung ist unbestritten jetzt schon unvergleichlich viel grösser als die frühere Gasbeleuchtung, obgleich die Nordostbahngesellschaft keinen erheblich grössern Betrag für dieselbe auswirft.

Eine ausführlichere Beschreibung ist erst dann am Platze, wenn einmal die Installation vollendet sein wird. *Dr. V. Wietlisbach.*

Aneroidbarometer-Messungen.*)

Von Dr. *C. Koppe*, Professor in Braunschweig.

Der Zweck der Aneroidbeobachtungen ist, Schwankungen des Luftdruckes zu messen. Dies geschieht entweder in der Weise, dass man an ein und demselben Orte das Barometer zu verschiedenen Zeiten abliest, oder indem man den Standpunkt wechselt und an Orten verschiedener Höhenlage beobachtet. Bei dem ersteren Verfahren sind die Instrumente in Ruhe, beim zweiten kommt der Einfluss der Bewegung hinzu. Naturgemäss bildet bei Untersuchung der Frage, wie genau Schwankungen des Luftdruckes mit Aneroiden gemessen werden können, die Beobachtung in der Ruhelage den Ausgangspunkt. Bei den vom Verfasser im Auftrag des General Ibañez vorgenommenen Versuchen wurden 44 Aneroide in 4 Gruppen zu 10—12 Instrumenten getheilt und je einen Monat hindurch ungefähr alle zwei Tage, Vormittags und Nachmittags, zugleich mit einem Fortin-Barometer abgelesen. Da das Einstellen und Ablesen von 10—12 Aneroiden einige Zeit erfordert, während welcher der Luftdruck in der Regel nicht ungeändert bleibt, so wurde bei jeder Beobachtungsreihe mit dem Quecksilberbarometer begonnen und wenn sämmtliche Aneroide der Reihe nach abgelesen worden waren, das Quecksilberbarometer noch einmal beobachtet. Dann folgte die gleiche Beobachtungsserie, aber mit umgekehrter Reihenfolge der Aneroide und schliesslich wurde aus den für jedes Instrument erhaltenen Angaben das Mittel genommen. Dieses gilt dann für die gleiche, mittlere Beobachtungszeit, im Falle sich der Luftdruck in der Zwischenzeit, nahe eine halbe Stunde, der Zeit proportional geändert hat. Dies war durchaus nicht immer der Fall und der Einfluss der unregelmässigen Schwankungen des Luftdrucks auf die gleich folgende mittlere Fehlerberechnung ist jedenfalls grösser, als die Steigerung der Genauigkeit durch das zweimalige Beobachten der Aneroide. Die folgende Tabelle enthält die Differenzen der reducirten Aneroidangaben gegen das Quecksilberbarometer für die erste Serie von 10 Aneroiden, nachdem diese Differenzen bei der ersten Vergleichung durch Subtraction einer Constanten auf Null gebracht worden waren.

Aus dieser Vergleichung geht zunächst hervor, dass die Instrumente, wie bei Bestimmung der Correctionstabellen bereits gefunden worden war, noch nicht zur Ruhe gekommen sind. Die in Folge dessen sich geltend machenden Veränderungen treten bei Bestimmung der Schwankungen des Luftdrucks für kleine Zeitintervalle als zufällige Fehler auf und vergrössern den mittleren Fehler einer Messung um einen gewissen Betrag, welcher später, wenn die Gleichgewichtslage einmal erreicht ist, fortfallen wird. Für den vorliegenden Zweck sind nur an ein und demselben Tage beobachtete Schwankungen in Betracht zu ziehen, da die Zwischenzeit der zusammengehörigen Beobachtungen nicht weiter ausgedehnt werden wird.

Als Aenderung des Luftdrucks zwischen 11 und 4 Uhr am 27. März gab nach der Tabelle des Quecksilberbarometers ein Fallen von 1,93 *mm* in die 10 Aneroide:

*) Vide Bd. XVI Nr. 16 und 17.

Vergleichstabelle.

