

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Die Eisenbahn = Le chemin de fer |
| Herausgeber: | A. Waldner |
| Band: | 14/15 (1881) |
| Heft: | 4 |
| Artikel: | Der Basisapparat des General Ibanez und die Aarberger Basismessung |
| Autor: | Koppe, C. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-9331 |

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: 12.02.2026

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

I N H A L T: Der Basisapparat des General Ibañez und die Aarberger Basis-messung, von Dr. Koppe (mit Zeichnungen). — Versuche der Umkehrung des graphischen Potenzirens, von Oskar Smreker, Ingenieur, in Prag. — Ueber den Schutz des geistigen Eigenthums. — Urheberrecht an Werken der Literatur und Kunst. — Revue: Ueber Entgleisungen auf Brücken; Brücke über dem Main bei Offenbach; Ueber die Tragfähigkeit und Widerstands-fähigkeit von Wellblech-Construictionen gegen Feuer; Electrisches Licht; Die Unternehmer des Arlbergtunnels; Indischer Cement. — Literatur: Der gegenwärtige Stand der schweiz. Volkswirthschaft, von H. Hanhart in Winterthur; Schweizerischer Baukalender für 1881, von Alex. Koch. — Vereinsnachrichten: Technischer Verein in Winterthur.

Der Basisapparat des General Ibanez und die Aarberger Basis-messung.

Von Dr. C. Koppe.

Die mit dem Namen „Europäische Gradmessung“ bezeichnete Vereinigung sämmtlicher Staaten Europas zur Erforschung der wahrscheinlichsten Oberflächen-Gestaltung unserer Erde wurde vor nahe 20 Jahren in's Leben gerufen durch den preussischen General Baeyer, der schon als junger Officier an der Gradmessung Bessel's in Ostpreussen teilnahm und der gegenwärtig noch im 86sten Lebensjahr an der Spitze dieses grossartigen Unternehmens steht. Einer der ersten Staaten, welcher den Vorschlägen Baeyer's beitrat, war die Schweiz. Die Aufgabe eines jeden Theilnehmers umfasst die Ausführung einer möglichst genauen Triangulation, Vornahme astronomischer Beobachtungen auf einzelnen Dreieckspunkten zur Bestimmung ihrer geographischen Coordinaten, Pendelbeobachtungen zur Ermittlung der Intensität der Schwere, da diese mit der Entfernung vom Erdzentrum abnimmt und somit zur Bestimmung derselben benutzt werden kann, und Durchführung eines Präzisionsnivelllements in Form eines weitmaschigen, über das ganze Land ausgedehnten Netzes. Für den schweizerischen Theil der europäischen Gradmessung sind die Pendelbeobachtungen, die astronomischen Messungen und das Präzisions-Nivellement zum grössten Theil beendigt. Die Triangulation und die mit ihr zusammen hängenden Arbeiten werden in wenigen Jahren zum Abschluss gebracht werden. Das Gradmessungsnetz erstreckt sich vom Bodensee bis zum Genfersee, vom Rhein bis zu der südlichen Grenze des Tessin. Die mittlere Länge der Dreieckseiten beträgt etwa 50 km. Die Winkelmessung, an welcher nahe eben viel Beobachter teilnahmen, als Jahre seit ihrem Beginn verflossen sind, wurde im vergangenen Herbste zum Abschluss gebracht und seitdem die definitive Ausgleichung des Hauptnetzes, welches einige 50 Bedingungsgleichungen enthält, begonnen. Sie wird im Laufe des Winters zu Ende geführt werden. Zur Berechnung des ganzen Netzes und aller mit ihm zusammenhängenden Theile fehlte noch die Ermittelung einer Länge.

