

tion von $12\frac{3}{4}$ Grad nach Norden abzumessen hat, um den Ort des Regulus zu finden.

Mittagsrohr und Mittagskreis. Wir müssen nun sehen, auf welche 13
Weise Rectascension und Declination der Gestirne mit Genauigkeit ermittelt werden kann.

Wenn ein Theodolit so aufgestellt ist, daß die verticale Ebene, in welcher sich das Fernrohr drehen kann, 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 bloßem Auge nicht sieht, so sind doch durch ein Fernrohr bei 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 α arietis an einer nach mittlerer Sonnenzeit gehenden Uhr um $4^h 30' 18''$ Nachmittags beobachtet, die Culmination von α tauri aber um $6^h 58' 28''$, so ist der fragliche Zeitunterschied $2^h 28' 10''$ mittlerer Sonnenzeit oder $2^h 28' 35''$ Sternzeit. Die Rectascension von α tauri wäre demnach $2^h 28' 35''$ oder als Winkel ausgedrückt $37^\circ 9' 45''$ größer als die Rectascension von α arietis, d. h. mit anderen Worten, der Stundenkreis von α arietis macht mit dem Stundenkreise von α tauri einen Winkel von $37^\circ 9' 45''$.

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 Rectascension 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.

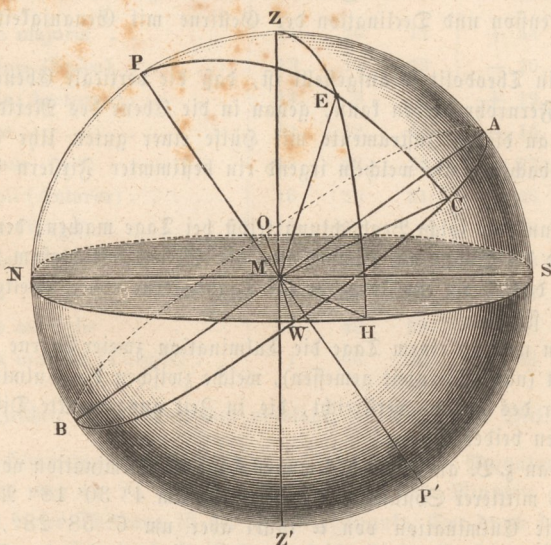
Um die Declination eines Sternes zu bestimmen, hat man nur das Fernrohr so zu richten, daß der Stern zur Zeit seiner Culmination gerade hinter dem horizontalen Faden des Fernrohrs steht, und dann die Höhe des Sternes an dem Verticalkreise abzulesen; zieht man von dieser Höhe den Winkel ab, welchen der Aequator mit dem Horizont macht, also den Bogen AS , Fig. 19 a. f. S., so erhält man die Declination des Sternes.

Es ist $AS = PZ = 90^\circ - NP$, 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 Ort, für welchen die Polhöhe gerade 50° beträgt, die Höhe von α tauri zur Zeit der Culmination gleich $56^\circ 12' 49''$

gefunden, so ist die Declination dieses Sternes gleich $56^{\circ} 12' 49'' - 40^{\circ} = 16^{\circ} 12' 49''$; denn wenn die Polhöhe PN 50° beträgt, so ist $PZ = AS = 40^{\circ}$.

Fig. 19.