Zeit			O₀	304	305	307	309	311	312	313	315	317	318	± *a*
			mm											
27. März,	11	Uhr	718,68	± 0	± 0	± 0	± 0	± 0	± 0	± 0	± 0	± 0	± 0	± 0,044
	4	„	16,75	− 0,02	+ 0,01	− 0,08	+ 0,07	± 0	− 0,05	− 0,13	− 0,02	− 0,12	− 0,05	
28. „	8	„	719,20	± 0	− 0,05	− 0,02	+ 0,12	− 0,01	− 0,11	− 0,07	− 0,06	− 0,02	+ 0,07	0,032
	12	„	18,48	+ 0,06	− 0,02	+ 0,05	+ 0,11	+ 0,01	+ 0,02	+ 0,03	+ 0,03	+ 0,05	+ 0,08	
29. „	11	„	717,17	+ 0,03	− 0,08	− 0,01	+ 0,01	+ 0,01	− 0,05	− 0,02	± 0	− 0,04	+ 0,01	0,040
	5	„	14,85	− 0,03	− 0,19	− 0,06	+ 0,03	− 0,09	− 0,15	− 0,09	− 0,19	− 0,08	− 0,13	
30. „	10	„	716,80	− 0,03	− 0,20	− 0,05	+ 0,10	− 0,06	− 0,01	− 0,06	− 0,08	− 0,07	+ 0,03	0,035
	2	„	17,60	− 0,03	− 0,18	− 0,06	+ 0,09	− 0,05	− 0,13	− 0,13	− 0,14	− 0,13	− 0,08	
1. April,	2	„	715,53	+ 0,02	− 0,30	+ 0,01	± 0	+ 0,07	− 0,17	− 0,07	− 0,13	− 0,04	− 0,06	0,051
	5	„	14,20	± 0	− 0,42	− 0,09	− 0,07	− 0,01	− 0,11	− 0,04	− 0,27	+ 0,02	− 0,06	
3. „	9	„	714,53	− 0,01	− 0,37	− 0,12	+ 0,01	− 0,05	− 0,28	− 0,14	− 0,24	− 0,08	− 0,09	0,044
	2	„	15,98	− 0,05	− 0,35	− 0,11	+ 0,06	− 0,04	− 0,20	− 0,11	− 0,16	− 0,20	− 0,05	
5. „	12	„	716,18	− 0,04	− 0,31	− 0,03	+ 0,14	+ 0,10	− 0,02	− 0,02	− 0,02	− 0,04	+ 0,16	0,061
	3	„	15,95	− 0,02	− 0,23	+ 0,08	+ 0,13	± 0	− 0,11	− 0,07	− 0,13	− 0,15	+ 0,01	
7. „	12	„	718,47	− 0,15	− 0,34	− 0,01	+ 0,12	+ 0,06	− 0,09	− 0,13	− 0,23	− 0,08	+ 0,01	0,033
	3	„	19,00	− 0,09	− 0,31	− 0,02	+ 0,09	+ 0,10	− 0,12	− 0,13	− 0,23	− 0,17	+ 0,06	
9. „	12	„	724,82	− 0,17	− 0,01	± 0	+ 0,09	+ 0,12	− 0,08	− 0,20	− 0,44	− 0,25	+ 0,12	0,027
	1	„	24,50	− 0,13	− 0,07	+ 0,06	+ 0,07	+ 0,13	− 0,05	− 0,18	− 0,37	− 0,23	+ 0,14	
11. „	12	„	722,21	− 0,10	− 0,19	+ 0,06	+ 0,03	+ 0,22	+ 0,11	− 0,19	− 0,41	− 0,03	+ 0,18	0,035
	3	„	21,21	− 0,17	− 0,21	+ 0,11	+ 0,06	+ 0,21	+ 0,19	− 0,20	− 0,34	− 0,03	+ 0,26	
13. „	11	„	723,24	− 0,10	− 0,11	+ 0,10	+ 0,18	+ 0,20	± 0	− 0,18	− 0,41	− 0,04	+ 0,30	0,020
	1	„	27,51	− 0,12	− 0,16	+ 0,10	+ 0,15	+ 0,21	+ 0,04	− 0,21	− 0,42	− 0,05	+ 0,31	
15. „	11	„	724,21	− 0,14	− 0,13	+ 0,19	+ 0,12	+ 0,18	− 0,04	− 0,26	− 0,50	− 0,19	+ 0,29	0,025
	4	„	23,96	− 0,06	− 0,05	+ 0,26	+ 0,23	+ 0,23	+ 0,03	− 0,21	− 0,43	− 0,20	+ 0,30	
17. „	11	„	723,91	− 0,17	− 0,15	+ 0,18	+ 0,08	+ 0,15	− 0,03	− 0,28	− 0,49	− 0,15	+ 0,23	0,023
	1	„	23,31	− 0,14	− 0,18	+ 0,22	+ 0,10	+ 0,12	− 0,08	− 0,30	− 0,53	− 0,16	+ 0,20	
19. „	12	„	712,43	− 0,26	− 0,69	± 0	− 0,09	± 0	− 0,19	− 0,45	− 0,70	− 0,24	+ 0,04	0,028
	3	„	12,62	− 0,24	− 0,69	+ 0,01	− 0,03	− 0,02	− 0,28	− 0,42	− 0,71	− 0,26	+ 0,10	
22. „	12	„	714,53	− 0,27	− 0,63	+ 0,04	+ 0,15	+ 0,13	− 0,27	− 0,41	− 0,63	− 0,27	+ 0,27	0,027
	3	„	15,60	− 0,16	− 0,53	+ 0,09	+ 0,23	+ 0,12	− 0,18	− 0,45	− 0,53	− 0,25	+ 0,34	
23. „	12	„	723,06	− 0,15	− 0,19	+ 0,19	+ 0,24	+ 0,15	− 0,07	− 0,39	− 0,57	− 0,18	+ 0,46	0,019
	4	„	23,03	− 0,16	− 0,25	+ 0,18	+ 0,22	+ 0,10	− 0,05	− 0,42	− 0,59	− 0,19	+ 0,47	± 0,034