Die Grundlage für die Maasse der Dufourkarte bildete die im Herbste 1834 ausgeführte Messung einer 13 km langen Basis von Sungy nach Walperswyl im Seelande im Canton Bern, zwischen Murten- und Bielersee (vergl. Eschmann's Ergebnisse). In dem seit jener Messung verflossenen Zeitraume von nahezu einem halben Jahrhundert wurden Methoden und Instrumente derart vervollkommen, dass die Abrundung der schweizerischen Gradmessungsarbeiten zu einem harmonischen Ganzen eine neue Längenmessung mit den Hülfsmitteln der Neuzeit erforderte. Die Vereinigung sämmtlicher Vertreter der an der Europäischen Gradmessung beteiligten Staaten hat vor einigen Jahren den nach den Angaben des spanischen Generals Ibañez vom Mechaniker Brunner in Paris angefertigten Basisapparat als den vollkommenen anerkannt. Sie beschloss einen gleichen Apparat nach dem Muster des spanischen anfertigen zu lassen, zu dem Zwecke, ihn den einzelnen Mitgliedern zur Ausführung von Längenmessungen in ihrem speciellen Lande der Reihe nach zur Verfügung zu stellen, um so eine Gleichmässigkeit und gleiche Vollkommenheit der zu gemeinschaftlichem Zwecke ausgeführten Arbeiten zu erzielen.

Dieser von General Baeyer in der Folge für das Centralbureau der europäischen Gradmessung bestellte Apparat wurde von Mechaniker Brunner nach dem Muster des ersten spanischen Basisapparates angefertigt und es sind mit demselben bereits zwei Basis-messungen vom geodätischen Institute in Berlin ausgeführt worden.

Das schweizerische Gradmessungsnetz bildet in Folge seiner centralen Lage die Vereinigung der analogen Messungen in den umliegenden Staaten: Deutschland, Frankreich, Italien und Oesterreich.

Jedes der Netze dieser vier Länder enthält seine eigene Längen-bestimmung. Welcher Werth ist beim Zusammentreffen aller vier mit der Schweiz der richtige? Diese würde eine vollständig passive Rolle spielen ohne eigene Basis-messung, hingegen fällt ihr gleichsam das Schiedsrichteramt zu, wenn auch sie mit entsprechenden Hülfsmitteln die Längen ihres Netzes bestimmt. Aus diesem Grunde wurde von der geodätischen Commission der Schweiz beschlossen, um ein völlig unzweideutiges Resultat zu erhalten, nicht nur eine Grundlinie, sondern deren drei an den drei Ecken des Netzes zu messen. Wesentlich erleichtert wurde dieses Vorhaben durch die liebenswürdige Bereitwilligkeit der spanischen Regierung, der Eidgenossenschaft den eigenen und inzwischen von General Ibañez weiter vervollkommenen und wesentlich vereinfachten Apparat zur Ausführung der drei Basis-messungen leihweise zu überlassen.

Gemäss Vereinbarung zwischen den beiden Regierungen wurden alle Dispositionen zu diesem Unternehmen von *General Ibañez* und *Professor Hirsch*, aus dessen Initiative das ganze Unternehmen hervorgegangen ist, gemeinschaftlich getroffen. Nicht genug. General Ibañez erbot sich aus freien Stücken selbst den schweizerischen Geodäten Anleitung im Gebrauche des von ihm construirten und mit so grosser Vollendung gehandhabten Apparates zu ertheilen und zu diesem Zwecke mit seinem eigenen Personale eine der hiesigen Grundlinien vor den Augen der schweizerischen Ingenieure zu messen. Einige Notizen über die Entstehung und den Gebrauch des Apparates mögen seine Einrichtung und Anwendung veranschaulichen und erläutern.

I. Der Basisapparat.

Im October 1853 beschloss die spanische Regierung die Auffertigung einer neuen Karte des ganzen Landes und ernannte eine Commission von Offizieren des Generalstabes, der Artillerie und des Genie zur Vornahme der hiezu nothwendigen topographischen Ver-messungen. Die Commission ihrerseits hielt für das erste und wichtigste Geschäft die Messung einer Grundlinie und die Construction und Anschaffung eines Messapparates von entsprechender Genauigkeit. Sie beauftragte die Obersten Ibañez und Saavedra mit dem Studium dieser Frage, genehmigte ein von jenen in der Folge vorgelegtes Project und entsandte beide nach Paris zur Ueberwachung der Ausführung derselben durch den Mechaniker Brunner. Die Herstellung des Apparates, die Bestimmung seiner Constanten, die Vergleichung mit dem Normalmeter der Pariser Sternwarte geschah unter Beihilfe der Physiker Regnault und Wertheim, der hervorragendsten Geodäten und der Astronomen Leverrier und Villarceau.

