

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1864. Band I.

München.

Druck von F. Straub (Wittelsbacherplatz 3).

1864.

In Commission bei G. Franz.

Sitzungsberichte
der
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Philosophisch-philologische Classe.

Sitzung vom 2. Januar 1864.

Herr Christ hielt einen Vortrag:

„Beiträge zur Geschichte der Antiken-Sammlungen in München“.

Derselbe wurde für die Denkschriften bestimmt.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 9. Januar 1864.

Herr Steinheil berichtete

„Ueber einen neuen Meridiankreis seiner Construction“.

Es ist auffallend, dass die Declinationsbestimmungen der Fundamental-Sterne noch immer constante Differenzen
[1864. I. 1.]

zeigen, die bis zu 2 Bogensekunden gehen, wenn man die Ergebnisse verschiedener Sternwarten mit einander vergleicht. Da diese Differenzen bestehen, obschon allen Beobachtungen dieselben Reductionselemente zu Grund gelegt sind, so muss die Ursache darin liegen, dass die Werthe der kleinen Reductionsgrössen a , b , c (die bekannte Reductionsformel ist: $t - (\alpha + x) = a. \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + b. \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + c. \sec \delta$)

unrichtig angenommen werden, oder mit andern Worten, dass diejenigen Correctionen, durch welche die Bewegungen des Instrumentes auf mathematisch richtige gebracht werden sollen, noch behaftet sind mit constanten Fehlern, deren Quellen sich bis jetzt der Erkenntniss und Berücksichtigung entzogen haben.

In der That sind auch Ursachen, die störend wirken müssen, anzugeben, die sich bei dem jetzt üblichen Meridiankreise ¹⁾ nicht entfernen lassen.

Die Hauptursache der Fehler in den Declinationsangaben ist wohl in der Durchbiegung des Fernrohrs zu suchen.

Soll daher ein Instrument gebaut werden, welches zu der Hoffnung berechtigt, die constanten Fehler bis auf kleine Theile einer Bogensekunde zu entfernen, so muss es die Möglichkeit geben, die Reductionsgrössen bis zu dieser Ordnung sicher vor und nach der Sternbeobachtung, ohne viel Zeitaufwand zu bestimmen, und es muss das Instrument so weit vor Temperaturveränderungen gesichert sein, dass die Annahme der Proportionalität für die kurze Zwischenzeit zwischen diesen Bestimmungen durch den Erfolg gerechtfertigt wird. Wir müssen also die Vorstellung aufgeben,

1) Ich meine damit nicht bloss den ursprünglich von Bessel angegebenen, von Reichenbach zuerst ausgeführten Kreis, sondern auch die in mancher Beziehung verbesserten Meridiane von Repsold, von Pistor u. A.

dass der Meridiankreis invariabel aufgestellt und in seinen Theilen zu einander invariabel bleibe. Wir müssen im Gegentheil annehmen, dass alles — Instrument und Aufstellung — in beständigem Aendern begriffen sei und jetzt die Constanten der Reduction a , b , c so zu bestimmen suchen, wie sie im Momente der Sternbeobachtung wirklich sind.

Damit diese beständigen Bewegungen möglichst langsam und gleichmässig werden, ist es nöthig, das Instrument vor der strahlenden Wärme des Beobachters und der der Beleuchtungsquellen zu schützen und in der Art zu umhüllen, dass Aenderungen der äusseren Temperatur nur sehr langsam bis zum Instrumente dringen. Es wird ferner nöthig sein, Untersuchungen wie die über die Theilungsfehler des Kreises und die Gestalt der Drehungszapfen für zwei sehr verschiedene Temperaturen anzustellen, um ihre Werthe als Function der letzteren kennen zu lernen. Vor Allem aber scheint es nöthig, dem Instrument eine solche Gestalt zu geben, dass eine Durchbiegung der Absehenslinie der strengsten und beständigen Controle unterstellt bleibt.

