

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 16/17 (1882)
Heft: 22

Artikel: Die Barographen
Autor: Koppe, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-10323>

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: 16.01.2026

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

Obwohl bei diesem System ebenfalls ein Ofen ausserhalb des Waggon angebracht ist, so ist doch die Anordnung desselben derart, dass Feuersgefahr absolut nicht vorhanden ist, indem der Ofen in einem Wasserbehälter steht, von welchem aus der Wasserdampf in Röhren durch die Coupés circulirt und als Wasser in den Behälter wieder zurückkehrt.

Hierdurch wird ein milder, gleichmässiger Wärmegrad gewonnen, der durch keinerlei Manipulation zu einem unleidlichen, ungesunden umgewandelt werden kann. Zu beklagen ist nur, dass auch bei diesem System jeder Waggon einen Ofen haben muss und wenn der Waggon viele sind, die ordentlich bedient werden sollen, so wird man sich leicht vorstellen können, welch' unerquickliche Consequenzen der Heizdienst dem Zugverkehr bringen muss.

Wie oft erlöscht das Feuer in den Oefen, worauf dieselben ausgeräumt und neuerdings eingehiezt werden müssen. — Dem Praktiker graut davor, wenn er an all' die damit verbundenen Widerwärtigkeiten denkt und verargen kann man es demselben nicht, wenn er endlich zu der vielverschrienen „Wärmeblasche“ als denkbar bestes Wärmemittel im Eisenbahnwagen zurückkehrt; um so mehr, als man auch bei der Wärmeblasche inzwischen recht tüchtige Fortschritte gemacht hat, die sich in Frankreich und Holland bereits vorzüglich bewährt haben.

Austatt Wasser erhalten nämlich die Wärmeblaschen eine Füllung von krystallisiertem, essigsaurem Natron, welches bei einer Erwärmung von ca. 100° C. schmilzt und hierbei eine grosse Menge Wärme bindet, die es beim Erstarren nur langsam wiedergibt, in ca. 8—12 Stunden, je nach Grösse der Flasche.¹⁾

Das Verdienst, welches der Chemie durch Herstellung dieses neuen Wärmevertheilers gebührt, ist um so bedeutungsvoller, als benanntes Präparat in seiner fest verschlossenen Umhüllung jahrelang benutzt werden kann.

Wir glauben sonach, dass, wenn in den Coupés in der Fußbodenversenkung solche Wärmekästen angebracht sind, Jedermann zufrieden sein dürfte. Für solche Reisenden, die höhere Ansprüche stellen, könnte ein Waggon mit der Wasser-Dampfheizung verkehren und damit sollte man füglich die Frage der Waggonbeheizung als erledigt betrachten.

Die Barographen.

Von Dr. C. Koppe, Professor in Braunschweig.²⁾
(Schluss der gesammten Abhandlung.)

Wegen ausführlicher Beschreibung der Goldschmid'schen Barographen muss auf die in Bd. XVI Nr. 16 erwähnte Abhandlung „Die Aneroidbarometer von J. Goldschmid“ etc. verwiesen werden. Hier kann es nur darauf ankommen, die Modificationen zu beschreiben, welche die Instrumente seither erfahren haben. Zunächst wurde das Büchsensystem, um es für den Transport widerstandsfähiger zu machen, in ganz gleicher Weise wie die einfache Büchse des Nivellirbarometers durch eine Feder gespannt. In Folge dessen war es nicht mehr nothwendig, dasselbe aufrecht zu stellen. Es wurde horizontal gelegt und dadurch erreicht, dass der Hammer, welcher den Punktstift gegen das Papier treibt, durch sein eigenes Gewicht fallen gelassen werden kann und regelmässigere und schönere Punkte hervorbringt. Ferner konnte nun der horizontal sich bewegende Hebelarm durch ein kleines Gewichtchen, also in allen Lagen mit gleicher Kraft, gegen die Schneide des Büchsensystems gedrückt werden. Dieses Gewichtchen konnte dann weiter zu einer leichten Erschütterung des Apparates vor dem Herabfallen des Hammers benutzt werden. Eine solche Erschütterung war sehr wünschenswerth, um die Trägheit im Mechanismus, welche sonst durch Beklopfen des Instrumentes überwunden wird, zu beseitigen, denn dieselbe wird offenbar bei der grossen Hebelübersetzung viel stärker sich geltend machen, als bei dem kurzen und leichten Hebelarm des Nivellirbarometers. Die Kraft des Uhrwerkes, welches die Viertelstundenscheibe dreht, den Hammer hebt, Papierstreifen und Frictionswelle treibt, konnte nicht zu stark mehr in Anspruch genommen werden.

1) Eine derlei Apparate anfertigende Fabrik, welche auch die holländischen Bahnen versorgt hat, existiert unseres Wissens unter der Firma A. Nieske in Dresden.

2) Vide Bd. XVI Nr. 16 und 17, und Bd. XVII Nr. 12 und 13.