Die erste Basis, welche mit dem neuen Apparate in Spanien gemessen wurde, war 15 km lang; sie wurde in fünf nahezu gleiche Theile getheilt und diese unter sich durch ein Dreiecksnetz so verbunden, dass jedes der fünf Stücke, so wie auch die ganze Basis aus einem beliebigen Theile berechnet werden konnten. Bekanntlich hatte bereits zu Anfang dieses Jahrhunderts der Astronom Schwerd die Anzahl ausgesprochen, es sei nicht nothwendig, Grundlinien von mehreren Meilen zu messen, sondern es genüge eine Länge von wenigen Kilometern zur hinreichend genauen Ableitung der Seite eines Dreiecksnetzes erster Ordnung. Zum Beweise maass er im Jahre 1820 eine Linie von nur 860 m Länge und leitete aus ihr die 15 km lange „grosse Speyrer Basis“ bis auf 0,1 m genau ab.

Bei der oben erwähnten spanischen Basis wurden aus dem 3 km langen Mittelstücke die vier anderen und die ganze Basis trigonometrisch bestimmt und folgende Differenzen gegenüber der directen Messung erhalten.

| | |
|-------------|-------|
| Section 1 | 3 mm. |
| " 2 | 2 " |
| " 4 | 3 " |
| " 5 | 2 " |
| Ganze Länge | 4 " |

Es genügt hiernach eine Basis von 2—3 km Länge, denn, wenn es möglich ist, aus ihr, wie General Ibañez gezeigt hat, eine fünf Mal längere Linie bis auf wenige Millimeter genau abzuleiten, so wird auch eine noch drei oder vier Mal längere Dreieckssseite hinreichend genau aus ihr bestimmt werden können.

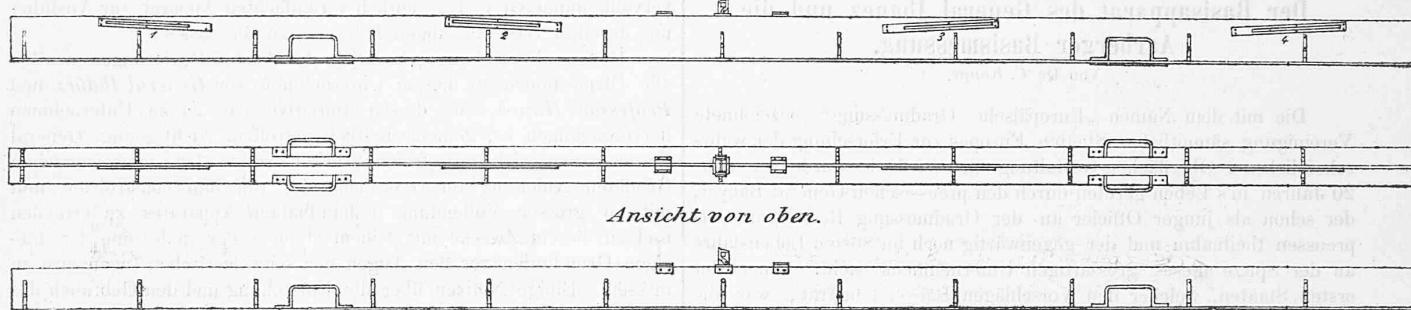
Die erste spanische Basis-messung dauerte vom 22. Mai bis zum 7. September 1858. Sie erforderte 78 Arbeitstage, also 5,2 pro Kilometer. Eine genaue Beschreibung des Apparates und der ersten mit ihm ausgeführten Basis-messung bei Madridejos findet man in „Expériences faites avec l'appareil à mesurer les bases appartenant

à la commission de la carte d'Espagne par le général Ibañez, traduit par A. Laussedat. Paris 1860. Base centrale de la triangulation géodésique d'Espagne par le général Ibañez, traduit par A. Laussedat. Madrid 1865."