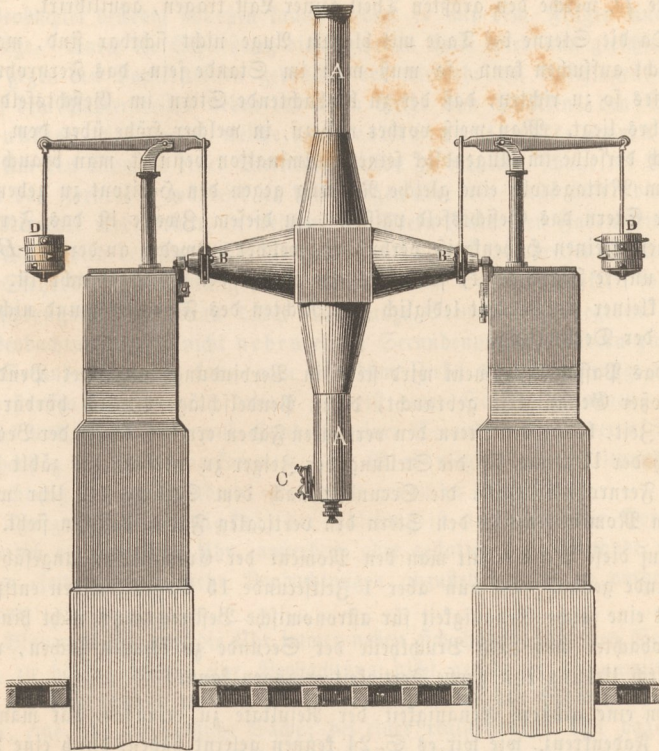


Da die Bestimmung der Declination und Rectascension der Gestirne durch Beobachtungen im Meridian zu den wichtigsten Aufgaben der praktischen Astronomie gehört, so wendet man zu diesem Zwecke auf größeren Sternwarten nicht das Theodolit an, dessen Horizontalkreis hier ohnehin entbehrlich ist, sondern andere lediglich zu diesem Zwecke dienende Instrumente, welche den Namen des Mittagskreises und des Passageinstrumentes 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 Fernrohrs, welches dann ein Mittagssrohr oder Passagerohr genannt wird.

Fig. 20 stellt ein Mittagssrohr 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 fundamementirt und stehen mit dem übrigen Gebäude, in welchem das Passageinstrument aufgestellt ist, in keiner Verbindung; sie gehen frei durch den Fußboden des Zimmers hindurch, dessen Schwankungen und zufällige Bewegungen also gar keinen Einfluß auf das Instrument haben können.

Die Einrichtung der Zapfenlager für die Axe *B* ist aus Fig. 21 und Fig. 22 zu ersehen. Das eine, Fig. 21, ist mittelst einer Schraube in verti-



caler Richtung verschiebbar, um eine vollkommene Horizontalität der Axe *B* herstellen zu können; das andere, Fig. 22, kann dagegen in horizontaler Richtung verschoben werden, was nöthig ist, um die verticale Umdrehungs-

Fig. 21.

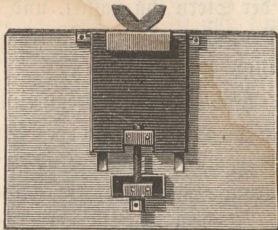
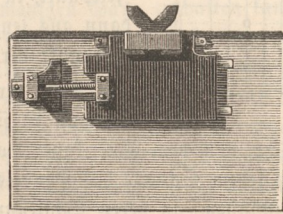


Fig. 22.



ebene des Fernrohrs genau in den Meridian zu bringen. — Zur genaueren Einstellung in den Meridian dient die Beobachtung der oberen und der unteren Culmination von Circumpolarsternen (§. 11).

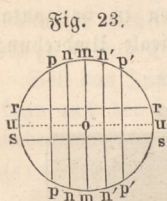
Damit nicht das ganze Gewicht des Fernrohrs auf den Zapfenlagern ruht, wodurch eine bedeutende Reibung und mit der Zeit eine Abnutzung der Zapfen und der Lager entstehen würde, ist das Fernrohr durch die Gegengewichte *D*, welche den größten Theil seiner Last tragen, äquilibrirt.

Da die Sterne bei Tage mit bloßem Auge nicht sichtbar sind, man sie also nicht auffuchen kann, so muß man im Stande sein, das Fernrohr auch ohne dies so zu richten, daß der zu beobachtende Stern im Gesichtsfelde des Fernrohrs liegt. Man weiß vorher nahezu, in welcher Höhe über dem Horizont sich derselbe im Augenblick seiner Culmination befindet, man braucht also nur dem Mittagserohr 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 Ase *B* oder, wie es unsere Figur zeigt, seitwärts am Rohre bei *C* angebracht ist. Ein solcher kleiner Kreis dient lediglich zum Richten des Fernrohrs, und nicht zum Messen der Declination.

Das Passageinstrument wird stets 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.

Auf diese Weise erhält man den Moment der Culmination ungefähr auf 1 Secunde genau. Da nun aber 1 Zeitsecunde 15 Bogensekunden entspricht, so reicht eine solche Genauigkeit für astronomische Bestimmungen nicht hin, und der Beobachter muß noch Bruchtheile der Secunde zu schätzen suchen, worin man durch Uebung eine große Fertigkeit erlangen kann.

