



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik**

**Müller, Johann Heinrich Jacob**

**Braunschweig, 1894**

12. Mittagsrohr und Mittagskreis

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96939)

Es sei z. B. auf Tab. IV.  $\alpha$  Leonis aufzusuchen. Seine Rectascension ist  $10^h 3^m$  (die Secunden müssen bei der Kleinheit der Karte unberücksichtigt bleiben) oder  $150^\circ 45'$ ; man geht also vom Frühlingspunkte aus auf dem Aequator nach der Linken bis zu dem Punkte, welcher  $150\frac{3}{4}$  Grad entspricht, errichtet in demselben ein Perpendikel, auf welchem man dann mit dem Zirkel die Declination von  $12\frac{1}{2}$  Grad nach Norden abzumessen hat, um den Ort des Regulus zu finden.

**12 Mittagsrohr und Mittagskreis.** Wir müssen nun sehen, auf welche Weise Rectascension und Declination der Gestirne mit Genauigkeit ermittelt werden kann.

Wenn ein Fernrohr so aufgestellt ist, dass es nur in einer verticalen Ebene bewegt werden kann, welche genau in die Ebene des Meridians fällt, so kann man an diesem Instrumente mit Hülfe einer guten Uhr genau den Zeitpunkt beobachten, an welchem irgend ein bestimmter Fixstern den Meridian passirt.

Man kann eine solche Beobachtung selbst bei Tage machen; denn obgleich man, während die Sonne am Himmel ist, die Sterne mit blossen Auge nicht sieht, so sind doch durch ein Fernrohr bei Anwendung hinreichend starker Vergrößerungen am Tage Sterne erster, zweiter, ja selbst dritter Grösse sichtbar.

Hat man nun an einem Tage die Culmination zweier Sterne beobachtet, so ist die Zeit (nach Sternzeit gemessen), welche zwischen der Culmination des ersten und der des zweiten, verstreicht, die in Zeit ausgedrückte Differenz der Rectascensionen beider Sterne.

Hätte man z. B. an einem bestimmten Tage die Culmination von  $\alpha$  Arietis an einer nach mittlerer Sonnenzeit gehenden Uhr um  $4^h 30^m 18^s$  Nachmittags beobachtet, die Culmination von  $\alpha$  Tauri aber um  $6^h 58^m 32^s$ , so ist der fragliche Zeitunterschied  $2^h 28^m 14^s$  mittlerer Sonnenzeit oder  $2^h 28^m 38^s$  Sternzeit. Die Rectascension von  $\alpha$  Tauri wäre demnach um  $2^h 28^m 38^s$  oder als Winkel ausgedrückt um  $37^\circ 9' 30''$  grösser als die Rectascension von  $\alpha$  Arietis, d. h. mit anderen Worten, der Stundenkreis von  $\alpha$  Arietis macht mit dem Stundenkreise von  $\alpha$  Tauri einen Winkel von  $37^\circ 9' 30''$ .

Ist also nur für einen einzigen Stern die Rectascension, d. h. der Abstand seines Stundenkreises vom Frühlingspunkte, bekannt, so kann man, von diesem Sterne ausgehend, nach der eben angegebenen Weise leicht die Rectascensionen aller übrigen Sterne ermitteln. Auf welche Weise aber der Abstand irgend eines Stundenkreises vom Frühlingspunkte bestimmt wird, das kann erst im dritten Capitel besprochen werden.