Seither wurde der spanische Basisapparat von General Ibañez wesentlich vereinfacht, so dass die Messung eines Kilometers jetzt in einem Tage vorgenommen werden kann. Das Prinzip des vereinfachten Apparates ist dasselbe geblieben, wie dasjenige, welches

Grade eingetheilt. Sie sind bedeckt mit einer Glasplatte, die ihrerseits durch einen aufgeschraubten Metallstreifen gehalten wird. In der Mitte der Messstange wird ein Niveau aufgesetzt, welches in Fig. 3 besonders abgebildet ist. Dasselbe lässt sich durch Umsetzen leicht verificieren. Sein Gradbogen gestattet eine Ablesung von 10''. Der Indexfehler wird vor jeder Messung neu bestimmt und bei jeder Ablesung später in Rechnung gebracht. Die Stange wird nie absichtlich genau horizontal gelegt, sondern die jedesmalige Neigung

Fig. 1.



Ansicht von oben.

1 : 20

dem ersten zu Grunde lag und zwar war dies das nämliche, welches schon Hassler bei seinen Messungen für die Küstenaufnahme der Vereinigten Staaten Nord-Amerikas anwandte. Die Einzelheiten des Apparates und die Anordnung der ganzen Messung sind hingegen sehr vervollkommenet. — Eine eiserne, 4 m lange Messstange ist in halbe Meter getheilt. Zwei Microscope, welche von der Unterlage der Stange isolirt aufgestellt sind, werden auf diese Theilung eingestellt und zwar gewöhnlich auf den Null- und auf den vier Meterstrich. Nach beendigter Einstellung wird die Stange um ihre Länge vorgeschoben, das hintere Ende derselben unter das vordere Microscop gebracht, das frei gewordene Microscop vorgestellt und auf das vordere Ende der Stange eingerichtet. Dann wird die Stange wieder vorgeschoben, in gleicher Weise operirt u. s. f. Man misst also jedesmal die Entfernung der beiden Microscope gleich einer Stangenlänge, indem immer durch Bewegen der Stange der Nullstrich derselben, durch Bewegen des Microscopos hingegen der Endstrich der Stange unter die Fäden des Microscopos gebracht wird.

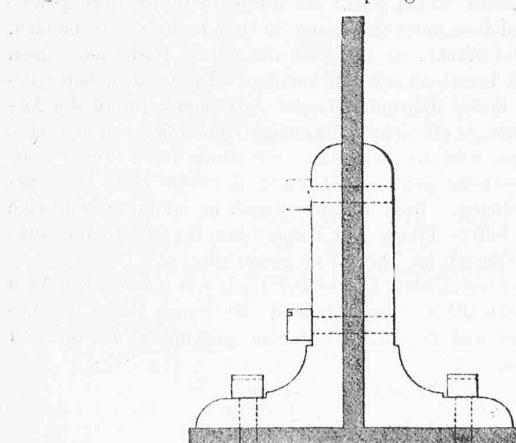


Fig. 2. Querschnitt.

$\frac{1}{4}$ nat. Größe.

