Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 35/36 (1900)
Heft: 24

Artikel: Ueber eine Kompensationslatte beim Präcisionsnivellement
Autor: Hilfiker, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-22011

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: 16.07.2025

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

INHALT: Die Parsons-Dampfturbine. — Ueber eine Kompensationslatte beim Präcisionsnivellement. — Dix ans de science. II. (Fin.) — Discours de M. le Dr. C. Lardy. — Städtische Wohn- und Geschäftshäuser. — Miscellanea: Die schweizerischen Eisenbahnen im Jahre 1899. Die erste Jahresversammlung der Schweiz. Gesellschaft für Schulgesundheitspflege. Verein schweiz. Cement-, Kalk- und Gipsfabrikanten. — Konkurrenzen: Aufnahmegebäude für den Bahnhof in Chaux-de-Fonds. — Litteratur: Städtische Wohn- und Geschäftshäuser. — Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. — Feuilleton: Association des anciens élèves de l'école polytechnique fédérale suisse de Zurich. II. (Fin).

Hiezu eine Tafel: Parsons-Dampfturbinen-Dynamo von 1000 Kilowatt für das Elektricitätswerk der Stadt Elberfeld.

Die Parsons-Dampfturbine.

(Mit einer Tafel.)

Als Ergänzung zu dem Artikel über die *Parsons*'sche Dampfturbine in Nr. 22 d. B. finden sich auf beiliegender Tafel die uns von Herrn Baurat *Lindley* gütigst zur Verfügung gestellten Bauzeichnungen für eine 1000 *kw*-Dampfturbinen-Dynamo der bereits erwähnten Elberfelder Anlage; gleichzeitig ist in Fig. 1 aus der „Zeitschrift des Bayerischen Dampfkessel-Revisions-Vereines" der Längenschnitt einer Parsons'schen Turbine reproduciert, welcher eine ziemlich deutliche Vorstellung von der inneren Einrichtung giebt.

Die Turbine enthält in drei verschiedenen Stufen von zunehmendem Durchmesser 18 + 9 + 5 = 32 einzelne Turbinen. Der Dampf, der bei *a* eintritt, gelangt zunächst in den Raum *b* vor der ersten Stufe, durchfliesst der Reihe nach die sämtlichen Turbinen und verlässt die Maschine bei *c*. Die achsialen Schübe werden durch die mit Labyrinthdichtung versehenen Entlastungskolben *e*, *f* und *g* ausgeglichen, deren Durchmesser denjenigen der entsprechenden Turbinensätze gleich sind. Die Räume zwischen den Kolben *e* und *f*, *f* und *g* stehen durch die Kanäle *h* und *i* mit den entsprechenden Räumen zwischen den drei Turbinensätzen in Verbindung. Eine ähnliche Verbindung besteht auch zwsichen dem Raume hinter *g* und dem Abdampfraume *c*. Die Lagerbüchsen *d d*, ebenso das hintere Spurlager und der Schneckenantrieb *q* sind mit Oelzirkulation versehen; die zugehörige Oelpumpe wird von *q* aus angetrieben.

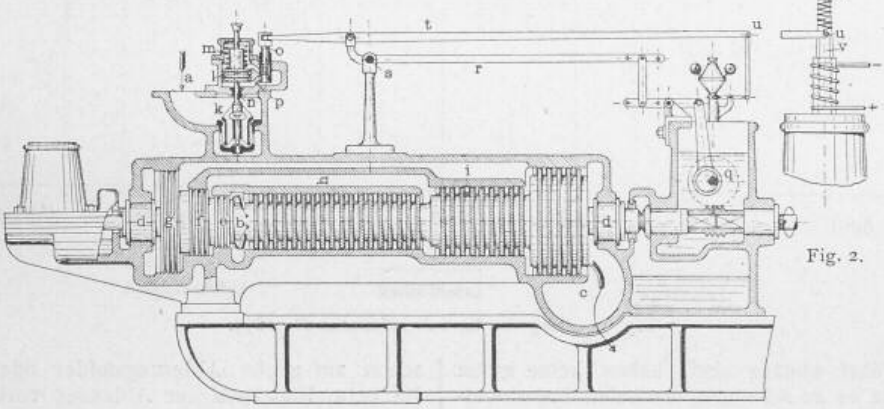


Fig. 1.

Fig. 2.

Die Regulierung ist ihrem Wesen nach deutlich zu erkennen. Das Regulierventil *k* trägt an seiner Stange den in einem kleinen Cylinder spielenden Kolben *l*. Ist der Dampfkanal *p* geschlossen, so drängt der durch die Büchse *n* eintretende Dampf den Kolben nach oben und öffnet damit das Ventil. Stellt aber der kleine Kolbenschieber *o* eine Verbindung zwischen dem Kanal *p* und dem Raum über dem Kolben und dadurch auch mit der Atmosphäre her, so wird die Feder *m* Meister und bewirkt den Schluss des Ventiles. Der Kolbenschieber *o* wird von dem Hebel *t* regiert, der vom Excenter *q* durch den Hebel *r s* eine fortwährende schwingende Bewegung erhält, während gleichzeitig das Ende *u* unter der Herrschaft des Tachometers, eventuell des Spannungsmessers, steht. Wie Fig. 2 zeigt, besteht der letztere aus einem am Hebelende *u* befestigten Eisenkern *v*, der einerseits unter dem Einfluss einer Schraubenfeder *w* und anderseits unter demjenigen eines vom Nebenstrom durchflossenen Solenöides steht.

An der Pariser Ausstellung sind sowohl die *de Laval*'sche als auch die *Parsons*'sche Turbine in mehreren Exemplaren vertreten und zum Teil in Betrieb zu sehen, die erstere in der französischen und in der schwedischen Abteilung, die zweite in der englischen und in der schweizerischen Abteilung.

R. E.

Ueber eine Kompensationslatte beim Präcisionsnivellement.

Von Dr. *J. Hilfiker* in Zürich.

I.

Im schweizerischen Präcisionsnivellement sind infolge der vertikalen Gestaltung unseres Landes grosse Schwierigkeiten zu überwinden, um in dem gebirgigen Teile eine Genauigkeit der Resultate zu erreichen, die in den ebenen Gebieten mit Leichtigkeit erzielt werden kann. Nun sind unsere Latten in Centimeterfelder geteilt, so dass rechts und links von der Mittellinie je ein schwarzes und weisses Feld aneinanderstossen, und es ergiebt sich für den Nivelleur die Aufgabe, den Stand des Horizontalfadens des Fernrohrs auf der Latte mit einer Genauigkeit abzulesen, dass er noch $^1/_{10}$ *mm* beobachtet. Es werden aber bei Gebirgsübergängen die Steigung und das Gefälle der Strassen so gross, dass die Latte nur auf wenige Meter vom Instrumente aufgestellt werden kann und da wird es schwierig, aus den grossen Centimeterfeldern ohne weitere Hülfsmittel $^1/_{10}$ *mm* mit Sicherheit abzulesen. Es ergiebt sich hieraus, dass die eine Hauptbedingung für genaues Messen beim Gebirgsnivellement leicht Gefahr läuft, nicht erfüllt zu werden, nämlich die, dass die Beobachtungsfehler oder Ablesefehler als kleine, zufällige Grössen betrachtet werden können, die in ihrem Auftreten ebenso oft positiv als negativ vorkommen und im Gesamtergebnisse sich zum grossen Teile gegenseitig aufheben. So waren z. B. im Juliernivellement, das ich unter anderem im letzten Sommer ausgeführt habe, von Stalla im Oberhalbsteinschen bis zum Kulminationspunkt der Julierstrasse bei den zwei Säulen 320 Stationen und von den Säulen bis Silvaplana noch weitere 264 Stationen notwendig, so dass sich die Gesamtzahl der Stationen zwischen Stalla und Silvaplana auf 584 beläuft, entsprechend einer horizontalen, nivellierten Distanz von 16 *km*; es entfallen also im Mittel auf 1 *km* 36 Stationen, während im ebenen Gebiet bei ruhiger Luft nicht mehr als 12 Stationen auf den *km* zu rechnen sind.

Aus diesem statistischen Material ist zu ersehen, wie mühsam derartige Operationen sich gestalten, und welcher Vorteil dem Beobachter sowohl an Zeit und Bequemlichkeit als auch hauptsächlich an Genauigkeit der Resultate erwachsen muss, wenn auf den Latten die Millimeterstriche mittels der Teilmaschine eingekritzt werden, die auf so kurze Distanzen im Fernrohr scharf sichtbar sind und die im Nivellement auf ebenem Gebiete nicht stören können, da sie auf grosse Distanzen nicht sichtbar werden. Durch dieses höchst einfache Hülfsmittel wird im Gebirgs- und Versicherungsnivellement der Genauigkeitsgrad ganz bedeutend vergrössert, indem nun die Millimeter auf der Latte direkt gegeben sind und die Abschätzung von $^1/_{10}$ *mm* keine Schwierigkeiten mehr bietet; anderseits ist der Beobachter wesentlich entlastet, was sich in einer vermehrten Arbeitsleistung bemerkbar machen muss.

Nun hängt im Gebirgsnivellement der Genauigkeitsgrad des Resultates noch von einem andern hievon völlig unabhängigen Faktor ab, nämlich der Kenntnis der wahren Länge der verwendeten Messlatten; wir haben im Folgenden auf die Mittel näher einzutreten, die uns gestatten, die rohen Beobachtungsresultate auf den wahren Lattenmeter zu reducieren.

Zum Präcisionsnivellement werden ausschliesslich Holzlatten verwendet. Versuche mit Stahllatten, welche in den Niederlanden ausgeführt worden sind, haben keine guten Resultate ergeben, da es zu schwierig erscheint, den obwaltenden Temperaturverhältnissen ausreichend Rechnung zu tragen. Die schweizerischen Präcisionsmiren werden aus trockenem und gut gelagertem Tannenholz angefertigt und haben eine Länge von 3 *m* und einen **T**-förmigen Querschnitt, indem hinten eine Verstärkungsrippe angebracht ist. Alle stammen aus den Werkstätten von *Kern* in Aarau. Die Teilstriche sind mittels der Teilmaschine aufgetragen und eingehende Untersuchungen haben bei neuen Latten eine solche Geringfügigkeit der Teilungsfehler dargethan, dass sie den Beobachtungsfehlern gegenüber vernachlässigt werden können. Es zeigt nun die Erfahrung, dass die Länge der Latten nicht als konstant angenommen werden darf, sondern dass sie Veränderungen unterworfen sind, welche hauptsächlich von der Temperatur und der Feuchtigkeit der Luft abhängen. Für das schweizerische Präcisionsnivellement hat man — so lange die Arbeiten von den Ingenieuren der geodätischen Kommission ausgeführt worden sind — dadurch sich gegen Irrtümer zu schützen gesucht, dass man von 1867 an die Mirenlänge zum Beginn und am Ende der Kampagne bestimmte und für die Zwischenzeit eine regelmässige, also der Zeit proportionale Veränderung der Lattenlänge angenommen hat. Dass diese Annahme indessen eine sehr optimistische ist, die sich mit der Wahrheit nicht verträgt, zeigt die graphische Darstellung der thatsächlichen Verhältnisse. So ergeben die Kurven, welche für den Sommer 1895 den Verlauf des Lattenmeters für die zwei geteilten Flächen der Reversionsmire des eidg. topographischen Bureaus darstellen, dass die Amplitude einen halben Millimeter erreichen kann, und dass im allgemeinen ziemlich unregelmässige Schwankungen vorkommen, die überraschend gut mit der Kurve der absoluten Feuchtigkeit der Luft übereinstimmen, abgesehen von der leichtbegreiflichen Verspätung von einigen Tagen, die, verglichen mit der Feuchtigkeitskurve, in den Aenderungen der Lattenlängen zu Tage treten (Siehe Fig. 1).

Die Reversionsmire hat einen dreieckigen Querschnitt, zwei Seitenflächen sind in Centimeterfelder geteilt und die weissen Felder enthalten auch noch die Millimeterstriche. Der Sinn der Bezifferung der Centimeter geht auf den beiden Lattenflächen im entgegengesetzten Sinne, ausserdem ist die Centimeterbenennung der einen Fläche gegenüber der andern um eine konstante Zahl verschoben, so dass die angenehme Kontrolle besteht, dass für eine und dieselbe Instrumentenstellung die Summe der Ablesungen des Fadens an den zwei geteilten Flächen dieser Latte eine konstante Zahl ergiebt. Durch dieses einfache Hülfsmittel soll der Beobachter auf grobe Ablesungsfehler oder auf Schreibfehler, die beim Eintragen der Ablesung vorkommen können, aufmerksam gemacht werden.

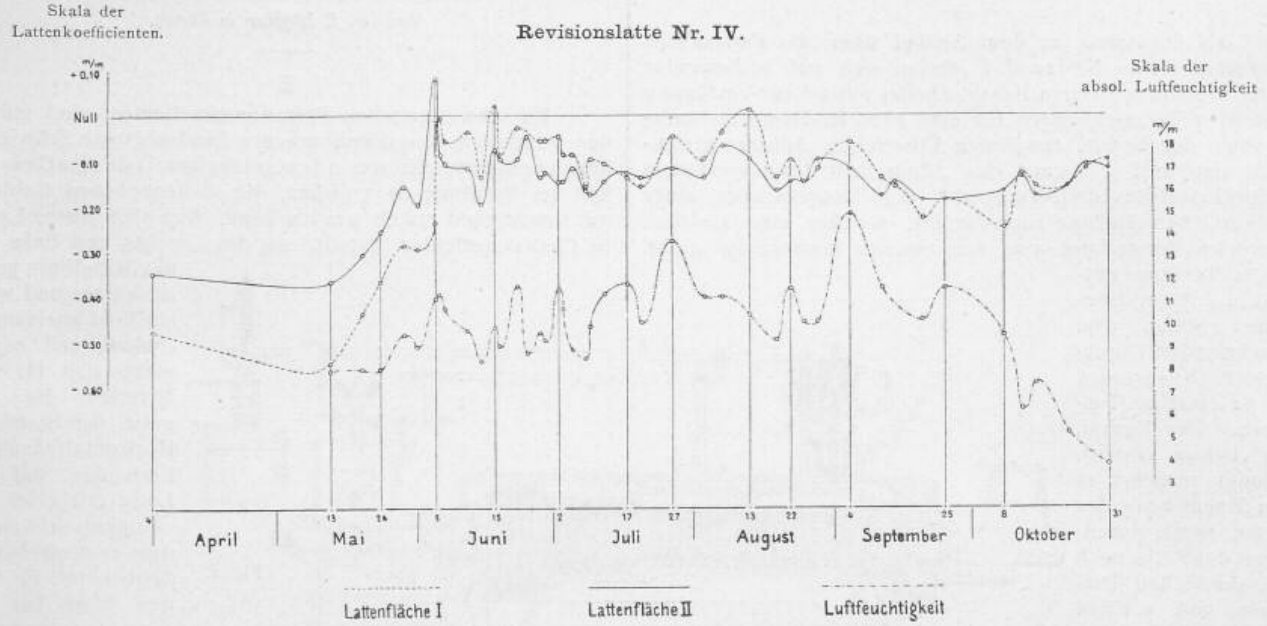


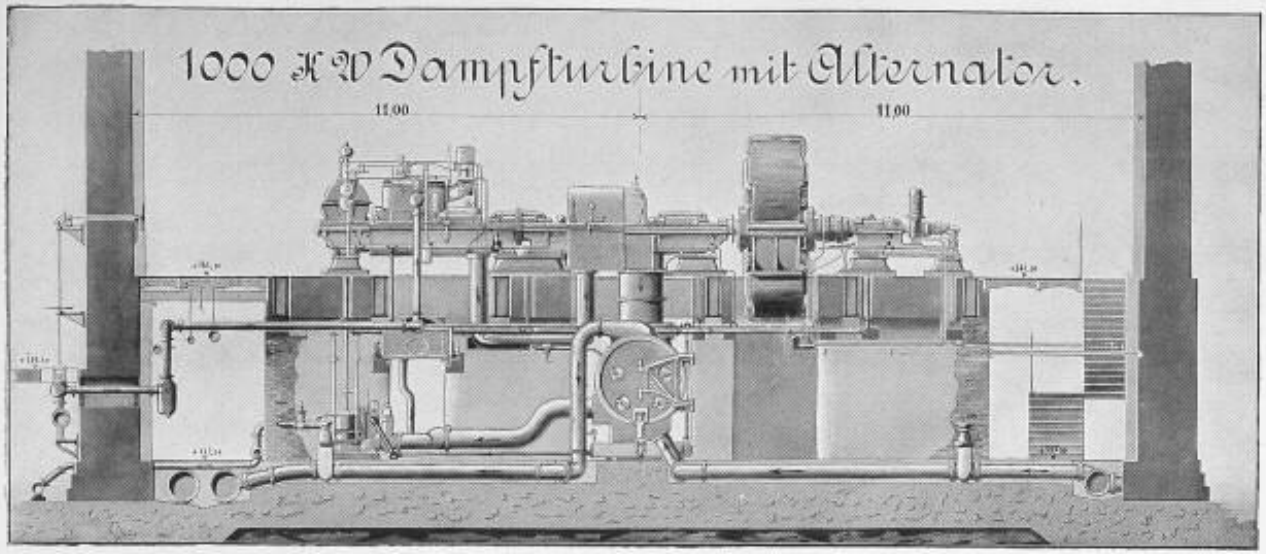
Fig. 1. Gang der Lattenkoefficienten für 1895.

Da also die Längenänderungen der Latten einen sprungweisen Charakter zeigen und gewisse Erfahrungen darauf hinzudeuten scheinen, dass auch drehende Bewegungen im Holze vorkommen, so wird es unmöglich, eine sichere Interpolation zwischen zwei Lattenvergleichungen auszuführen, falls dieselben durch ein grösseres Zeitintervall von einander getrennt sind; es drängt sich die Notwendigkeit auf, dem Beobachter ein Mittel an die Hand zu geben, im Felde vergleichende Messungen anzustellen, welche geeignet sind, den Schwankungen in der Länge des Lattenmeters mit genügender Genauigkeit folgen zu können. Zu diesem Zwecke werden vom eidgen. topograph. Bureau seit 1893 den Mirenkisten Meterstahlstäbe mitgegeben, in welche ein gutes Thermometer eingelassen ist. An ihren Enden enthalten die Stäbe auf abgeschrägter Fläche eine Nonienteilung. Der Vergleichsstab, dessen Gleichung auf der Eichstätte mit aller Genauigkeit ermittelt ist, wird an die Millimeterteilung der Mire aufgelegt und erlaubt mittels Ablesungen mit einer Lupe sehr sichere Vergleichungen, falls man sich gegen gewisse Parallaxenfehler bei den Nonienablesungen zu schützen weiss. Die Vergleichungen im Felde werden für gebirgiges Terrain mehrere Male in der Woche wiederholt, während für ein Nivellement in der Ebene eine wöchentliche Vergleichung ausreichend erscheint; sie werden natürlich an die Längenbestimmungen der Miren am Komparator der Eichstätte angeschlossen und führen so zu einem zuverlässigen Material, das die Mittel an die Hand giebt, auch im Gebirgsnivellement Höhenunterschiede abzuleiten, welche der Wahrheit sehr nahe kommen.

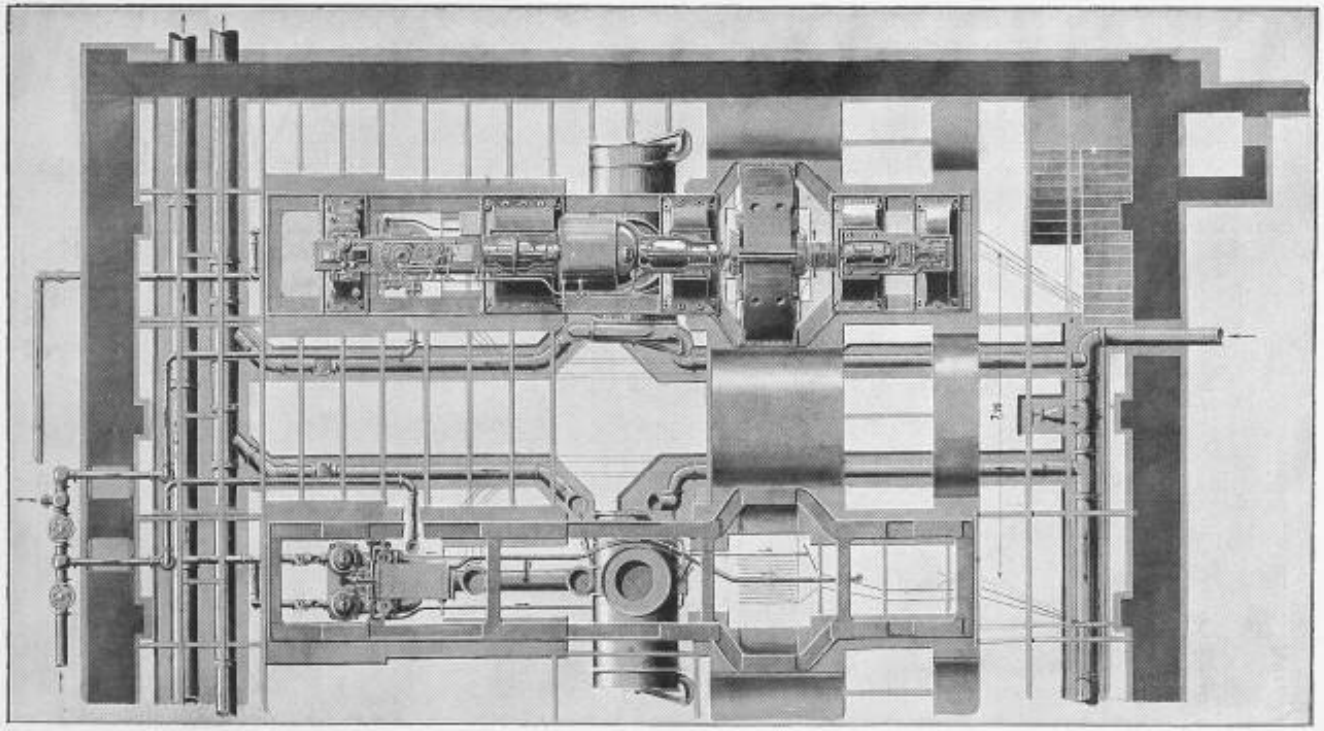
Nun ist es vor etwa zehn Jahren dem französischen Obersten Goulier gelungen, in dieser Sache einen gewaltigen Fortschritt zu erzielen, indem er in die Holzlatten einen einfachen Mechanismus hineinlegt, der für einen beliebigen Moment die Länge der Mire abzulesen gestattet.[1]) Diese

[1]) Ch. Lallemand, traité de nivellement de haute précision, Paris 1889. 8°.

Parsons-Dampfturbinen-Dynamo von 1000 kw. für das Elektrizitätswerk in Elberfeld.



Aufriss 1 : 400.



Grundriss 1 : 400.

Autotypie.

Typ. Jean Frey, Dessauer A.-G.

S. a. d. a. g. in Genf.

Seite / page

258 (3)

leer / vide / blank

Miren nach System Goulier sind in Frankreich und in Belgien unter dem Namen „Kompensationsmire" mit gutem Erfolge im Gebrauch. Das eidgenössische topographische Bureau hat im vorigen Jahre eine ungeteilte Latte nach System Goulier bezogen und die Teilung bei Kern & Cie. in Aarau in der bei uns üblichen Weise ausführen lassen. Bei den französischen Kompensationslatten des „Nivellement général de la France" ist nämlich die obere Hälfte der einen von je zwei mit einem Instrumente verwendeten Latten nach einem bestimmten, dem Nivelleur nicht bekannten Gesetze geteilt. Diese Teilung weicht wohl von der wahren Millimeterteilung nur sehr wenig ab, es soll aber hiedurch der Niveauunterschied vor Fehlern bewahrt werden, welche durch das Trachten des Beobachters nach Uebereinstimmung der einzelnen Resultate hervorgebracht werden könnten. Drei Holzlamellen machen die Mire aus, von denen die erste den Deckel darstellt, der während des Transportes oder für die Zeit des Nichtgebrauches der Latte als Schutzdeckel auf die geteilte Fläche aufgeschraubt wird, während er für die Operationen auf dem Felde auf den Rücken der Mire angeschoben werden kann. Die beiden anderen Lamellen aus Tannenholz bilden den eigentlichen Lattenkörper; sie sind mit entgegengesetzt verlaufenden Fasern mittels kräftiger Messingschrauben aufeinander festgeschraubt und in den Innenraum, also die Seele des Lattenkörpers bildend, sind zwei Metallstäbe, ein Messingstab und ein Eisenstab mit geringem Zwischenraum eingelegt. Die unteren Enden der Metallstäbe sind fest und unveränderlich mit dem Fusse des Mirenkörpers verbunden, während die oberen Enden frei, d. h. nur aufgelegt sind. Diese zwei Metallstäbe bilden ein bimetallisches Thermometer nach Borda von 2,80 *m* Länge und der Vergleichsmasstab ist derartig geteilt, dass eine Temperaturbestimmung desselben und des Lattenholzes unnötig wird (Fig. 2 und 3).

Kompensationsmire, System Goulier.

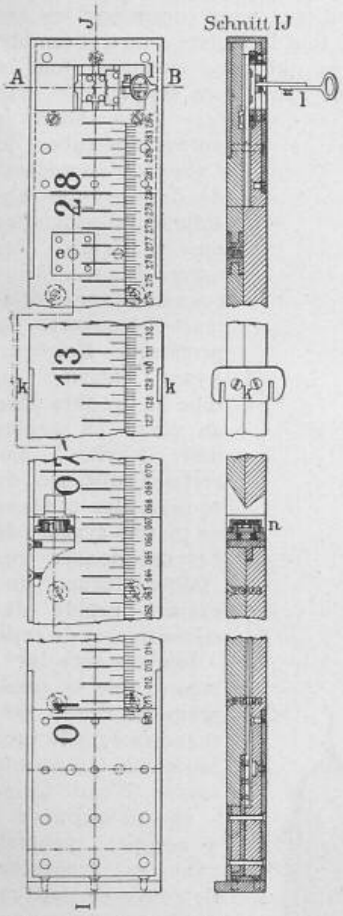


Fig. 2. Ansicht und Längenschnitt.

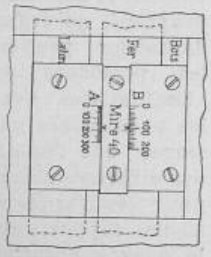


Fig. 3. Ansicht A-B. Natürl. Grösse.

Der Eisenstab, welcher als Vergleichsstab der Mire dient, trägt bei 2,80 *m* Länge in einem eingelassenen Silberplättchen eine doppelseitige Marke, die eine Ablesung auf zwei Teilungen gestattet, von denen die eine auf dem Messingstab und die andere an der Mire angebracht ist. Diese sogen. Kompensationsteilungen sind am oberen Ende der Mire in eine Art Kammer eingelassen die gewöhnlich mittels eines federnden Deckels geschlossen bleibt. Die Ablesung geschieht mittels einer Lupe, welche in der Kammer verbleibt. Was nun die Teilungen betrifft, so entspricht eine Einheit der Teilung auf dem Messingstabe einer absoluten Verlängerung des Eisenstabes um 0,1 *mm* pro 1 *m*, d. h. das Intervall $\lambda_{messing}$ zwischen zwei aufeinanderfolgenden Teilstrichen der Messingteilung ist gleich der relativen Ausdehnung des Messingstabes gegenüber dem Eisenstabe, wenn der letztere eine absolute Verlängerung von 0,1 *mm* pro 1 *m* erfährt, während eine Einheit der Teilung auf dem Holz der relativen Ausdehnung der Holzlatte von 0,1 *mm* pro *mm* in Bezug auf den Eisenstab entspricht.

Ist L die Länge des Stabes, α der Ausdehnungskoefficient für Eisen, β derjenige für Messing und Θ das Temperaturintervall, unter welchem die Ausdehnung der Metallstäbe stattfindet, so ist

$$\lambda_{messing} = L \,.\, \Theta\,(\beta - \alpha) \text{ und da } L = 2{,}8\ m \text{ und } \Theta \,.\, \alpha = 0{,}1\ mm$$

$$\lambda_{messing} = 0{,}28 \,.\, \left(\frac{\beta - \alpha}{\alpha}\right) = 0{,}28 \,.\, 0{,}652 = 0{,}183\ mm$$

$$\lambda_{holz} = 2{,}8 \,.\, 0{,}1 = 0{,}28\ mm$$

Darnach wird unter der Zunahme der Temperatur um Θ die Teilung am Messingstab gegenüber der Marke um einen Teilstrich vorwärts geschoben und die Ablesung am Messingstab wird jetzt $a + 1$ sein, wenn sie vorhin gleich a gewesen ist; umgekehrt nähert sich die Marke dem Nullpunkt der Teilung auf der Mire um einen Teilstrich, falls die Länge der Holzfaser sich nicht ändert und wir haben auf der Holzteilung jetzt die Ablesung $b - 1$, wenn sie vorher gleich b gewesen ist. Die Summe der Ablesungen an den beiden Teilungen bleibt somit konstant $= a + b$, wenn die Lattenlänge sich nicht ändert und es erhellt, dass eine Vermehrung von k *mm* in der Summe der Ablesungen $a + b$, die in zwei verschiedenen Zeitpunkten auf den zwei Teilungen konstatiert wird, für das Holz eine Längenzunahme von k *mm* pro 1 *m* bedeutet, und zwar unabhängig von der Frage, welches die Ursache dieser Veränderung gewesen sein mag.

(Schluss folgt.)

Dix ans de science.*)

II. (Fin.)

Les divers phénomènes que nous venons de passer en revue et leurs applications sont une conséquence logique des idées de Faraday et de Maxwell, ainsi que de l'expérience fondamentale de Hertz. Mais ce qu'aucun homme de génie ne pouvait prévoir, c'est la façon dont les organismes vivants se comportent lorsqu'ils sont traversés par des ondes électriques de haute fréquence.

On sait depuis la mémorable expérience de Galvani, que des décharges électriques, même de faible intensité dans les filets nerveux, produisent des contractions musculaires souvent intenses. On sait aussi, depuis longtemps, que ces contractions se produisent chez des êtres ne présentant aucune sensibilité particulière, lorsque les courants sont rapidement variables ou alternatifs. On aurait donc pu croire que les ondes électriques de haute fréquence produiraient des effets de tétanisation extraordinaires, et absolument insupportables. Mais l'expérience tentée par M. d'Arsonval et M. Tesla, donna un résultat en opposition directe avec les prévisions. Des ondes de haute fréquence, conduites directement d'un point à un autre de la surface d'un être vivant, semblèrent ne l'affecter en aucune façon. L'expérimentateur s'y soumettant lui-même n'éprouva aucune sensation particulière.

On pensa, pendant quelque temps, que les courants se propageaient en surface, et, n'atteignant pas les couches profondes, n'avaient pas l'occasion de s'y manifester. Mais des expériences de deux ordres distincts montrèrent que cette idée était erronée. En réalité, ces courants pénètrent l'organisme dans son entier, et s'ils n'y produisent aucune action nerveuse directement observable, s'y manifestent, par d'autre actions qu'il est aisé de mettre en évidence. Les échanges respiratoires sont activés, les combustions sont plus intenses et plus complètes, et sans faire aucun mouvement, le sujet soumis à l'expérience subit, sans fatigue apparente les actions que produirait un exercice immodéré.

*) Allocution prononcée le 5 juin 1900 à l'Assemblée générale des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale, par Ch. Ed. Guillaume, Physicien au Bureau international des Poids et Mesures.