Um die Declination eines Sternes zu bestimmen, hat man nur das Fernrohr so zu richten, dass der Stern zur Zeit seiner Culmination gerade hinter dem horizontalen Faden des Fernrohrs steht, und dann die Höhe des Sternes an dem Verticalkreise abzulesen; zieht man von dieser Höhe den Winkel ab, welchen der Aequator mit dem Horizont macht,

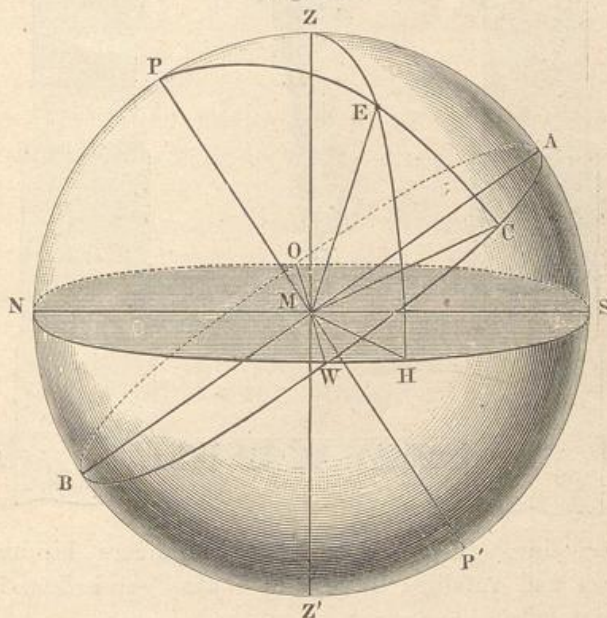
also den Bogen  $AS$ , Fig. 18, so erhält man die Declination des Sternes.

Es ist  $AS = PZ = 90^\circ - PN$ , d. h.  $90^\circ -$  der Polhöhe, da man den Bogen  $NP$  oder den Winkel  $NMP$ , welchen die Weltaxe mit dem Horizont macht, die Polhöhe nennt.

Gesetzt, man habe an einem Orte, für welchen die Polhöhe gerade  $50^\circ$  beträgt, die Höhe von  $\alpha$  Tauri zur Zeit der Culmination gleich  $56^\circ 17' 0''$  gefunden, so ist die Declination dieses Sternes gleich  $56^\circ 17' 0'' - 40^\circ = 16^\circ 17' 0''$ ; denn wenn die Polhöhe  $NP$   $50^\circ$  beträgt, so ist  $PZ = SA = 40^\circ$ .

Da die Bestimmung der Declination und Rectascension der Gestirne durch Beobachtungen im Meridian zu den wichtigsten Aufgaben der praktischen Astronomie gehört, so wendet man zu diesem Zwecke auf grösseren Sternwarten sehr sorgfältig gearbeitete und möglichst stabil

Fig. 18.



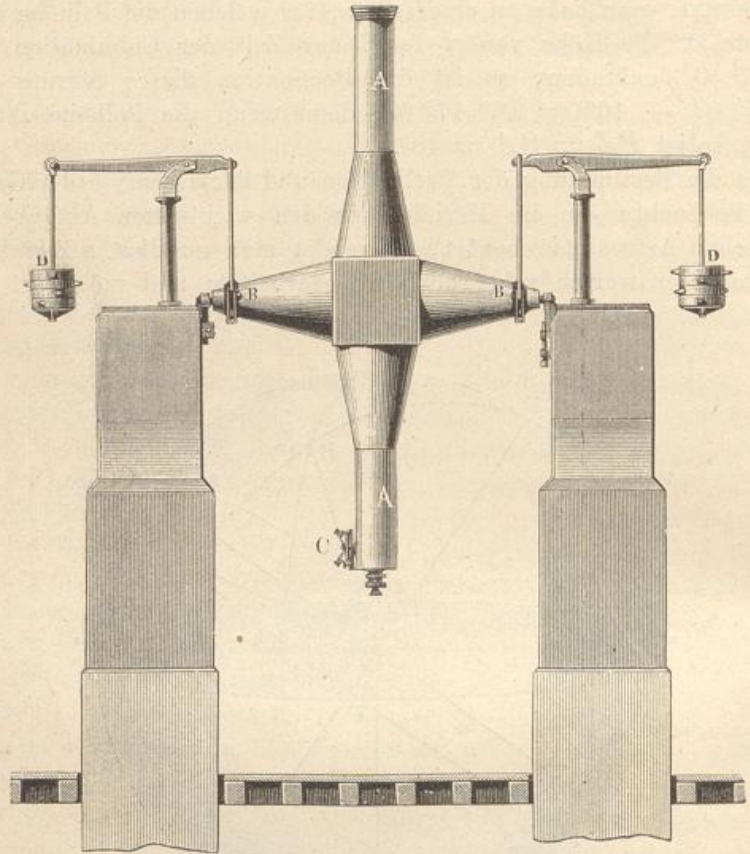
aufgestellte grössere Instrumente an, welche den Namen der Mittagskreise und der Passageninstrumente führen.

Der Mittagskreis oder Meridiankreis ist ein mit einem Fernrohr verbundener Höhenkreis von bedeutenden Dimensionen (man hat solche von 3 bis zu 6 Fuss Durchmesser), der nur in der Ebene des Meridians drehbar ist. Soll das Instrument lediglich zur Bestimmung der Rectascension dienen, so kann auch der Höhenkreis wegfallen, es bedarf dann nur eines in der Meridianebene drehbaren Fernrohres, welches dann ein Durchgangs- oder Passageninstrument genannt wird.

Fig. 19 (a. f. S.) stellt ein Passageninstrument dar.  $AA$  ist das Fernrohr, welches um eine horizontale Axe  $B$  gedreht werden kann, die in zwei

cylindrischen Zapfen endigt. Diese Zapfen ruhen auf Lagern, welche von massiven steinernen Pfeilern getragen werden. Diese Pfeiler sind für sich besonders fundamertirt und stehen mit dem übrigen Gebäude, in welchem das Passageninstrument aufgestellt ist, in keiner Verbindung;

Fig. 19.



sie gehen frei durch den Fussboden des Zimmers hindurch, dessen Schwankungen und zufällige Bewegungen also gar keinen Einfluss auf das Instrument haben können.

Fig. 20.

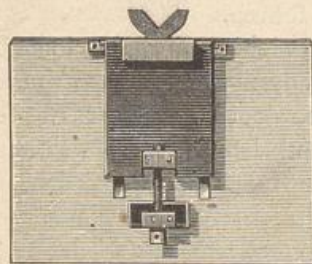
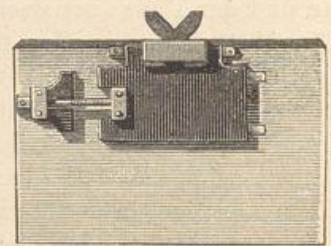


Fig. 21.



Die Einrichtung der Zapfenlager für die Axe *B* ist aus Fig. 20 und Fig. 21 zu ersehen. Das eine, Fig. 20, ist mittelst einer Schraube in

verticaler Richtung verschiebbar, um eine vollkommene Horizontalität der Axe *B* herstellen zu können; das andere, Fig. 21, kann dagegen in horizontaler Richtung verschoben werden, was nöthig ist, um die verticale Umdrehungsebene des Fernrohres genau in den Meridian zu bringen. — Zur genaueren Einstellung in den Meridian dient die Beobachtung der oberen und der unteren Culmination von Circumpolarsternen (§. 10).

Damit nicht das ganze Gewicht des Fernrohres auf den Zapfenlagern ruht, wodurch eine bedeutende Reibung und mit der Zeit eine Abnutzung der Zapfen und der Lager entstehen würde, ist das Fernrohr durch die Gegengewichte *D*, welche den grössten Theil seiner Last tragen, äquilibrirt.

Das Gebäude, in welchem das Passageninstrument aufgestellt ist, muss sowohl an der nördlichen und südlichen Wand als auch an der Decke mit einer durch Klappen verschliessbaren schmalen Oeffnung versehen sein, gerade als ob es in der Ebene des Meridians durchschnitten wäre. Diese Spalte erlaubt, das Fernrohr nach allen im Meridian gelegenen Punkten des Himmels zu richten.

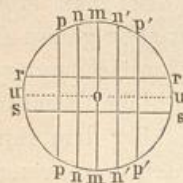
Da die Sterne bei Tage mit blossem Auge nicht sichtbar sind, auch meistens das Gesichtsfeld des Fernrohres so klein ist, dass man einen Stern nicht wahrnehmen kann, wenn das Fernrohr nicht sehr genau die Richtung auf den Stern hat, so gebraucht man ein Hülfsmittel, um vor der Beobachtung des Sternes dem Fernrohr die erforderliche Richtung zu geben. Man weiss vorher nahezu, in welcher Höhe über dem Horizont sich derselbe im Augenblick seiner Culmination befindet, man braucht also nur dem Mittagsrohr eine gleiche Neigung gegen den Horizont zu geben, damit der Stern das Gesichtsfeld passirt. Zu diesem Zwecke ist das Fernrohr mit einem kleinen Höhenkreise verbunden, welcher entweder an der Axe *B* oder, wie es Figur 19 zeigt, seitwärts am Rohre bei *C* angebracht ist. In dem letzteren Falle muss der Index des Kreises mit einer Libelle versehen sein, mit deren Hülfe die Einstellung geschieht. Wenn das Fernrohr genau horizontal steht, und der Index so gedreht wird, dass er gerade auf  $0^0 0'$  zeigt, so muss die Blase der Libelle sich in der Mitte des Rohres befinden. Bringt man das Fernrohr dagegen in irgend eine andere Richtung und dreht den Index so, dass die Blase der Libelle in der Mitte steht, so zeigt der Index die Richtung des Fernrohres über dem Horizonte an. Ein solcher kleiner Kreis dient lediglich zum Richten des Fernrohres und nicht zum Messen der Declination.

Das Passageninstrument wird meist in Verbindung mit einer Pendeluhr von grosser Genauigkeit gebraucht, deren Pendelschläge deutlich hörbar sind. Einige Zeit, bevor der Stern den verticalen Faden erreicht, schaut der Beobachter nach der Uhr, um sich die Stellung der Zeiger zu merken, und zählt dann, in das Fernrohr blickend, die Secunden nach dem Schläge der Uhr weiter bis zum Moment, wo er den Stern den verticalen Faden passiren sieht.

Die Uhr giebt die Zeit unmittelbar auf Secunden genau an, durch Uebung bringt es der Beobachter leicht dahin, noch Bruchtheile einer Secunde (etwa noch Zehntel-Secunden) zu schätzen.

Um eine grössere Genauigkeit der Resultate zu erlangen, hat man das einfache Fadenkreuz, wie wir es S. 24 kennen gelernt haben, durch eine Reihe von Fäden ersetzt, welche so geordnet sind, wie man Fig. 22 sieht. Neben dem mittleren verticalen Faden sind nämlich in gleichen Abständen auf jeder Seite noch zwei oder mehr andere aufgespannt. Man beobachtet nun für jeden dieser Fäden den Zeitpunkt, in welchem der Stern ihn passirt, reducirt darauf, nachdem die gegenseitige Entfernung der Fäden durch geeignete Messungen genau festgestellt ist, jede einzelne Beobachtung auf denselben, z. B. den Mittelfaden, und nimmt aus den so gefundenen Momenten das Mittel. Der Mittelfaden wird sich in der Regel nicht genau in dem Meridian befinden, sondern eine kleine Abweichung zeigen, welche durch die sogenannten Fehler der Aufstellung bewirkt wird. Dieselben setzen sich hauptsächlich zusammen 1) aus der nicht vollkommenen Horizontalität der

Fig. 22.



Umdrehungsaxe, 2) daraus, dass die Gesichtslinie, d. h. die Verbindungslinie zwischen dem Mittelpunkt des Objectivs mit dem Punkte  $o$  des Mittelfadens, an welchem die Beobachtung des Sternes geschieht, nicht rechtwinklig gegen die Umdrehungsaxe ist, und 3) daraus, dass die Umdrehungsaxe gegen die Ost-West-Richtung einen kleinen Winkel bildet. Diese Fehler werden durch ein

geeignetes Beobachtungsverfahren, dessen Auseinandersetzung hier zu weit führen würde, ermittelt, und jede beobachtete Sternpassage auf eine fehlerfreie Aufstellung des Instrumentes reducirt.

Von grosser Wichtigkeit für Rectascensionsbestimmungen sind die galvanisch registrirenden Uhren, welche von dem Amerikaner Locke zuerst in Anwendung gebracht wurden. Wird bei jedem Schläge des Pendels einer astronomischen Uhr die galvanische Kette geschlossen, in deren Schliessungsbogen eine dem Morse'schen Telegraphen ähnliche Vorrichtung eingeschaltet ist, so wird der Stift bei jedem Secundenschläge einen Punkt auf dem mit gleichmässiger Geschwindigkeit vorwärts bewegten Papierstreifen machen. Die Geschwindigkeit, mit welcher beim Locke'schen Apparate der Papierstreifen voranging, war der Art, dass die Secundenpunkte ungefähr einen Zoll von einander abstanden; bei den neueren Apparaten ist ihre Entfernung meist geringer.

Neben dem Elektromagneten dieses Schreibapparates ist aber noch ein zweiter angebracht, dessen Windungen einer anderen Kette angehören, welche der Beobachter beliebig schliessen kann, indem er mit dem Finger eine Taste anschlägt. Durch die Schliessung dieser zweiten Kette wird nun gleichfalls ein Stift gegen den Papierstreifen gedrückt; bei wiederholtem Anschlagen entsteht so auf dem Papierstreifen neben der ersten

Reihe von Punkten, den Secundenpunkten, eine zweite, welche wir Beobachtungspunkte nennen wollen.

Um den Moment einer Sternculmination zu erhalten, schaut der Beobachter in das Fernrohr, während er den Finger über der Taste hält, die er in dem Momente niederdrückt, in welchem der Stern hinter den Faden tritt. Auf diese Weise wird der Beobachtungsmoment auf dem Papierstreifen markirt.

Steht der Beobachtungspunkt neben einem Secundenpunkte, so ist der Beobachtungsmoment genau durch eine ganze Secundenzahl gegeben. Trifft der Beobachtungspunkt nicht neben einem Secundenpunkte, sondern zwischen zwei Secunden ein, so kann man mit dem Zirkel die Entfernung auf dem Papierstreifen abmessen und danach (mittelst einer Scala) bestimmen, welcher Bruchtheil einer Secunde noch zu der nächst vorhergehenden Secunde hinzukommt. So ist es möglich, den Zeitpunkt einer Beobachtung mit grosser Schärfe zu ermitteln.

Die grosse Genauigkeit der Ablesung ist ein wesentlicher Vorzug der galvanisch registrirenden Uhr, ausserdem aber gestattet diese Methode noch in gleicher Zeit ungleich mehr Beobachtungen anzustellen, als es vorher möglich war.

Eine registrirende Uhr lässt sich ferner noch mit dem elektrischen Telegraphen in Verbindung bringen und zu mannigfaltigen Zwecken benutzen. Dieselbe Uhr kann z. B. einen Registrirapparat an der Münchener und einen an der Wiener Sternwarte haben, und wenn an beiden Orten der Durchgang derselben Sterne durch den Meridian beobachtet wird, so lässt sich daraus mit einer früher nie erreichten Sicherheit die geographische Längendifferenz ableiten.

Lamont ersetzte den Papierstreifen durch eine mit Russ geschwärzte Metalltrommel, welche durch ein Uhrwerk mit gleichförmiger Geschwindigkeit um eine horizontale Axe gedreht wird. Auf beiden Seiten der Walze ragt die stählerne Umdrehungsaxe vor und ruht auf zwei messingenen Lagern. Die eine Hälfte dieser Axe ist nun mit einem Schraubengewinde versehen, so dass beim Umdrehen der Walze auch ein gleichförmiges Fortschieben derselben in der Richtung ihrer Längensaxe stattfindet; die Secundenpunkte, welche durch einen in Folge der Schliessung der Kette an die Walze angedrückten Stift hervorgebracht werden, bilden demnach auf derselben eine Spirale.

Die Beobachtungspunkte werden durch einen dicht neben dem ersteren angebrachten Stift markirt.

Hat der Beobachter den Beobachtungsmoment in der besprochenen Weise markirt, so tritt er nun, um die Zeit dieses Momentes zu bestimmen, zur Uhr und markirt in gleicher Weise auf der Linie der Beobachtungsmarken den Moment eines zu notirenden Secundenschlages. Nehmen wir z. B. an, diese Zeitmarke sei um  $3^h 25^m 17^s$  gemacht und man finde, dass der Zwischenraum zwischen ihm und der Beobachtungs-

marke einer Zeitdauer von  $52,7^s$  entspreche, so ist der Beobachtungsmoment  $3^h 25^m 17^s - 52,7^s = 3^h 24^m 14,3^s$ .

- 13 **Das Aequatorealinstrument.** Stundenwinkel und Declination sind in Beziehung auf den Aequator ganz dasselbe, was Azimut und Höhe für den Horizont sind, es muss sich demnach auch ein Instrument construiren lassen, welches für den Aequator dasselbe leistet, wie der Theodolit für den Horizont, welches also in gleicher Weise die Messung des Stundenwinkels und der Declination möglich macht. Ein solches Instrument wird Aequatorealinstrument genannt. Man könnte jeden Theodolit in ein Aequatorealinstrument verwandeln, wenn man den Azimutalkreis in eine solche Stellung brächte, dass er dem Aequator parallel wäre; die Umdrehungsaxe des Kreises *C*, Fig. 12, würde alsdann mit der Weltaxe zusammenfallen, der Limbus *D* würde zur Ablesung der Stundenwinkel, der Kreis *A* zur Ablesung der Declination dienen. Eine solche Aufstellung des Theodolits würde aber ebenso unbequem als unsicher sein, man hat deshalb das Aequatorealinstrument in anderer Weise construirt.

Fig. 23 stellt ein Aequatorealinstrument dar, wie sie auf Sternwarten gewöhnlich an einem erhöhten Orte des Gebäudes aufgestellt werden. *A* ist die der Weltaxe parallele Umdrehungsaxe, *DD* der Aequatoreal- oder Stundenkreis, *BB* der Declinationskreis.

Wenn der Declinationskreis *B* vertical steht, so befindet er sich in der Ebene des Meridians und alsdann zeigt der Index des Stundenkreises auf Null. Der Index des Declinationskreises steht auf Null, wenn die Axe des Fernrohres in der Ebene des Aequators steht, wenn sie also einen rechten Winkel mit der Axe *A* macht.

Um das Instrument vor dem Einfluss der Witterung zu schützen, ist es mit einem gewöhnlich halbkugelförmigen Dache überdeckt, welches eine durch Klappen verschliessbare Oeffnung hat. Das ganze Dach ruht auf Rollen, so dass man es leicht mit Hülfe einer Kurbel um seine verticale Axe drehen und die Oeffnung nach der Seite des Himmels hinbringen kann, welche man gerade beobachten will.

Die am Aequatorealinstrument gemachten Messungen sind nicht der Genauigkeit fähig, wie die im Meridian am Passageninstrument und Meridiankreis gemachten, weil die in der Art der Aufstellung begründete Stabilität des Instrumentes nothwendig eine geringere sein muss, als bei den vorher beschriebenen Instrumenten. In der Regel werden daher mit dem Aequatoreal nur Vergleichen der Positionen nahe bei einander stehender Sterne ausgeführt, auf welche die Wirkung der Instrumentalfehler sehr nahe die gleiche ist. So werden z. B. Planeten oder Kometen, die nicht immer im Meridian beobachtet werden können, weil häufig zu der Zeit ihrer Culmination das Tageslicht störend ist, mit benachbarten Fixsternen verglichen, deren Position aus guten Sternverzeichnissen entnommen, oder zu gelegener Zeit am Meridiankreise er-