So kamen wir auf den Gedanken, das kleine Gewichtchen durch ein mit der Drehaxe des Hammers verbundenes Hebelwerk zugleich mit diesem etwas zu heben und vor ihm fallen zu lassen, um so direct auf die Schneide zu wirken und den Hebel in leichte Schwingungen zu versetzen. Es muss selbstredend wohl darauf geachtet werden, dass das Gewichtchen vor dem Hammer fällt, denn sonst würde der Hebelarm nicht gegen die Schneide angedrückt sein und willkürliche Punkte markiren. Am besten bewirkt man mit der Regulirschraube, dass das Fallen des Gewichtchens vor dem Hammer einige Minuten geschieht, um sicher zu sein, dass dieses Fallen in jeder Stellung der Uhrscheibe früher eintritt, da deren Zähne nicht ganz gleichmässig wirken, weil das Andrücken der Scheibe nach einer neuen Einstellung der Zeit bisweilen etwas excentrisch geschehen kann und die Zähne auch nicht ganz gleichmässig sind. Ausser Anbringung einiger kleinerer mechanischer Verbesserungen wurde durch zweckmässigere Verpackung bequemere und sichere Transportfähigkeit erzielt.

Zum Ablesen erwies sich als sehr zweckentsprechend eine ziemlich feine Millimetertheilung auf einem Hornplättchen von 50 mm Höhe und 30—40 mm Länge. Das Horn ist zwar hygroscopisch, aber da es sich bei barometrischen Höhenmessungen im Maximum um Schwankungen von wenigen Millimetern handeln kann, so kommt die dadurch etwa verursachte Verziehung nicht in Betracht. Beim Abgreifen mit Zirkel und Maßstab wird jede Ordinate unabhangig von der andern gemessen. Dies ist sehr zeitraubend und unvorteilhaft, denn es kommt ja nur der Ordinatenunterschied in Betracht und dieser lässt sich viel sicherer durch Schätzen der gegenseitigen Lage der Punkte zwischen zwei Millimeterstrichen ermitteln. Das Ablesen geht zudem rascher als ein anderer schreiben kann. Wir haben sämtliche Ablesungen zu zweien unabhangig von einander gemacht. Der mittlere Ablesungsfehler wird $\pm 0,04$ mm, also für das Mittel aus zwei Ablesungen $\pm 0,03$ mm. Der mittlere Fehler einer Barographenangabe beträgt, wie wir gleich sehen werden, $\pm 0,08$ mm mit dem Ablesungsfehler inbegriffen und daher $\pm 0,75$ mm ohne den Ablesungsfehler. Durch Vergrösserung der Hebelübersetzung könnte man den Einfluss des Ablesungsfehlers geringer machen, z. B. ihn durch doppelte Hebelübersetzung auf die Hälfte bringen. Der dadurch erreichte Gewinn an Genauigkeit würde aber so gering sein, dass voraussichtlich die grössere Unsicherheit in der Einstellung des Zeigers mehr Schaden als Nutzen bringen würde. Deshalb wurde die Hebelübersetzung so beibehalten, dass der Anschlag des Barographen den Schwankungen des Quecksilberbarometers direct entspricht, als beide gleich gross werden.

Die Reductionscoefficienten werden in der Werkstatt durch Vergleichung mit dem Quecksilberbarometer unter der Luftpumpe bestimmt und auf das Verhältniss 1 : 1 gebracht. Man controlirt sie leicht mit Hülfe der Aneroide bei Schwankungen des Luftdrucks für die gerade vorhandene Höhenlage und entsprechende Stellung des Büchsensystems. Durch Verstellen des letzteren wird der Zeiger vor Beginn der Beobachtungen in die Mitte des Papierstreifens geführt.

Die Büchsen sind gegen Temperatureinflüsse nicht vollständig compensirt, man muss daher die Barographen gegen Temperaturschwankungen so viel wie immer möglich schützen. Bei den folgenden Genauigkeitsangaben ist auf die Temperatur der Instrumente keine Rücksicht genommen worden, denn dies soll ja in der Praxis ebenfalls nicht geschehen. Kann man in speciellen Fällen auch die Temperatur der Instrumente berücksichtigen, um so besser.

Die vier zu untersuchenden Barographen wurden eine Zeit lang unter sich und dann mit dem Quecksilberbarometer verglichen. Aus beiden Vergleichungen folgte als mittlerer Fehler einer Barographenangabe übereinstimmend $\pm 0,08$ mm bei Ausdehnung der Beobachtungen über einen Zeitraum von 4—5 Stunden, wie er in der Praxis des Höhenmessens als Zwischenzeit für auf denselben Ausgangspunkt bezogene Beobachtungen nur ausnahmsweise erreicht werden wird.

Es ist als ob die Instrumente, ebenso wie der Beobachter, auch Dispositionen zu bessern und schlechteren Beobachtungen hätten. Hier werden sie wohl in der Neuheit der Instrumente ihren Grund haben und mit der Zeit mehr und mehr verschwinden zum Vortheil der Genauigkeit der Resultate.