		v
304	1,91 *mm*	— 0,02
305	1,94	— 0,05
307	1,85	+ 0,04
309	2,00	— 0,11
311	1,93	— 0,04
312	1,88	+ 0,01
313	1,80	+ 0,09
315	1,91	— 0,02
317	1,81	+ 0,08
318	1,88	+ 0,01
Mittel	1,89	

Die Summe der Fehlerquadrate wird $(vv) = 0{,}0333$ und da die Anzahl der überschüssigen Messungen gleich q ist, so wird der mittlere Fehler einer solchen Messung:

$$m = \pm \sqrt{0{,}0037} = \pm 0{,}06\ mm$$

und der mittlere Fehler einer Aneroidangabe, aus deren je zwei zusammengehörigen die Schwankung des Luftdrucks bestimmt wird:

$$a = \pm \sqrt{\frac{0{,}0037}{2}} = \pm 0{,}044\ mm$$

In der letzten Spalte der Vergleichstabelle sind die so berechneten mittleren Fehler einer Aneroidangabe zusammengestellt. Im Mittel aus den 16 Doppelbeobachtungen der ersten Serie wird:

$$a = \pm 0{,}034\ mm.$$

Die einzelnen Werthe stimmen untereinander im Allgemeinen gut überein, nur da, wo sehr unregelmässige Schwankungen des Luftdrucks vorkamen, wie am 1. und 5. April, ist die Abweichung etwas grösser; auch hat es den Anschein, als ob die allmälig erlangte Uebung zur Erhöhung der Genauigkeit beigetragen habe.

In ganz gleicher Weise, wie die 10 genannten Aneroide, wurden die 34 andern in drei Gruppen an je 16 Tagen zweimal zugleich mit dem Quecksilberbarometer beobachtet. Sie zeigten ganz den nämlichen Character, was Aenderung und Genauigkeit der Angaben betrifft, so dass eine ausführliche Mittheilung der Einzelbeobachtungen unnöthig erscheint. Der mittlere Fehler einer Barometerangabe wurde nach:

Serie I	$\pm$ 0,034 *mm*
„ II	$\pm$ 0,036 „
„ III	$\pm$ 0,045 „
„ IV	$\pm$ 0,037 „
Mittel a =	$\pm$ 0,038 *mm*

und somit der mittlere Fehler der Messung einer Luftdruckschwankung:

$$m = \pm 0{,}054\ mm.$$

Wenn der Beobachter am Standorte nicht bloss ein Aneroid beobachtet, sondern *zwei* und aus beider Angaben das Mittel nimmt, so werden seine Messungen in runder Zahl bis auf $\pm$ 0,04 *mm* genau sein.