Wir wollen nun zeigen, wie diess zu erlangen ist:

Im Allgemeinen besteht das Instrument aus einem Fernrohre,²⁾ welches horizontal von Osten nach Westen gelegt ist und vor dem Objectiv ein rechtwinkeliges Prisma trägt, so dass, wenn sich das Rohr um seine Axe dreht, successive alle Punkte des Meridians durch die Mitte des Gesichtsfeldes

2) Das Fernrohr kann nicht füglich mehr als 4 Pariser Zoll Oeffnung erhalten wegen des Prismas von gleicher Oeffnung. Doch werden 4 Zoll bei beleuchteten Faden und völlig dunklem Gesichtsfelde genügen, die kleinen Planeten wohl mit sehr wenig Ausnahmen beobachten zu können. Wollte man bis zu 6 Zoll Oeffnung an Objectiv und Prisma gehen, was übrigens erst indicirt wäre, wenn die Resultate mit 4-zölligen Instrumenten vorlägen und es wünschenswerth machten, so wäre das nur eine Geldfrage — die aber sonst lösbar wäre.

gehen. Ein Kreis am Prisma-Ende durch lange Mikroskope (a a Fig. 2) abgelesen in Verbindung mit einem Aufsuchungskreis am Ocular-Ende, welcher die Grade und Minuten an giebt, misst die Nadirabstände der Sterne.

In dieser Gestalt bietet das Instrument wesentliche Vortheile. Das Auge des Beobachters behält stets dieselbe Lage und Richtung. Ohne den Sitz zu verlassen, kann der Beobachter die Sterne einstellen, den Höhenkreis ablesen und alle Correctionen ermitteln.

Bei diesem Instrument ist der Beobachter durch eine Scheidewand (b. b. Fig. 1) vollständig von dem Raume abgeschieden, in welchem der Meridiankreis steht. Diese Zwischenwand trägt das Mikroskopocular (c. Fig. 1) des Meridiankreises, welches mit repetirendem Filarmikrometer versehen ist; aus der Wand treten bloss die Oculare der Ablesungsmikroskope und die Loupe (d. Fig. 1) für den Aufsuchungskreis, endlich der Schlüssel (e. Fig. 1) hervor, durch dessen Handhabung das Instrument gedreht und eingestellt wird. Die Beleuchtung der Fäden des Meridiankreises und der Fäden des Filarmikrometers im dunklen Gesichtsfeld, dann die Beleuchtung der Stellen an den Kreisen, die abgelesen werden, und der Trommeln der Mikrometer, welche die Ablesung bewirken, geschieht von einer einzigen Lichtquelle aus (Argand'sche Lampe, oder Gasflamme), welche sich in der Nähe des Beobachters befindet, durch Spiegelung und Sammellinsen in solcher Art, dass das Bild oder ein Theil des Bildes der Lichtquelle an den betreffenden Stellen concentrirt wird. Man sieht hieraus, dass es in dieser Weise ermöglicht ist, vom bewohnbaren Raume aus zu beobachten, ohne dadurch störend auf die Beobachtung einzuwirken.

Bei dieser Anordnung war die Absicht leitend, alle Abweichungen des Instrumentes und seiner Aufstellung leicht und sicher ermitteln zu können.

Obschon es complicirter scheint, eine durch Spiegelung gebrochene Absehenslinie in Anwendung zu bringen, so gebührt ihr doch der Vorzug, weil sie in jeder Lage des Höhenkreises vollständig controlirt ist, was bei den jetzigen Instrumenten fehlt. Bei unserem Instrumente kann die Absehenslinie fehlerhaft sein:

A. in Bezug auf ihre Lage zu den andern Theilen des Instrumentes.

B. in Bezug auf die Aufstellung oder die Orientirung gegen den Nadirpunkt und Südpunkt.

Wäre das Instrument streng richtig für sich, so hätte man nur die Grössen a , b zu bestimmen. Die Abweichung im Azimut a etwa zwischen einem Collimator in Süd und einem entfernten Signal in Nord, den Fehler der Neigung b durch einen Quecksilberhorizont unter dem Prisma durch das im Quecksilberspiegel sichtbar gemachte Bild der erleuchteten Fäden.

Damit aber diese Grössen richtig bestimmt werden, muss man wissen, wie viel die optische Axe gegen die andern Theile des Instrumentes, und zwar bei allen Lagen des Kreises unrichtig ist.

Auch diese Fehler können in b' c' zerlegt und dann mit den a' b berücksichtigt werden.