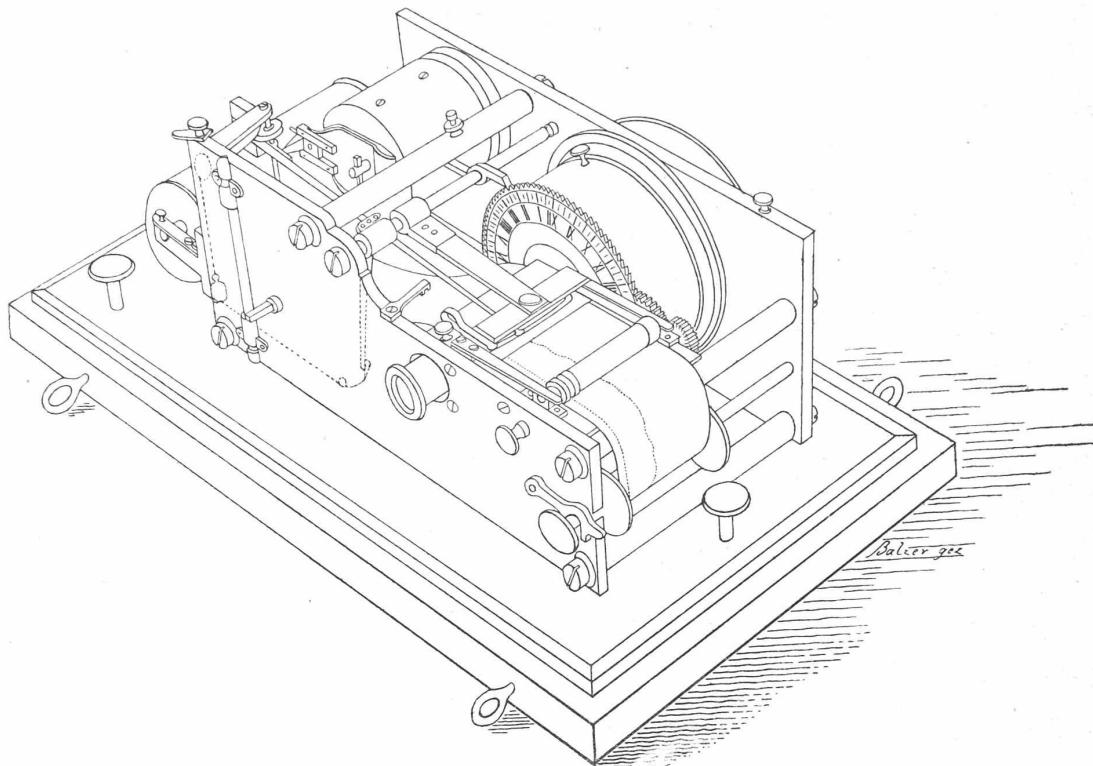
Die folgende Zusammenstellung gibt die mittleren Fehler der einzelnen Barographen, wie sie aus fünf Vergleichsserien mit dem Quecksilberbarometer von 4—5 Stunden Dauer erhalten wurden.

Datum	Barograph Nr.				Mittel
	25 mm	26 mm	27 mm	28 mm	
30. Juni 1881	± 0,037	± 0,075	± 0,052	± 0,079	± 0,064
6. Juli	± 0,118	± 0,119	± 0,073	± 0,086	± 0,104
7. "	± 0,069	± 0,118	± 0,055	± 0,035	± 0,075
8. "	± 0,076	± 0,104	± 0,033	± 0,125	± 0,090
9. "	± 0,073	± 0,082	± 0	± 0,079	± 0,068
	± 0,08	± 0,10	± 0,05	± 0,085	± 0,08

Der mittlere Fehler einer Barographenangabe beträgt also $\pm 0,08 \text{ mm}$. Der mittlere Fehler des Mittels aus allen vier Barographen wird somit $\pm 0,04 \text{ mm}$, d. h. sehr nahe gleich dem mittleren Fehler einer Aneroidangabe bei Standbeobachtungen durch einen geübten Beobachter.

Eine fernere Frage betrifft die horizontale Lage der Flächen gleichen Drucks, auf welcher Annahme das barometrische Höhenmessen basirt. Es kann sich hierbei selbstredend nur um verhältnissmässig kleine Entfernungen handeln, denn jedes Isobarenkärtchen der Witterungsberichte zeigt deutlich genug, dass der Luftdruck in der Meeresfläche, also in derselben Horizontalebene, an verschiedenen Orten sehr ungleich sein kann.

Bei den von mir angestellten Versuchen waren die Verhältnisse folgende: Die Entfernung meiner Wohnung von der Sternwarte betrug fast genau 1 km. Auf letzterer beobachtete Herr Assistent Wolfer täglich um 9, 12, 3 und 6 Uhr ein Gefäßbarometer. Nach Verabredung habe ich dann vom 22. April bis 30. Mai letzten Jahres gleichzeitig auf dem Lindenhofe das früher erwähnte Fortin-Barometer abgelesen. Der mittlere Fehler einer Barometerangabe des letzteren wurde früher gefunden zu $b_s \pm 0,04 \text{ mm}$. Herr Wolfer



Barograph von R. Hottinger (J. Goldschmid) in Zürich.