Aus den Vergleichungen der Aneroide mit dem Quecksilberbarometer lässt sich auch leicht der mittlere Fehler der Angaben des letzteren berechnen. Die Schwankung des Luftdrucks betrug z. B. am 27. März zwischen 11 und 4 Uhr nach Angabe der 10 Aneroide 1,89 *mm* mit dem mittleren Fehler:

$$\pm \frac{0{,}054}{\sqrt{10}}$$

des Quecksilberbarometers 1,93 *mm* mit dem mittleren Fehler:

$$\pm \frac{b}{\sqrt{2}}$$

da das Quecksilberbarometer doppelt so oft abgelesen wurde, als wie jedes Aneroid. Es wird daher:

$$(0{,}04)^2 = \frac{(0{,}054)^2}{10} + \frac{b^2}{2}$$

woraus

$$\frac{b^2}{2} = 0{,}0013 = q^2$$

$$q = \pm 0{,}036\ mm,$$

wo $\pm b$ den mittleren Fehler der Messung einer Schwankung des Luftdrucks und $\pm q$ den mittleren Fehler einer einmaligen Beobachtung des Quecksilberbarometers bezeichnen.

Im Mittel aus allen Vergleichungen wird:

q =	$\pm$ 0,034 *mm*	nach Serie I
	$\pm$ 0,033 „	„ „ II
	$\pm$ 0,039 „	„ „ III
	$\pm$ 0,037 „	„ „ IV
Mittel q =	$\pm$ 0,036 *mm*.	

Bei der Messung kleiner Luftdruckschwankungen wird also der mittlere Fehler einer Angabe des Fortin-Barometers fast genau ebenso gross als wie der mittlere Fehler einer Aneroidbeobachtung. Im Allgemeinen schreibt man den Aneroiden eine grössere Empfindlichkeit für kleine Luftdruckschwankungen zu, als wie dem Quecksilberbarometer. Im vorliegenden Falle hat sich diese Ansicht nicht bestätigt, sondern es zeigten beide Instrumente die gleiche Empfindlichkeit resp. Genauigkeit der Angaben.

Es mag noch ausdrücklich hervorgehoben werden, dass die für die mittleren Fehler abgeleiteten Werthe nur für verhältnissmässig geringe Schwankungen des Luftdrucks und kurze Zeitintervalle Geltung haben, wie sie bei Höhenmessungen für eine Landesaufnahme oder für technische Zwecke allein in Betracht gezogen zu werden brauchen.

(Fortsetzung folgt.)

Correspondance.

Monsieur le rédacteur du journal l'„Eisenbahn",

Veuillez, je vous prie, reproduire les lignes qui suivent en réponse à la lettre du 11 septembre de M. Lommel publiée dans votre n° 11:

1° Le tunnel en ligne droite que j'ai pris comme base d'opération pour mon étude n'est pas identique, mais se rapproche des tracés indiqués par Mr. Lommel dans sa brochure de 1880. Je l'avais mentionné dans ma note, mais celle-ci a été abrégée pour être insérée dans le bulletin du Simplon. En revanche elle a été insérée dans le bulletin de la société vaudoise des ingénieurs. (Je vous avais demandé, par ma lettre du 23 août, de reproduire d'après ce dernier bulletin, mais il paraît que la composition était déjà faite d'après celui du Simplon.) On lit en effet dans le bulletin de la société vaudoise de juin 1882 page 28: „Il a été choisi, comme première ligne „d'étude, une ligne dont la tête nord est située à 2448 *m* de l'axe de „la gare actuelle de Brigue à une altitude de 689 *m* (c'est à peu de „chose près, la tête du tunnel, tracé bleu, indiquée A IIe projet, dans „la brochure publiée en 1880 par M. G. T. Lommel sur l'étude de „la question de la chaleur souterraine).... et la tête sud, comme „nous l'avons dit, en aval de la galerie d'Iselle..... (se rapprochant „de la tête sud du tunnel tracé jaune, indiqué B IIIe projet dans la „brochure précitée)."

2° L'indication d'un tracé à 22 pour mille se rapporte à un tracé sur la rive droite et non au tracé de même pente sur la rive gauche que M. Lommel a fait figurer sur la deuxième édition chromolithographique de son projet de 1878 imprimée à la fin de 1881. Je prépare, dans ce moment, un mémoire plus détaillé qui accompagnera la publication des nouvelles études du Simplon. Ce mémoire contiendra un chapitre historique, qui est déjà rédigé depuis quelques semaines, et qui passera en revue toutes les études faites et les projets proposés pour la traversée du Simplon. Il mentionnera le projet principal de janvier 1878 de M. Lommel avec rampe de 23,7 pour mille, les différentes variantes indiquées par lui dans sa brochure, déjà citée, de 1880 et enfin cette variante à 22 pour mille de 1882.

Lausanne, le 19 septembre 1882.

Agréez l'assurance de ma haute considération.

J. Meyer,
ingénieur en chef de la compagnie de la Suisse occidentale et du Simplon.