Ist die Gerade, die durch den Mittelpunkt des Objectives und den des Fadenkreuzes gelegt werden kann, nicht zugleich Drehungsaxe des Instruments, so muss dieser Fehler verkleinert und bestimmt werden. Dazu kann das Mikroskopocular dienen, was auf das Fadenkreuz des Rohres eingestellt bleiben muss für alle Angaben des Höhenkreises. Ist aber einer der Drehungszapfen, oder sind beide nicht rund, so kann diess nicht erlangt werden und man muss nach Abnahme des Prisma's und durch Vorsetzen eines Collimatorfernrohrs, in der Verlängerung der optischen Axe, in

welches man mit dem Meridianinstrumente sieht, die Abweichungen bestimmen, die das Fadenkreuz des Collimators während einer Umdrehung des Meridians macht. Diese Abweichungen lassen sich mit dem Filarmikrometer des Oculars für verschiedene Angaben des Kreises bestimmen, und zerlegt in Werthe von c' und b' in Tafel bringen. Die Bestimmungen müssen für zwei sehr verschiedene Temperaturen wiederholt werden, um sie als Funktion der Temperatur kennen zu lernen.

Nehmen wir jetzt an, dass sich das Rohr zwischen Objektiv und Kreuzfäden durchbiege oder verspanne, so wird in Folge dessen doch keine Biegung im jetzigen Sinne des Wortes eintreten. Denn der Mittelpunkt des Objectives und des Fadenkreuzes werden ihre Höhe nicht ändern, da sie unmittelbar von den Lagern unterstützt sind. Wohl aber wird die Ebene des Objectives sich ändern gegen die optische Axe. Wenn wir also jetzt das Prisma vor das Objektiv bringen, so wird dieses den ganzen Einfluss der Biegung oder Spannung des Rohres erleiden.

Allein das Prisma bietet selbst die Mittel zur Bestimmung dieser Biegung in aller Schärfe und für jede Angabe des Kreises. Denn seine Planfläche, welche direkt vor dem Objective steht, und normal zur optischen Axe stehen sollte, bildet einen Planspiegel, der das Bild der erleuchteten Fäden im Brennpunkte des Objectives zeigt. Dieses Bild der Fäden erscheint völlig scharf und ohne Parallaxe gegen die wirklichen Fäden. Es kann somit der Abstand dieses Bildes von den wirklichen Fäden für jede Kreisangabe mit dem Ocularfilarmikrometer gemessen werden. Indessen könnte doch das Prisma in dieser Spiegelfläche um ihre Axe drehen, was nicht sichtbar wäre und doch einen direkten Einfluss auf die Declinationsbestimmung ausübte. Allein die dritte Planfläche des Prisma's bildet einen Planspiegel im Innern des Glases, der ebenso ein Bild der erleuchteten Fäden im

Brennpunkte erzeugt, und dieses Bild würde sich gegen die wirklichen Fäden um den vierfachen Winkel bewegen, wenn eine Drehung um die erste Spiegelfläche vorhanden wäre. Auch eine Verstellung des Mittelpunktes des Objectives gegen die Axe seines Drehungszapfens ist durch diese Spiegelbilder controlirt, weil diese eben so wirkt, als wenn die Fäden im Brennpunkte sich verstellten, also den Abstand der Spiegelbildfäden um den doppelten Winkel ändert. Wenn also die Lagen der Spiegelbilder gegen die Fäden, und der Mittelpunkt des Fadenkreuzes gegen die Axe des Zapfens gemessen sind, ist die Absehenslinie controlirt und die Controle ist sonach ganz vollständig.

Da sich nun das Prisma bis auf wenige Bogensekunden in den Winkeln richtig herstellen lässt, so scheint es mir am zweckmässigsten, die beiden Spiegelbilder den Fäden symmetrisch auf beide Seiten der wirklichen Fäden zu legen, wobei die Verstellungen, die nur Theile einer Sekunde betragen, ohne Messung zu erkennen wären. Man darf auch nicht glauben, dass diese Nebenbilder die Beobachtung des Sternes beirren, da sie viel schwächer beleuchtet sind, als die wirklichen Fäden und den Stern durchsehen lassen, während die wirklichen Fäden ihn decken oder verschwinden machen.