Die Messstange Fig. 1 und 2 besteht aus homogenem Schmiedeisen von T-förmigem Querschnitt und hat etwa 50 kg Gewicht. In der Nähe der beiden Enden und in Abständen von einem halben zu einem halben Meter sind auf der hohen Kante der Stange Platinplättchen eingelegt, in welche die Halbmeter-Theilstriche eingerissen sind. Auf der Rückseite (Fig. 1) sind vier Thermometer 1, 2, 3, 4 angebracht. Die Quecksilberkugeln derselben stehen mit dem Eisen der Stange in unmittelbarer inniger Berührungs und sind ganz in Eisenfeilspähne eingebettet. Die Thermometer sind direct in Fünftel-

derselben am Gradbogen abgelesen und später in Rechnung gebracht, wodurch eine wesentliche Zeitersparnis erzielt wird. In etwa $\frac{1}{4}$ Stangenlänge Abstand von beiden Enden sind je zwei Handhaben aufgeschraubt, vermittelst derer die Stange beim Transport von zwei

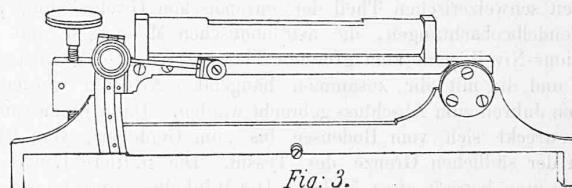


Fig. 3.

Arbeitern getragen wird. Dreizehn in gleichen Abständen aufgeschraubte Winkeleisen dienen zur Verstärkung und Sicherung des T gegen eventuelle Verbiegung oder Verletzung, die jedoch bei der massiven Bauart der ganzen Stange nicht leicht zu befürchten sind. Der Ausdehnungskoeffizient der Stange, die wahre Länge zwischen ihren Theilstrichen, die Angaben der Thermometer etc. sind durch genaue Vergleichung mit den Pariser Normalmaassen ermittelt worden.

Mit dieser einen, 4 m langen Stange wird die Basis gemessen, oder besser gesagt, nicht die Basis selbst, sondern eine ihr genau gleich lange Parallelle.

Man denke sich ein Instrument ähnlich einem Theodoliten, dessen Fernrohr vertical nach unten gerichtet werden kann und mit dessen Axenlager fest verbunden einen Arm von etwa 20 cm Länge, der ein kleines Microscop trägt. Der Faden des Microscopos soll sich mit der horizontalen Umdrehungsaxe des Fernrohrs genau in derselben Verticalebene befinden, also mit seiner Absehlinie einen rechten Winkel bilden. Stellt man nun das Fernrohr zunächst genau senkrecht über den Anfangspunkt der Basis, wozu natürlich sein Dreifuss die entsprechende Öffnung haben muss, neigt es dann horizontal und bringt seine Absehlinie in die Richtung der Basis, so wird der Faden des Microscopos sich in einer Ebene befinden, senkrecht zur Basis durch den Anfangspunkt derselben gelegt. Denkt man sich einen zweiten Theodoliten mit gleicher Einrichtung über dem Endpunkte der Basis aufgestellt und ganz die nämliche Operation dort vorgenommen, so wird der Faden seines Microscopos in einer zur Basis verticalen, durch den Endpunkt derselben gelegten Ebene sein und man hat nun zwischen den Fäden der beiden Microscope genau dieselbe Länge, wie zwischen den beiden Endpunkten der Basis selbst. Es ist ferner unmittelbar einleuchtend, dass, wenn man die Basis in mehrere Theile theilt und auf jedem Theilpunkte dieselbe Operation wiederholt, auch die durch die Microscope gebildete Parallelen durch deren Ocularfäden in ebenso viel den Basistheilen selbst genau gleiche Abschnitte getheilt wird. Gestattet die Unter-

lage des Apparates noch eine Verschiebung in der Richtung der Basis, so kann jede beliebige Entfernung vom Anfangspunkte durch die Microscope in der mit der Basis Parallelen eingestellt werden.