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. 23 sieht. Neben



dem mittleren verticalen Faden sind nämlich in gleichen Abständen auf jeder Seite noch zwei andere ausgespannt. Man beobachtet nun für jeden dieser fünf Fäden den Zeitpunkt, in welchem der Stern ihn passirt, und nimmt dann aus jenen fünf Beobachtungen das Mittel als den Zeitpunkt der Culmination des Sternes.

Von der größten 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's

schen Apparate der Papierstreifen voranging, war der Art, daß die Secundenpunkte ungefähr einen Zoll von einander abstanden.

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 die 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 (mittels einer Scala) bestimmen, wieviel Zehntel und, wenn man will, Hundertel einer Secunde noch zu der nächst vorhergehenden Secunde hinzukommen. So ist es möglich, den Zeitpunkt einer Beobachtung bis auf Hundertel-Secunden genau zu ermitteln.

Die große Genauigkeit der Ablebung 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.

Bisher mußte man die Uhr immer neben sich haben, um den Secundenschlag zu hören; konnte eine Beobachtung nicht gerade in der unmittelbaren Nähe der Uhr gemacht werden, so war dies, selbst wo alle Hülfsmittel gegeben waren, eine sehr umständliche Sache; bei einer registrirenden Uhr dagegen ist es ganz gleichgültig, wo sie steht, da man die Drahtleitung leicht durch alle Zimmer einer Sternwarte führen kann; es ist nicht einmal erforderlich, daß die astronomische Uhr im Beobachtungssaale selbst ihren Platz habe, vielmehr erscheint es zweckmäßiger, sie in einem Wohnzimmer oder Bureau — natürlich an einem isolirten Pfeiler — aufzustellen, wo sie keiner großen Temperaturveränderung ausgesetzt ist und einen gleichmäßigen Gang einhalten kann.

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 bisher nie erreichten Sicherheit die geographische Längendifferenz ableiten.

Lamont hat diesen Apparat sehr verbessert. Den Papierstreifen ersetzte er durch eine mit Ruß geschwärzte Metalltrommel, welche durch ein Uhrwerk mit gleichförmiger Geschwindigkeit um eine horizontale Aze gedreht wird. Auf

beiden Seiten der Walze ragt die stählerne Umdrehungsaxe vor und ruht auf zwei messingernen Lagern. Die eine Hälfte dieser Aze ist nun mit einem Schraubengewinde versehen, so daß beim Umdrehen der Walze auch ein gleichförmiges Fortschieben derselben in der Richtung ihrer Längsaxe stattfindet; die Secundenpunkte, welche durch einen in Folge der Schließung der Kette an die Walze angebrachten Stift hervorgebracht werden, bilden demnach auf derselben eine Spirale.

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

Das Gebäude, in welchem das Passageinstrument aufgestellt ist, muß sowohl an der nördlichen und südlichen Wand als auch an der Decke mit einer schmalen Oeffnung versehen sein, gerade als ob es in der Ebene des Meridians durchsägt wäre. Diese Spalte, welche erlaubt, das Fernrohr nach allen im Meridian gelegenen Punkten des Himmels zu richten, braucht jedoch nicht beständig offen zu sein, sie ist vielmehr durch eine Reihe von Klappen geschlossen, von denen jede für sich geöffnet werden kann.

- 14 **Das Aequatorialinstrument.** 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 das Theodolit für den Horizont, welches also in gleicher Weise die Messung des Stundenwinkels und der Declination möglich macht. Ein solches Instrument wird Aequatorialinstrument genannt. Man könnte jedes Theodolit in ein Aequatorialinstrument 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 Ableseung der Stundenwinkel, der Kreis *A* zur Ableseung der Declination dienen. Eine solche Aufstellung des Theodolits würde aber ebenso unbequem als unsicher sein, man hat deshalb das Aequatorialinstrument in anderer Weise construirt.

Fig. 24 stellt ein Aequatorialinstrument dar, wie sie auf Sternwarten gewöhnlich an einem erhöhten Orte des Gebäudes aufgestellt werden. Die der Weltaxe parallele Umdrehungsaxe *AA* ist unten durch einen steinernen Pfeiler *N*, oben aber durch einen gußeisernen Bügel *M* getragen. *DD* ist der in unserer Figur zur Linie verkürzt erscheinende Aequatorialkreis, *BB* ist der Declinationskreis.

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

Um das Instrument vor dem Einfluß der Witterung zu schützen, ist es mit einem gewöhnlich halbkugelförmigen Dache überdeckt, welches eine durch