Bei der obigen Stellung der Reflexbilder des Faden-netzes wird eine kleine Collimation des Mittelfadens unvermeidlich; da eine solche aber doch immer in Rechnung gebracht werden muss, und da sie höchstens einige Bogensekunden beträgt, so entsteht daraus kein Uebelstand für die Beobachtungen.

Ist in dieser Weise der Einfluss der Gestalt der Drehungszapfen und der etwa mögliche Einfluss einer Durchbiegung des Prismas für alle Kreisangaben bekannt, so kann die Collimation zwischen zwei Fernröhren, angebracht im Nord- und Südhorizont und auf einander gerichtet, in

aller Schärfe bestimmt werden, und erst jetzt, wenn auch diese bekannt ist, findet sich die Neigung (b) der Absehslinie durch Anwendung eines Quecksilberhorizonts, der unter das Objectiv gestellt ist, und in welchem man das Spiegelbild der beleuchteten Fäden zur Coïncidenz bringt, oder die noch restirenden kleinen Abstände mit dem Filarmikrometer des Oculares misst.

Nachdem wir so gezeigt haben, durch welche Anordnung im Bau des Instrumentes die Correctionen a, b, dann b' und c' zu jeder Zeit und völlig sicher ermittelt werden können, sei es uns gestattet, zur Beschreibung des Instrumentes selbst überzugehen. Ich habe zwar die Idee dieses Instrumentes schon im Jahre 1850 in den A. N. veröffentlicht, komme aber jetzt wieder darauf zurück, nachdem ich unterdessen die oben angegebenen Mittel gefunden habe, alle Fehlerquellen einer strengen und beständigen Controle zu unterziehen.

Das Instrument liegt in einem gusseisernen Lagerstück (A), an welchem Höhen- und Azimutalcorrection der drei Fusschrauben angebracht sind; diese Schrauben besitzen kugelförmige, zur Drehung genau centrische Enden, welche in conische Lagerpunkte passen, die in einem eisernen T-förmigen Stücke (B) angebracht sind, welches unmittelbar in die Oberfläche des Meridianpfeilers eingelassen und eingegossen ist.

Die Lager des Rohres bilden einen Winkel von 90° und zwar durch polirte Steinplatten (C. C. Fig. 2), welche die Zapfen tangiren. Zur Verminderung des Druckes sind Gegengewichte mit Frictionsrollen (D. D. Fig. 1) auf der Tragplatte angebracht, welche den grössten Theil der Schwere des Instrumentes heben.

Das Rohr ist aus zwei Conus von Eisenblech zusammengesetzt, die in der Mitte zusammengeschraubt und mit einem gezahnten Kreise (E. Fig. 1 u. 2) versehen sind; in diese

Verzahnung greift ein seitlich gestelltes Zahnrad (F. Fig. 1 und 2) ein, was durch einen langen Schlüssel (e. Fig. 1) bewegt wird, der durch die Scheidewand zum Beobachter führt und also zur Drehung des Instrumentes genügt.

Das Glasprisma ist mit der Hypotenusfläche durch Bügel und zwei seitliche Schrauben auf einer Metallplatte festgehalten. Diese Platte mit dem Prisma schiebt sich in eine mit dreieckigen Vorsprüngen versehene Metallscheibe, deren Rand in den Lagerzapfen des Objectives etwas eingedreht ist. Durch 3 Zug- und 3 Druckschrauben ist die Platte mit dem Objectivlagerzapfen verbunden und kann dadurch gegen die Axe des Rohres geneigt werden.

Ueber dieses Stück hinweg schiebt sich der Glaskreis auf schwachem Conus, durch eine Flanche des Objectivkopfes orientirt und mit einem Ringe festgeklemmt. Nun kömmt am Objectivzapfen der cylindrische Theil, auf welchem das Instrument im Lager dreht; dann bei etwas kleinerem Durchmesser der für die Frictionsrollen bestimmte Theil; endlich ist das conische Rohr am engen mit Flanche versehenen Theil in den Zapfen eingeschraubt. In diesen Zapfen selbst sind die Objectivlinsen (i. Fig. 1) genau eingedreht und durch einen cylindrischen Ring (K. Fig. 1) federnd festgehalten und es ist der Zapfen hinter der Auflage des Objectives zur Verminderung der Last des Zapfens weiter ausgedreht.