Im Vorigen sind die mittleren Fehler bestimmt worden, so weit sie von den Instrumenten selbst herrühren. Für das barometrische Höhenmessen kommen nun noch zwei weitere Fehlerquellen in Betracht, die Bestimmung der Temperatur der Luft, resp. ihrer Dichtigkeit und die Voraussetzung der Gleichheit des Luftdrucks in derselben Horizontalen.

Wegen des vortheilhaftesten Verfahrens, die Lufttemperatur bei grossen Höhenunterschieden zu bestimmen, verweise ich auf die obenerwähnte Broschüre: „Die Aneroide von Jacob Goldschmid und das barometrische Höhenmessen“.

Für kleinere Höhenunterschiede von einigen Hundert Metern, wo zudem die ganze zwischengelegene Luftsäule mit dem Boden nahe in Berührung ist, bleibt es das einfachste und beste, die jeweilige Lufttemperatur durch Schwingen eines Thermometers an einem recht schattigen Orte zu ermitteln. Es genügt, dies in grösseren Zwischenräumen an passenden Orten zu thun und dann für die zwischengelegene Beobachtungsserie eine mittlere Temperatur anzunehmen. Von Berücksichtigung des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft kann ganz abgesehen werden, da die Unsicherheit in der Bestimmung der Lufttemperatur weit grösser ist. Wie gross dieselbe ist, kann schwer angegeben werden, da dies zum Theil vom Beobachter selbst abhängt. 2—3° machen 1% in der Länge der berechneten Luftsäule aus, man wird daher die Unsicherheit der Höhenmessung in Folge der nicht sichern Bestimmung der Lufttemperatur wohl nicht unter ein 1/2% annehmen dürfen.

schätzte den mittleren Fehler der Angaben seines Gefäßbarometers auf $b_s \pm 0,05 \text{ mm}$. Man wird also für diese Vergleichungen den mittleren Fehler der Instrumente gleich und gleich $\pm 0,05 \text{ mm}$ setzen können, da die grössere Dauer der Zwischenzeit der Beobachtungen eine kleine Vergrösserung des mittleren Fehlers des Fortin-Barometers verlangt.

Die über 1½ Monate fortgesetzten Vergleichungen ergaben, wenn man der Rechnung die gleichzeitig beobachteten täglichen Barometerschwankungen zu Grunde legt, nachdem dieselben, da der Höhenunterschied beider Orte 30 m beträgt, auf die gleiche Horizontale reducirt waren, als mittleres Fehlerquadrat

$$b_z^2 + b_s^2 = 0,00478$$

und wenn man beiden Instrumenten gleiche Genauigkeit zuschreibt $b = \pm 0,049 \text{ mm}$.

Trotzdem die Witterung bisweilen sehr ungünstig war, hat hiernach an beiden Orten in derselben Horizontalen stets sehr nahe der gleiche Druck geherrscht und da das gleiche zu besprechende Nivellement in horizontaler Richtung nur noch 1—2 km weiter als die Sternwarte ausgedehnt wurde, so ist die Voraussetzung gleichen Luftdrucks in derselben Horizontalen bei ihm als nahe genug erfüllt zu betrachten.

Der mittlere Fehler einer barometrisch gemessenen Höhendifferenz wird sich nach Besprechung der verschiedenen Fehlerursachen nun aus den einzelnen Beträgen zusammensetzen lassen.

Z. B. für eine mittlere Druckdifferenz von 5—10 mm d. h. einen mittleren Höhenunterschied von 100 m, Benutzung von zwei Aneroiden mit den vier Barographen oder einem Standbeobachter, wird der mittlere Fehler der Aneroide $\pm 0,06 \text{ mm}$
 " " " " Barographen $\pm 0,06 \text{ "}$
 " " " " Lufttemperatur $\pm 0,05 \text{ "}$
 aus denen sich der Gesammtfehler zusammensetzt:

$$f^2 = (0,06)^2 + (0,06)^2 + (0,05)^2 = 0,0097$$

$$f = \pm 0,1 \text{ mm.}$$

Nimmt man an, dass das Nivellement an einem höher oder tiefer gelegenen Fixpunkte abgeschlossen und so der Fehler der Lufttemperatur und des Reductionscoefficienten grössttentheils eliminiert werden kann, so bleibt:

$$f^2 = (0,045)^2 + (0,06)^2 = 0,0056$$

$$f = \pm 0,075 \text{ mm.}$$

Als mittleren Fehler einer barometrisch gemessenen Höhendifferenz bei einem mittleren Höhenunterschiede von 100 m wird man also im ersten Falle *etwas mehr*, im zweiten Falle aber *etwas weniger* als 1 m zu erwarten haben u. s. w.