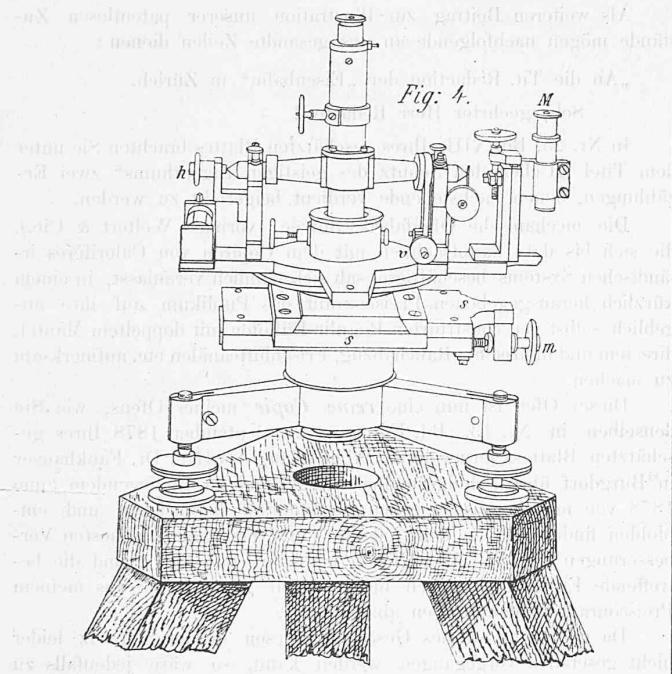


Fig. 4.

Zur Veranschaulichung des eben Gesagten dienen Fig. 4 und 5. In Fig. 4 denke man sich das hölzerne Stativ so aufgestellt, dass die runde Oeffnung in seinem Teller über den Anfangspunkt der Basis zu liegen kommt. Dieser ist, wie auch der Endpunkt der Basis, bezeichnet durch einen kleinen Metallcyylinder mit eingerissenem Kreuze, der in einem gut fundirten und vermauerten Steinquader eingegossen und befestigt ist. Es muss nun zunächst das Fernrohr des Microscop-Theodolithen, wie wir den ganzen Apparat der Kürze halber nennen wollen, genau senkrecht über den Basisanfangspunkt gebracht werden. Die Axe des nach unten gerichteten Fernrohrs wird horizontal mit Hülfe des excentrischen Niveau's (Fig. 4a), welches auf

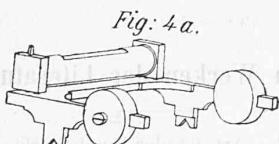


Fig. 4a.

die Fernrohraxe aufgesetzt, durch die beiden kleinen Gegengewichte im Gleichgewicht gehalten wird. Das Horizontieren geschieht in gewöhnlicher Weise durch Einstellen des Niveaus mit den drei Fuss-schrauben in zwei auf einander rechtwinkeligen Ebenen, wodurch also die Axe des Fernrohrs horizontal und die Umdrehungsaxe des ganzen Apparates vertical gestellt wird. Sobald nun die Absehlinie des Fernrohrs mit dieser verticalen Umdrehungsaxe zum Zusammenfallen gebracht ist, wird sie ebenfalls vertical gerichtet sein. Dies kann aber daran erkannt werden, dass das Fadenkreuz bei einer Drehung des Apparates um die verticale Umdrehungsaxe stets denselben Punkt deckt, auf welchen es gerichtet war. Durch die Correctionsschraube h kann die Fernrohraxe horizontal verschoben, durch die Correctionsschraube v das Fernrohr um seine horizontale Drehaxe (wie durch die Micrometerschraube des Höhenkreises beim Theodoliten) etwas gedreht werden und man sieht leicht ein, wie es durch diese beiden Correctionsvorrichtungen in Verbindung mit der Correctionsschraube des Fadenkreuzes am Ocular immer dahin gebracht werden kann, dass die Absehlinie des Fernrohrs mit der Drehaxe des Apparates zusammenfällt und zugleich mit dieser vertical steht.

Der ganze obere Theil des Microscop-Theodolithen kann mittelst der beiden Schlitten s, s durch Drehen der Schrauben m, m (von denen eine in Fig. 4 und 5 auf der Rückseite des Apparates liegt) in zwei auf einander senkrechten Richtungen horizontal verschoben werden. Hat man es nun zunächst erreicht, dass die Absehlinie des Fernrohrs vertical steht, so führt man sie mit Hülfe der

Schlitten parallel zu sich selbst über den Anfangspunkt der Basis. Bei einer Drehung des Apparates um die verticale Axe wird dann das Fadenkreuz stets diesen Anfangspunkt decken, welcher, wie schon erwähnt, gebildet wird durch den Schnittpunkt zweier Linien, die auf einen kleinen, in einen Steinquader eingegossenen Metallcyylinder eingerissen sind.