In ähnlicher Weise ist der Zapfen für die Aufnahme der Fadenplatte construirt. Diese ist so gestellt, dass die Fäden genau in der Brennweite des Objectives liegen und in dieser Ebene durch 4 Schrauben verstellt und angedrückt werden können. Am Ende dieses Zapfens sitzt der Aufsuchungskreis (h. Fig. 1) conisch aufgesteckt, der wieder durch einen Federring festgeklemmt wird.

Der Kreis, eine Spiegelglasplatte, ist durch äusserst feine, nur mikroskopisch sichtbare Theilstriche von 5 zu 5 Minu-

ten getheilt; die Mikrometer der Mikroskope lassen $\frac{1}{10}$ einer Bogensekunde und noch kleinere Theile erkennen. Dieser Kreis hat keine Zahlen, da der Aufsuchungskreis (h. Fig. 1) an der Ocularseite Grade und Minuten durch einen Nonius giebt. Die Fehler der Theilung können direkt nach den bekannten Methoden durch 3 Mikroskope ein für allemal bestimmt werden für zweierlei sehr verschiedene Temperaturen.

In einem Abstände von etwa 4'' von der Fadenebene ist die Grenze der Scheidewand (b. Fig. 1), welche das Ocularmikroskop (c. Fig. 1) zu tragen hat. Der Raum zwischen den Fäden und der Wand ist zur Beleuchtung der Fäden sowohl im Meridiankreis, als im Filarmikrometer bestimmt.

In diesem Raum stehen nämlich zwei Planspiegel (l u. m Fig. 1) gegen einander 90° und zur Axe 45° geneigt, und es ist deren Mitte in der Weite des Fadenraumes ausgeschnitten. Diese beiden Spiegel erhalten Licht, was rechtwinkelig zur optischen Axe auf dieselben fällt. Der eine Spiegel (l) reflektirt es in einem Kranze gegen die Fadenplatte des Instrumentes, der andere (m) gegen die Fadenplatte des Mikrometers. Auf beiden Fadenplatten sitzen aber je 4 Spiegel (o. Fig. 2 Prismen) in der Richtung der Fadenkreuze, welche das Licht schräg und von beiden Seiten auf die Fäden werfen und sie von beiden Seiten beleuchten. Diese 4 Spiegel jeder Platte drehen mit den Fäden herum, während die durchbrochenen Spiegel fest stehen bleiben. Die Fäden des Meridianinstrumentes und des Ocularmikrometers sind somit in allen Lagen der Fäden unter gleichem Winkel erleuchtet und das Gesichtsfeld, was in die ausgebrochene Stelle trifft, bleibt völlig dunkel. Zwischen der Lichtquelle, vor welcher eine Blendung steht, die nur einen Lichtring durchdringen lässt, und der Platte, auf der die

Fäden befestigt sind, ist eine Sammellinse ³⁾ angebracht, deren Stellung so angenommen wird, dass sie das Bild des Lichtringes der Flamme, in der Grösse des Ringes in dem die 4 Fadenspiegel stehen, auf diese Spiegel wirft; so dass, wenn die Spiegel mit den Fäden drehen, sie immer im Lichtringe bleiben.

Da die Lichtquelle sich im selben Raum mit dem Beobachter befinden soll, so muss in der Scheidewand eine Oeffnung (etwa mit Glimmerblatt verschlossen) und ein Spiegel unter 45° angebracht sein, der das Licht rechtwinkelig gegen die optische Axe auf die durchbrochenen Spiegel hinwirft.

Alle anderen Stellen, welche einer Beleuchtung bedürfen, sind nach demselben Princip durch eine Sammellinse, die das Bild der entsprechenden Lichtblendung auf die zu beleuchtende Stelle wirft, behandelt. Die Lichtquelle muss sonach höher stehen, als der Beobachter.

Die Mikroskope (a a Fig. 2 Objektiv u. feststehender Faden) zur Ablesung des Glaskreises sind direkt auf den Lagern des Instrumentes befestigt. In der Scheidewand sind auf der Tragplatte für den Filarmikrometer auch die Mikroskopoculare mit den Mikrometerschlitten befestigt; der Ocularapparat ist jedoch getrennt von dem Mikroskopkörper, welcher den feststehenden Faden trägt, damit sich etwaige kleine Verstellungen durch Bewegung der Mikrometerschraube dem Mikroskope selbst nicht mittheilen können.

Damit Temperaturveränderungen möglichst langsam und gleichmässig auf das Instrument wirken, ist dieses mit loser

3) Um die Helligkeit der Beleuchtung beliebig zu vermindern, ist nur erforderlich, die Oeffnung dieser Linse zu beschränken, wozu eine Reihe immer kleiner ausgedrehter Blendungen dient; ebenso kann durch gefärbte Gläser vor der Lichtkreisblendung die Farbe der Beleuchtung beliebig geändert werden.

Baumwolle umgeben, und es ist nur freigelassen, was der optische Theil erfordert.

Vor das Prisma des Objectives ist deshalb eine Röhre von Pappe gestellt, die ebenfalls aussen mit Baumwolle umgeben ist. Zum Schutze vor Staub sind die Lager mit besonderen Kappen überdeckt.

Der Ocularfilarmikrometer hat einen Positionskreis und zwei Schuber zur Repetition der Messung. Als Ocular dient ein Ocularmikroskop. Im Brennpunkte des Mikroskopobjectivs liegen die Fäden des Meridiankreises, im Brennpunkt des Mikroskopoculars die Fäden des Filarmikrometers. Dieses Filarmikrometer und die Oculare der Mikroskope sind in der Metallplatte (p. p. Fig. 1) eingeschraubt, welche sich in der Ebene der Scheidewand parallel zur Fadenebene verstellen lässt. Die Scheidewand muss, wie der Pfeiler des Instrumentes, vom Fussboden isolirt sein.

Es steht zu erwarten, dass die Correctionen der Gesichtslinie gegen das Instrument sich als sehr constant erweisen werden, so dass ihre Bestimmung für zweierlei Temperaturen ein- für allemal genügt. Dann ist die Berichtigung durch a und b für die Aufstellung allein vor und nach der Sternbeobachtung genügend, indem die Werthe b' und c' aus einer kleinen Tafel so beigelegt werden, wie sie der beobachteten Temperatur des Instrumentes entsprechen.

Steinheil'scher Meridiankreis.

Fig. 1.

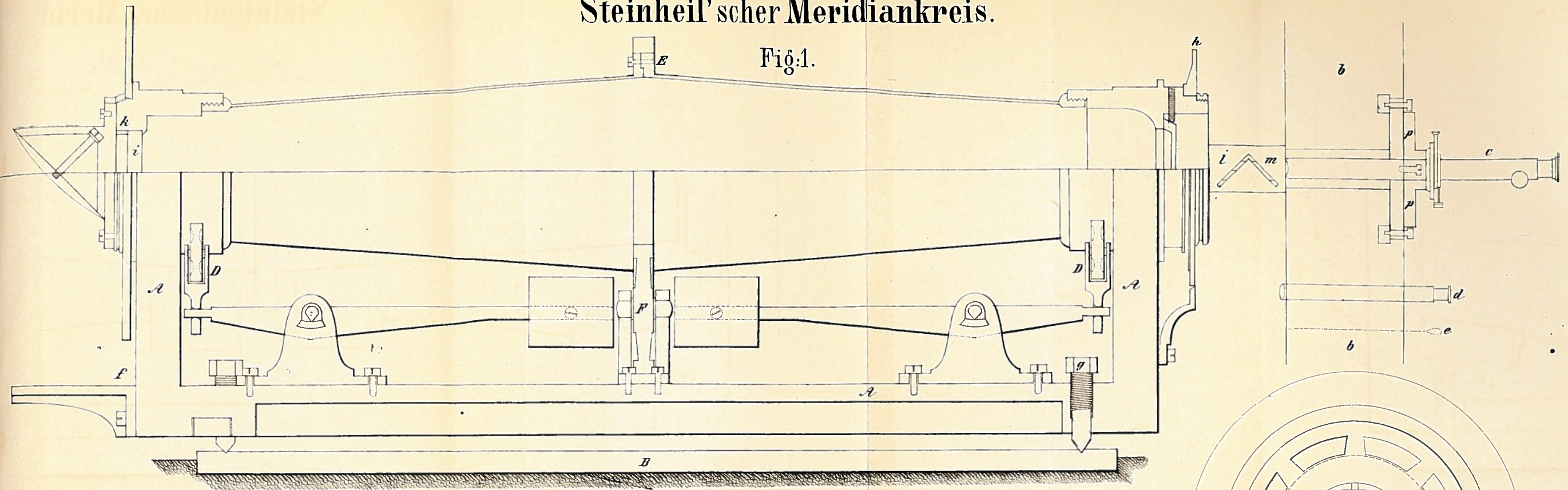
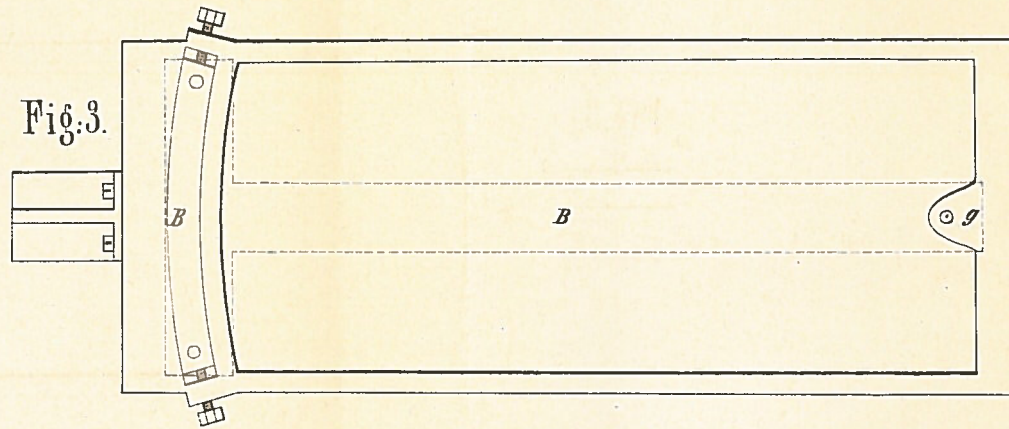
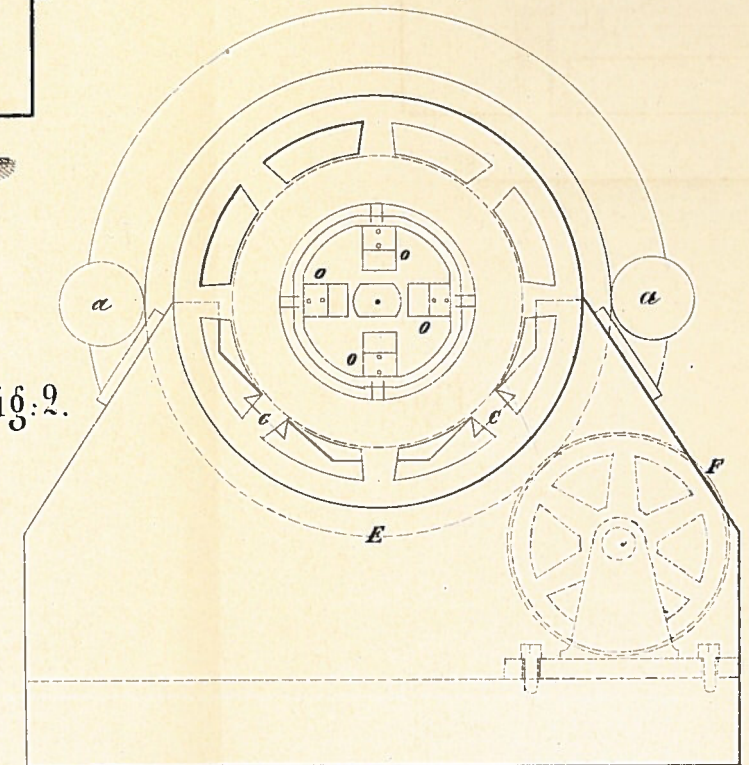


Fig. 3.



ad Fig. 1 u. 2. 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1
ad Fig. 3. 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3
alter Pariser Fuß.

Fig. 2.



E. Steinheil 15/70 1863.