Hiermit hätte die Untersuchung der Instrumente abgeschlossen werden können, es erschien aber wünschenswerth, noch durch einige Probemessungen die im Vorstehenden berechneten Werthe der mittleren Fehler zu bestätigen. Hierzu wurde das bisher benutzte, geometrisch ausgeführte Nivellement von der Bahnhofbrücke bis zum Lindenhof und vom Beauséjour bis zum Susenberg verlängert, so dass der gesamte Höhenunterschied jetzt etwas über 200 m und der mittlere in Folge gleichmässiger Vertheilung der Beobachtungspunkte annähernd 100 m betrug. Während der Messungen functionirten auf dem Lindenhofe die vier Barographen und das Herr Ingenieur Escher gleichzeitig zwei Aneroide dort ab. Von Herrn Ingenieur Scheiblauer und mir wurden vier Nivellemente ausgeführt; an den letzten drei war Herr Professor Rebstein so freundlich, in gleicher Weise wie wir mit zwei Instrumenten Anteil zu nehmen. Bei jedem Nivellement wurden andere Instrumente benutzt. Beim letzten solche mit den stärksten Schraubenfehlern, aber je ein positives mit einem negativen combinirt. Die Fehler der Messungen waren, wenn man zunächst nur die Angaben der Barographen berücksichtigt, von denen bei den zwei letzten Nivellementen wegen Stehenbleibens einer Uhr nur drei functionirten, folgende:

	R.				S.				K.			
Höhe	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	
- 9,5	-1,2	-0,1	-1,5	-0,2	-2,1	+1,0	-0,8	± 0	-0,8	+0,4	-1,0	
-18,1	± 0	± 0	-2,4	-0,5	-2,8	+1,6	-1,0	-0,6	-1,1	+1,3	-2,0	
-20,2	-0,1	+0,5	-1,8	-1,0	-2,2	+2,1	-0,5	-1,5	-0,2	+1,5	-1,9	
-16,9	-0,8	+0,1	-2,1	-1,2	-1,9	+1,6	-1,2	-1,3	-0,2	+0,5	-2,2	
- 7,3	-0,4	-0,5	-1,5	-0,6	-1,4	+2,0	-0,2	-0,7	-0,1	+0,7	-1,5	
+ 6,6	-1,1	+0,1	-1,1	-0,3	-1,0	+1,8	+0,1	-0,3	+0,1	+0,5	-1,6	
18,9	-0,3	-1,0	± 0	+0,5	-0,6	+1,2	-0,2	-0,3	-0,4	-0,9	-1,6	
28,2	-2,0	-1,6	-1,6	-0,1	-0,9	+1,6	+0,2	-0,5	-1,1	-1,2	-1,9	
41,6	-3,0	-0,4	-2,6	-0,4	-1,9	+1,8	-0,5	-0,7	-0,6	-0,6	-2,2	
57,2	-0,4	+1,1	-2,4	+0,1	-1,2	+2,1	-0,4	-0,5	+0,4	+0,7	-3,0	
72,2	-0,3	+1,5	-1,6	+0,4	-0,6	+2,3	-0,5	+0,7	± 0	+0,8	-2,1	
78,8	-0,2	+1,1	-1,6	+0,4	-1,6	+2,8	-1,3	+0,9	+0,3	+0,8	-1,8	
78,8	+0,4	+0,6	-0,6	+1,3	-0,6	+1,2	-1,9	+1,3	+0,4	-0,2	-1,3	
87,8	+0,3	-0,4	-2,4	-0,3	-0,1	+0,7	-2,0	-0,8	+0,3	+0,2	-2,8	
99,8	+0,3	+1,0	-1,2	-0,9	+0,3	+1,9	-1,3	-1,6	+0,6	+0,8	-2,6	
106,0	+1,8	+1,1	-1,0	.	+0,6	+1,8	-1,1	.	+1,0	+0,9	-1,6	
112,3	+1,6	+1,2	-2,2	.	+1,2	+0,9	-1,0	.	+1,5	+0,7	-2,3	
118,7	+1,8	+1,6	-0,9	+0,7	+1,4	+1,9	-1,3	+0,3	+1,2	+1,1	-2,2	
135,4	+1,4	+1,6	-0,2	-0,4	+0,6	+0,9	-0,1	+0,1	+0,9	+0,7	-1,8	
144,4	+2,0	+0,4	-0,6	.	+0,8	+1,0	+1,1	.	+1,3	+0,4	-1,8	
155,7	+0,5	+1,0	-0,2	-0,5	+0,8	+0,9	+1,0	-1,0	+1,4	+0,6	-1,1	
170,7	+2,6	+1,5	-0,2	+0,2	+0,4	+1,6	+0,3	-0,6	+1,9	+0,4	-0,2	
179,8	+2,2	+2,1	-1,0	.	+0,7	+1,4	-1,0	.	+2,0	+1,3	-2,4	
185,2	+2,9	+1,7	-1,0	+0,3	+0,3	+1,5	-1,1	+0,8	+1,8	+0,9	-2,9	
185,2	.	+1,9	-1,1	-1,0	.	+1,8	-1,3	+0,6	.	+1,2	-2,6	
$m = \pm 1,4$	$\pm 1,1$	$\pm 1,5$	$\pm 0,6$	$\pm 1,3$	$\pm 1,6$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 0,8$	$\pm 2,0$	
Mittel	$\pm 1,3 \text{ m}$			$\pm 1,1 \text{ m}$				$\pm 1,15 \text{ m}$				
Gesammtmittel $\pm 1,2 \text{ m}$												
Maximalfehler 3 m.												

Die Nivellements wurden ausgeführt am 29. Juni, 1., 2. und 3. Juli 1881 bei glühender Sonnenhitze, so dass die Thermometer der Instrumente zeitweise über 30° stiegen. Die Witterungsverhältnisse waren den Beobachtungen nicht gerade günstig. Beim ersten Nivellement kam ein heftiges Gewitter, so dass die letzten Punkte in Regen genommen und einige ganz überschlagen werden mussten. Der mittlere Fehler einer Höhenmessung beträgt $\pm 1,2 \text{ m}$, also etwas über 1 m. Man bemerkt aber auf den ersten Blick aus dem geringen Zeichenwechsel, dass die Fehler nicht bloss zufälliger Natur sein können.

Bei einigen Nivellements haben sogar alle Fehler gleiches Zeichen. Dies kann wohl nur darin seinen Grund haben, dass die Instrumente beim Uebergange aus dem Zustande der Ruhe in den der Bewegung eine kleine Änderung erfahren haben, die sich dann während der ganzen übrigen Beobachtungsreihe nahezu constant erhalten hat. Man wird den Einfluss dieser Änderung leicht eliminieren, wenn man in der Nähe der Ausgangsstation einige Fixpunkte anlegt, welche man vor Beginn des eigentlichen Nivellements unterwegs einnivellirt und aus denen man dann das Mittel nimmt und als Ausgangshöhe dem Nivellement zu Grunde legt. Es soll z. B. angenommen werden, dass im vorigen Beispiele die vier ersten Punkte solche Fixpunkte gewesen seien. Um sie entsprechend zu benutzen, hat man nur das Mittel der Fehler an den vier ersten Punkten von allen folgenden abzuziehen. Weiter bemerkt man, dass z. B. beim zweiten Nivellement die Fehler bei allen drei Beobachtern aus dem Negativen in's Positive übergehen und mit der Höhe wachsen. Hier ist offenbar die Lufttemperatur nicht richtig bestimmt worden. Nimmt man an, dass der letzte Punkt ein bekannter Fixpunkt sei, an dem das Nivellement absichtlich abgeschlossen worden, so kann man den dort gefundenen Fehler als Correction der Höhe proportional an die vorhergehenden Messungen anbringen und so die Bestimmung der Lufttemperatur und den etwaigen Coefficientenfehler zugleich verbessern. Führt man diese Correctionen aus, so erhält man als übrigbleibende Fehler:

	R.				S.				K.			
Höhe	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	
+ 8,9	± 0	-0,5	+0,5	± 0	+0,1	+0,9	+0,4	+0,6	+0,2	+0,5	-0,2	+0,3
22,8	-0,7	-0,1	+0,9	± 0	+0,4	-1,1	+0,2	+0,9	+0,4	+0,4	-0,4	+0,2
35,1	-0,1	-1,3	+1,9	± 0	+1,2	+1,4	-0,4	+0,6	+0,3	-0,1	-1,8	+0,3
44,4	-2,0	-2,0	+0,3	± 0	+0,5	+0,9	± 0	+1,1	+0,1	-0,9	-2,0	± 0
57,8	-2,6	-0,9	-0,8	± 0	+0,2	-0,3	+0,2	+0,4	-0,2	-0,6	-1,5	-0,2
73,4	-0,9	+0,5	-0,7	± 0	+0,7	+0,2	+0,5	+0,5	-0,1	+0,2	-0,2	-0,9
88,4	-1,1	+0,7	± 0	± 0	+1,0	+0,6	+0,7	+0,5	+0,9	-0,4	-0,2	+0,1
95,0	-1,1	+0,3	± 0	± 0	+1,0	-0,5	+1,2	-0,3	+1,0	-0,2	-0,2	+0,4
95,0	-0,5	-0,2	+1,0	± 0	+1,9	+0,5	-0,4	-0,9	+1,4	-0,1	-1,2	+0,9
104,0	-0,8	-1,3	-0,8	± 0	+0,2	+0,9	-0,9	-1,0	-0,7	-0,3	-0,8	-0,5
116,0	-1,0	± 0	+0,3	± 0	+1,1	+0,3	-0,3	-0,3	-1,6	-0,1	-0,2	-0,3
122,2	+0,4	+0,1	+0,5	.	+1,3	+0,2	-0,1	.	.	+0,2	-0,1	+0,7
128,5	-0,3	+0,1	-0,8	.	+1,9	-0,7	± 0	.	.	+0,6	-0,3	+0,1
134,9	+0,1	+0,4	+0,5	± 0	+1,2	+2,0	+0,3	-0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2
151,6	-0,6	+0,2	+1,1	± 0	+1,0	-0,7	-0,4	.	-0,2	-0,3	-0,3	+0,7
160,6	-0,1	-1,0	+0,5	.	+1,1	-0,6	+2,2	.	± 0	-0,5	+0,7	.
171,9	-1,9	-0,6	+1,0	± 0	+0,1	+0,9	-0,7	+2,1	-1,5	± 0	-0,4	+1,5
186,9	± 0	-0,2	+0,9	± 0	+0,6	+0,3	± 0	+1,5	-1,2	+0,3	-0,5	+2,5
196,0	-0,4	+0,3	+0,1	.	+0,5	-0,2	+0,2	.	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3
201,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$m = \pm 1,0$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 0,6$	$\pm 0,9$	$\pm 0,9$	$\pm 0,8$	$\pm 0,4$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	
Mittel	$\pm 0,9 \text{ m}$				$\pm 0,8 \text{ m}$				$\pm 0,7 \text{ m}$			
Gesammtmittel $\pm 0,8 \text{ m}$												
Maximalfehler 2,6 m.												

Der mittlere Fehler einer barometrisch gemessenen Höhe hat sich also bedeutend vermindert, da er jetzt weniger als 1 m beträgt und zugleich haben die Fehler mehr den Charakter von zufälligen Fehlern angenommen.

Nimmt man anstatt der Barographen die Beobachtungen der Luftdruckschwankungen, welche Herr Ingenieur Escher gleichzeitig an zwei Aneroiden ausgeführt hat, so erhält man als mittlere Fehler, wenn man wieder zunächst vom Lindenhof ausgeht und nur diese Station als bekannt ansieht:

R.	S.	K.
I	$\pm 1,0$	$\pm 1,1$
II	$\pm 1,5$	$\pm 1,0$
III	$\pm 1,0$	$\pm 0,7$
IV	$\pm 1,5$	$\pm 1,9$
Mittel	$\pm 1,3$	$\pm 1,2$
	$m = \pm 1,2 m.$	

Hingegen erhält man nach dem zweiten Verfahren:

R.	S.	K.
I	$\pm 1,1$	$\pm 0,9$
II	$\pm 1,2$	$\pm 0,4$
III	$\pm 0,6$	$\pm 0,7$
IV	$\pm 0,9$	$\pm 0,8$
Mittel	$\pm 0,9$	$\pm 0,7$
	$m = \pm 0,9 m.$	

Die mittleren Fehler werden also sehr nahe dieselben, ob man die Barographenangaben oder die Beobachtungen der Standaneroide benutzt.

Es muss noch hervorgehoben werden, dass Herr Professor Rebstein und Herr Ingenieur Escher früher noch keine Messungen mit Goldschmid'schen Aneroiden ausgeführt hatten, während den beiden andern Beobachtern monatelange Beschäftigung mit diesen Instrumenten zu Gute kam.

Um noch einmal die durch vorstehende Untersuchungen gefundenen Resultate kurz zusammenzufassen, so ergeben sich für die Praxis der barometrischen Höhenmessungen folgende Regeln: Vor Beginn des Nivellements beobachte man die Lufttemperatur und bringe es durch Erwärmen resp. Abkühlen der Instrumente dahin, dass dieselben eine um 5° höhere Temperatur haben als wie die Luft. Dann werden die Schwankungen der Instrumententemperatur nicht grösser sein, wie diejenigen der Lufttemperatur.

Man beginne das Nivellement nicht an einem Ruhpunkt, sondern bringe die Instrumente immer erst in Bewegung. Am besten wird es sein, in der Nähe der Ausgangsstation mehrere Fixpunkte zu machen, welche kleine Höhenunterschiede haben und an diesen allen abzulesen, damit man etwas verschiedene Stellen der Schraube zu den Ablesungen benutzt und von den zufälligen Schraubenfehlern mehr unabhängig wird.

Sodann sorge man dafür, dass die Nivellements nicht zu lange ausgedehnt werden müssen, ehe sie wieder an einem der Fixpunkte abgeschlossen werden können. Letztere wähle man so, dass man einen möglichst grossen bekannten Höhenunterschied erhält, um nach ihm die angenommene Lufttemperatur und den Reductionscoefficienten controliren resp. verbessern zu können. Wenn es sich um barometrische Höhenaufnahmen im grösseren Umfange handelt, so wird man zunächst auf trigonometrischem Wege ein passendes Netz bekannter Höhenpunkte herstellen, geeignete Standorte für die Barographen auswählen, wo diese keinen Erschütterungen und keinen grossen Temperaturschwankungen ausgesetzt sind, das aufzunehmende Gebiet in Sectionen von einigen Quadratkilometern theilen, jeden Beobachter mit zwei Aneroiden ausrüsten, die er zur Controle und Erhöhung der Genauigkeit stets beide zu beobachten hat, und endlich einige Barographen über das aufzunehmende Gebiet so vertheilen, dass das Mittel ihrer Angaben zur Bestimmung der gemeinschaftlich zu verwerthenden Schwankungen des Luftdrucks benutzt werden kann. Besonders wichtige Punkte können von den Beobachtern benachbarter Sectionen unabhängig von einander einniwellirt werden. Die Instrumente sind durch Einnielliren bekannter, resp. auf einem früheren Wege barometrisch bestimmter Punkte, sowie durch regelmässige Vergleichungen vor und nach den Nivellements in steter Controle zu halten. So oft es thunlich ist, sollen die Reductionscoefficienten durch barometrische Bestimmung grösserer Höhenunterschiede, welche anderweitig ermittelt und bekannt sind, kontrollirt werden. Die Reductionscoefficienten der Barographen lassen sich mit Hülfe der Anerode bei grösseren Schwankungen des Luftdrucks leicht genau genug ermitteln. — Wenn in systematischer Weise verfahren wird, so kann es nach den vorstehenden Untersuchungen nicht zweifelhaft sein, dass der mittlere Fehler einer barometrischen Höhenmessung kleiner als $1 m$ ausfallen wird. Während der Ausführung der Messungen selbst wird man noch auf mancherlei kleine Vortheile aufmerksam werden und eine grössere Genauigkeit erreichen

können, als wie es uns bei der beschränkten Zahl der Versuchsmessungen mit ganz neuen Instrumenten möglich war.

Was die Berechnung barometrischer Höhenmessungen betrifft, so gibt es mancherlei hübsche graphische Methoden, welche das numerische Rechnen möglichst zu vermeiden gestatten. Am besten hat mir unter diesen das von Steinach in der Zeitschrift des Hannoverschen Ingenieur- und Architektenvereins mitgetheilte Verfahren gefallen, da es in übersichtlicher Weise die Angaben der Barographen und die an den Fixpunkten gemachten Ablesungen zu verwerthen gestattet. Wer das numerische Rechnen nicht scheut, wird mit Rechenschieber und Multiplicationstafel am raschesten zum Ziele gelangen.

Revue.

Prix de revient de l'éclairage électrique. — Jusqu'à ce jour, écrit le "Moniteur industriel", il ne nous avait pas été possible de nous procurer des renseignements exacts sur le prix de revient de l'éclairage électrique, étant donné le mauvais vouloir des inventeurs pour nous renseigner sur leurs systèmes et surtout sur le peu l'exactitude des prix qui nous avaient été communiqués. — Nous avons donc préféré attendre que l'occasion se présentât de nous procurer nous-même, et de visu, des prix sérieux, sur lesquels nos lecteurs peuvent absolument se fier, car nous avons envoyé sur place un de nos correspondants dans une usine du Nord, filature et tissage, et il lui a été permis d'étudier deux des plus importants systèmes, Gramme et Siemens.

Le dernier système a été préféré pour l'éclairage du tissage; voyons donc le coût de l'éclairage: Ce tissage a une surface de 3000 m et comporte 450 métiers environ, qui étaient éclairés par 450 becs de gaz qui ont été remplacés par 32 lampes différentielles Siemens. Le coût de l'installation se répartit ainsi qu'il suit:

2 machines électriques, à 16 foyers, à 3700 fr. l'une	7 400 fr.
32 lampes et accessoires à 325 fr. l'une	10 400 "
Graisseurs pour les machines électriques	120 "
500 m de câble conducteur à 1,30 fr.	650 "
Fournitures diverses	20 "
Installation et mise en marche	200 "
	18 790 fr.

Force motrice exigée pour 32 lampes, 25 chevaux.

Amortissement en 10 ans à 5% l'an soit une

moyenne de 12,75 fr. l'an 2395,70 fr.

Par heure, pour 600 heures d'éclairage par an	4,00 fr.
Charbon moteur (25 chevaux) à 2 kg.	1,20 "
Crayons pour les lampes	4,16 "
Surveillance et graissage	0,50 "
	9,86 fr. par heure.

Avec l'éclairage au gaz, le prix de revient était de 20,25 fr. par heure pour 450 becs donnant une intensité de 250 carcelles: les 32 lampes différentielles à 40 carcelles chacune donnent 1280 becs carcelles. Donc, économie de 50% sur le prix de revient et intensité de lumière quatre fois plus grande.

Envisageons la question dans le cas où l'éclairage eût été fait au moyen de lampes Gramme, ce dont on avait eu l'intention, et calculons le prix comme pour le précédent système.

Il eût fallu pour ce tissage:

20 lampes Gramme à 350 fr.	7 000,00 fr.
4 machines Gramme à 2200 fr.	8 000,00 "
20 interrupteurs avec résistance à 50 fr.	2 000,00 "
20 suspensions, etc., à 100 fr.	2 000,00 "
Accessoires	50,00 "
Câble	500,00 "
	19 350,00 fr.
Pose et imprévu, 5%	967,50 "
	20 317,50 fr.

L'installation totale coûte donc 20 317,50 fr.