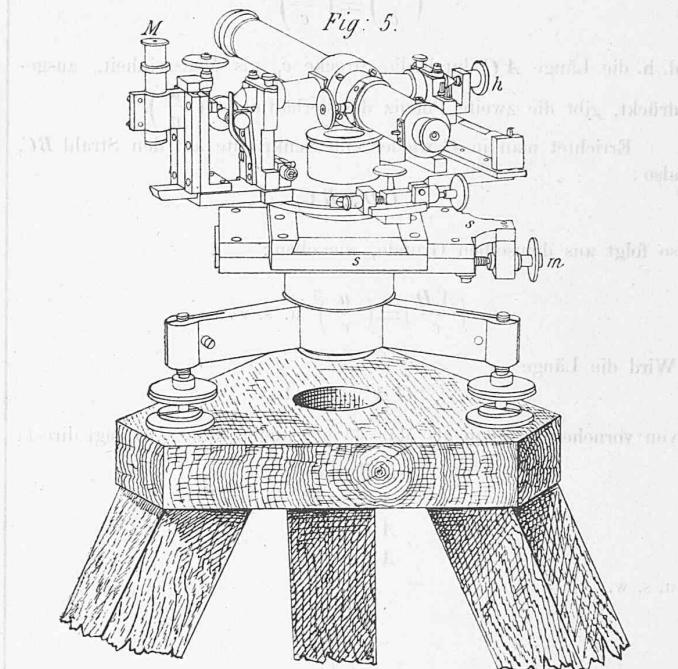


Fig. 5.

In der Verlängerung der Fernrohraxe ist mit dem Träger eines Axenlagers fest verbunden das Microscop M , zwischen dessen zwei parallelen Ocularstäben die Theilstriche der 4 m langen, eisernen Messstange einzustellen sind. Jede Drehung des Axenlagers um die verticale Umdrehungsaxe des Apparates wird das Microscop mitmachen. Denkt man sich das Fernrohr horizontal eingelegt, wie in Fig. 5, dann seine Absehlinie in die Richtung der Basis gedreht und festgeklemmt, so wird auch die Lage des Microscopes M fixirt sein und da die Umdrehungsaxe des Fernrohrs senkrecht zur Absehlinie steht, so werden die Fäden des Microscopes nun in einer senkrecht zur Basis durch ihren Anfangspunkt gelegten Ebene sein. Wiederholt man die hier für den Anfangspunkt beschriebene Operation in ganz gleicher Weise auch für ihren Endpunkt, so hat man zwischen den Fäden der beiden Microscope am Anfang und Ende eine der Basis genau gleich lange Parallele, welche statt ihrer gemessen werden kann. Es erübrigts uns noch zu zeigen, wie die Zwischenpunkte eingeschaltet werden.

(Fortsetzung folgt.)

Versuche der Umkehrung des graphischen Potenzirens.

Von Oscar Smreker, Ingenieur, in Prag.

1. Wenn die Aufgabe, das Verhältniss $\left(\frac{u}{c}\right)$ zu potenziren, graphisch durchgeführt werden sollte, so geschieht dies allgemein durch das folgende, bekannte Verfahren, welches auf der wieder holten Construction der mittleren, geometrischen Proportionalen basirt, sich jedoch nur bei ganzen, reellen und positiven Exponenten anwenden lässt.

Es sei in nachfolgender Fig. 1:

$$OA = c$$

$$AB = u$$

angenommen; wird nun der Strahl OB gezogen, und

$$BC \perp OB$$

construit, so ergibt sich zur Bestimmung der Strecke AC , welche auf der Horizontalen von der Senkrechten BC abgeschnitten wird, folgende Relation: