ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

N^o. 74.

Ueber die Construction des so eben vollendeten grossen Refractors,
von Dr. Jos. Fraunhofer.
(Mit einem Kupfer.)

Gelesen in der öffentlichen Sitzung der königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften, den 10ten July 1824.

Das Instrument, von welchem ich mir zu sprechen die Ehre gebe, ist für die russisch-kaiserliche Sternwarte in Dorpat bestimmt. Es ist das grösste dieser Art, und auch in Hinsicht der wichtigeren Theile der Aufstellung neu.

Die grössten Schwerezeuge, welche bisher existirten, sind die aus Metallspiegeln bestehenden Teleskope. Da aber der vollkommenste Metallspiegel nur einen geringen Theil des auffallenden Lichtes reflektirt, und der grössere Theil absorbirt wird, so müssen die Spiegelteleskope ungemein gross seyn, um grosse Wirkung hervor zu bringen, und aus diesem Grunde ist die Intensität des in das Auge des Beobachters tretenden Lichtes immer sehr gering. — Bey den Spiegelteleskopen kann ferner die Abweichung der Lichtstrahlen wegen der sphärischen Form der reflektirenden Flächen, welche sehr bedeutend ist, nicht gehoben werden. Aus diesen und mehreren anderen Ursachen konnte man die Spiegelteleskope zu den mathematisch-astronomischen Beobachtungen nicht mit Vortheil verwenden, und hatte sie z. B. niemals zu Meridian-Instrumenten etc. gebraucht.

Da das Glas fast alles auffallende Licht durchfahren läßt, und über dieses bey einem aus Flint- und Crown-glas gehörig konstruirten Fernrohr nicht blos die Abweichung der Lichtstrahlen wegen der Farbenzerstreuung compensirt, sondern auch jene wegen der sphärischen Form der Glasflächen vernichtet werden kann, so ist die Wirkung der achromatischen Fernröhre, in Vergleich mit jener der Spiegelteleskope, ungleich grösser. Theils aus diesem Grunde, theils weil ihre Construction sie zu allen Arten von Beobachtungen geeignet macht, werden gegenwärtig fast alle astronomischen Beobachtungen mit achromatischen Fernröhren angestellt.

Ohngeachtet die bis jetzt angewendeten grösseren achromatischen Fernröhre, im Vergleich mit den grossen Spiegelteleskopen, nur klein sind, so haben erstere in mancher Beziehung doch mehr geleistet, als letztere. Die schärfste Probe der Fernröhre ist, wie bekannt, die Beobachtung der Doppelsterne, und hierbey zeigt sich die Wirkung der neueren achromatischen Fernröhre viel grösser, als die der Spiegelteleskope. So entdeckte z. B. *Bessel* in Königsberg, mit einem achromatischen Fernrohre von hier, dessen Objectiv 48 Linien Oeffnung hat, das der von *Herschel* mit seinem Teleskop als ein Doppelstern der 4ten Classe bestimmte Stern ζ Bootis, zugleich auch von der 1sten Classe ist, d. i. er erkannte, das zunächst am Hauptsterne noch ein Nebensterne steht, welchen *Herschel* nicht sah. Eben so wurden mehrere andere Fixsterne, welche früher mit Teleskopen sehr oft beobachtet wurden, erst in neuerer Zeit mit den achromatischen Fernröhren als Doppelsterne erkannt.

Bekanntlich richtet sich die Wirkung der Fernröhre nicht nach ihrer Länge, sondern nach dem Durchmesser der Oeffnung des Objectivglases, so das z. B. bey verhältnissmässig gleich grosser Vollkommenheit, dasjenige Fernrohr, dessen Objectiv zwei Mal so gross ist, als das eines anderen, zwey Mal grössere Wirkung hervorbringt. Die Schwierigkeiten, welche sich finden, um grössere achromatische Fernröhre verhältnissmässig eben so vollkommen zu machen, wie kleinere, nehmen nicht in dem Verhältnisse der Durchmesser der Objective zu, sondern noch mehr, als im Verhältnisse des Kubus derselben. Da es bisher nicht gelang, diese Schwierigkeiten zu beseitigen, so waren diejenigen grösseren achromatischen Fernröhre, deren Objective mehr als 48 Linien Oeffnung hatten, welche man zu verfertigen versuchte, nicht mehr verhältnissmässig eben so vollkommen als kleinere, und

bey noch größeren nahm ihre Wirkung ab. Eine der Schwierigkeiten war, daß das Glas, dessen man sich zur Verfertigung der Objective bediente, nicht in dem Grade vollkommen erzeugt werden konnte, wie es bey großen Fernröhren vorausgesetzt werden muß. Das englische Flintglas hat nämlich wellenförmige Streifen, welche das durchfahrende Licht unregelmäßig zerstreuen. Da in einem größeren und dickeren Glase mehr dieser Streifen enthalten sind, als in einem kleineren, dieses aber, wenn die Wirkung zunehmen soll, der umgekehrte Fall seyn muß, so nahm bey Objectiven von bedeutenden Durchmessern die Wirkung ab. Auch das englische Crown Glas, so wie jedes Glas, dessen man sich bisher bediente, hat diese wellenförmigen Streifen, welche, ob sie schon für das freye Auge nicht immer sichtbar sind, dennoch den Lichtstrahlen, durch ungleiche Brechung, eine falsche Richtung geben. Das bairische Flint-, so wie auch das Crown Glas, ist von diesen Streifen frey und völlig gleichdicht. Da sich das Flintglas von dem gewöhnlichen Glase hauptsächlich nur in dem größeren Farbenzerstreuungsvermögen unterscheidet, und diese Zerstreuung im englischen Flintglase zu der des gemeinen Glases sich wie 3:2 verhält, im bairischen Flintglase aber wie 4:2, so ist letzteres auch in dieser Beziehung in dem angegebenen Verhältnisse besser.

Man hatte bisher die achromatischen Objective nicht völlig nach bestimmten theoretischen Grundsätzen verfertigt, und mußte sich innerhalb gewisser Gränzen auf einen günstigen Zufall verlassen, weswegen man eine größere Anzahl Gläser schliff, und diejenigen zusammen suchte, bey welchen sich die Fehler am nächsten compensirten. Da die Wahrscheinlichkeit dieses Zufalls bey größeren Objectiven vielmal geringer ist, als bey kleineren, so würden auch die Objective von mittlerer Größe nur selten vollkommen, und selbst mit gutem Flintglase wäre bey diesem Verfahren nicht an große achromatische Objective zu denken gewesen. Die wichtigeren Ursachen, welche dieses Verfahren nöthig machten, sind: daß theils die Theorie der achromatischen Objective noch unvollkommen war; theils daß das Brechungs- und Farbenzerstreuungsvermögen der Glasarten, welches bey der Berechnung als genau bekannt vorausgesetzt werden muß, durch die früher angewendeten Mittel nicht genau bestimmt werden konnte; theils endlich, daß man durch die Methoden, deren man sich bisher zum Schleifen und Poliren der Gläser bediente, der Theorie nicht in dem Grade genau Folge leisten konnte, als es vorausgesetzt werden muß, wenn keine bemerkbare Undeutlichkeit entstehen sollte.

Die genannten Hindernisse, so wie eine große Anzahl anderer, wurden hier, theils durch Erfindungen, theils durch Entdeckungen, auf welche die Verfolgung dieses Gegenstandes führte, glücklich beseitigt. Ich werde vielleicht bey anderen Gelegenheiten Veranlassung finden, ausführlicher über diese Gegenstände zu sprechen.

Das Objectiv des in Rede stehenden großen Refractors hat 108 Pariser Linien Oeffnung, und 160 Zoll Brennweite. — Die Wirkung eines Fernrohrs zeigt sich am sichersten bey Vergleichung desselben mit einem anderen auf einen und denselben Gegenstand gerichteten. Beym Beobachten mit großen Fernröhren ist das größte Hinderniß die Unvollkommenheit der Luft, und hauptsächlich das scheinbare Unduliren derselben. Diese Nachtheile nehmen bey größeren Fernröhren im Verhältnisse der Quadrate der Durchmesser der Objective zu; die Wirkung aber wächst nur im Verhältnisse der Durchmesser; daher, wenn der Himmel auch heiter zu seyn scheint, und die Luft in genannter Beziehung nur etwas unvollkommen ist, mit größeren Fernröhren nicht beobachtet werden kann. Da die Luft, im ganzen Raume, nur an wenigen Tagen des Jahres in dieser Hinsicht vollkommen ist, so wurde, um das Verhältniß der Wirkung des großen Fernrohrs genau kennen zu lernen, ein zu diesem Zwecke eigens ausgestellter irdischer Gegenstand gewählt; weil man in diesem Falle eine kleinere Schichte der Luft zu durchschauen hatte, und folglich ihre Unvollkommenheit minder schädlich war. Die Versuche, welche auf diese Weise angestellt wurden, ergaben, daß die Wirkung des großen Refractors im Verhältniß des Durchmessers des Objectives wächst, wie es im Maximum zu erwarten ist, — Es würde zu weit führen, die Mittel auch nur zu nennen, welche angewendet wurden, um z. B. die Axen der Gläser vollkommen in eine Linie zu bringen, die Ausdehnung oder Zusammenziehung der metallenen Objectivfassung bey verschiedenen Temperaturen unschädlich zu machen u. s. w., was alles beachtet werden mußte, um sich der größten Wirkung dieses Instrumentes zu versichern.

Eines der größten Hindernisse, welche sich bisher bey Anwendung großer Fernröhre auf himmlische Gegenstände fanden, ist die scheinbare tägliche Bewegung der Sterne, welche in demselben Verhältnisse größer wird, als das Fernrohr vergrößert; so daß die gegen den Aequator gelegenen Sterne nur sehr kurze Zeit im Gesichtsfelde eines stark vergrößernden Fernrohrs zu sehen sind, und schnell durch dasselbe laufen. Welche sanfte Bewegung man dem Fernrohre mittelst Schrauben durch

die Hand auch geben mag, so kommt es dadurch immer in kleine Oscillationen, welche während des Beobachtens in demselben Verhältnisse größer sind, als das Fernrohr vergrößert. Noch ehevor das Fernrohr in Ruhe kommt, hat der Stern das Gesichtsfeld schon durchlaufen, so daß man ihn fast nur zufällig und nur einen Augenblick unter günstigen Umständen sehen kann. Diese vortheilhaften Umstände finden sich um so seltener, da ein Stern nur in dem Momente mit der größten Präcision gesehen wird, wo er in der Mitte des Gesichtsfeldes steht. Den genannten Schwierigkeiten könnte nur begegnet werden, wenn das Fernrohr sich wie der zu beobachtende Stern, ohne Zuthun einer Menschenhand, bewegte. Dieses müßte für die verschiedenen Sterne im gleichen Grade genau geschehen, ohngeachtet die gegen den Pol gelegenen sich scheinbar nur langsam, die gegen den Aequator gelegenen aber sehr schnell bewegen.

Aus diesem Grunde wurde das große Fernrohr auf eine eigene Art parallactisch aufgestellt, d. i. eine der beyden Hauptaxen, um welche es sich dreht, ist gegen den Horizont so geneigt, daß ihre Neigung der Polhöhe des Ortes genau entspricht, und sie folglich gegen den Pol gerichtet ist. Die zweyte Axe, die Deklinationsaxe genannt, ist auf ersterer, die Stundenaxe, genau vertikal. Wird bey dieser Aufstellung das Fernrohr gegen irgend einen Stern gerichtet, so darf bloß die Stundenaxe mit einer solchen Geschwindigkeit bewegt werden, daß sie sich in 24 Stunden ein Mal herumdrehen würde, wie die Erdaxe, in welchem Falle dann der Stern, welcher es auch seyn mag, immer im Gesichtsfelde des Fernrohrs bleibt, so lange er über dem Horizonte steht. — Diese Bewegung erhält die Stundenaxe durch einen einer Uhr ähnlichen Apparat, aus zwey Werken bestehend. Das Gewicht des einen Werkes überwindet die Reibungen und die Trägheit der einige Zentner wiegenden beweglichen Massen; das andere Werk regulirt den Gang. Zur Regulirung des Ganges durfte weder ein gewöhnliches Pendel, noch eine Unruhe angewendet werden; weil auf diese Art das Fernrohr sich nicht ununterbrochen, sondern nur stoßweise bewegen würde.

Der Regulator ist bey diesem Werke eine Centrifugal-Unruhe, welche in einem konischen Gefäße sich ununterbrochen nach einer Richtung dreht. Auch während des Aufziehens beyder Gewichte bewegt sich das Fernrohr mit gleicher Geschwindigkeit fort. Das Fernrohr kann, während die Uhr fortgeht, jeden Augenblick zum Stillstehen gebracht und eben so schnell wieder in Bewegung gesetzt werden. Auch kann man es mit freyer Hand oder

mittelt einer Schraube sanft in jeder Richtung bewegen. — Die Uhr kann man in jedem Augenblicke beliebig schneller oder langsamer gehen lassen, bloß indem man eine spiralförmige Scheibe auf einen andern Grad ihrer Theilung stellt. Dieses hat unter anderen den Vortheil, daß, wenn ein Stern nicht genau am gehörigen Orte im Gesichtsfelde steht, er mittelst der Uhr dahin gestellt werden kann, was besonders auch bey Mikrometerbeobachtungen von großem Nutzen ist, und auf andere Weise, der Trägheit, des todten Ganges etc. wegen, nicht thunlich ist. Diese spiralförmige Scheibe hat übrigens auch noch den Vortheil, daß man dem Fernrohre sogleich eine Bewegung geben kann, welche der des Mondes entspricht.

Damit eine gleichförmige Bewegung des großen Fernrohrs möglich werde, muß es in allen Lagen, so sehr verschieden sie auch sind, in Bezug auf jede der beyden Haupt-Axen genau balancirt seyn, und diese Balancirungen dürfen dennoch nicht hindern, daß das Fernrohr nach jedem Punkte des Himmels gerichtet werden kann. In Bezug auf die Declinationsaxe ist das außer der Mitté gefasste Fernrohr durch zwey gegen das Ocular gelegene Gewichte balancirt, die an eigenen konischen Messing-Röhren fest sind, deren jedes im Schwerpunkte zwey Axen hat, die sich unter rechten Winkeln schneiden, so daß in dieser Beziehung das Fernrohr in jeder der verschiedenen Lagen gleichgenau balancirt ist. In Bezug auf die Stundenaxe ist dieses Fernrohr durch zwey Gewichte balancirt, deren eines unmittelbar an der Declinationsaxe fest ist. Das zweyte Gewicht ist an einer Stange von eigener Form befestigt, welche gegen die Stundenaxe zu in einen Ring zusammen läuft; dieser Ring berührt durch zwey einander entgegengesetzte Axen einen zweyten kleineren; der zweyte Ring berührt durch zwey Axen, welche die Richtung der ersten unter einem rechten Winkel schneiden, ein dritten noch kleineren; und dieser endlich dreht sich an der Hülse, in welcher sich die Declinationsaxe befindet, so daß auch in Bezug auf die Stundenaxe das Fernrohr in allen Lagen genau im Gleichgewicht ist. Damit die Reibung der Stundenaxe vermieden ist, und dieselbe in ihrem Lager, weder nach unten noch nach oben drücke, ist noch ein besonderes Gewicht angebracht, welches auf das Lager zweyer Friktionsrollen wirkt. Dieser Vorrichtungen wegen kann das Fernrohr, des ausserordentlichen Gewichtes ohngeachtet, schon mit einem Finger bewegt werden.

Der Fuß dieses Instrumentes hat eine solche Form, daß er, obschon seine Stellung niemals geändert werden darf, dennoch niemals hindern kann, das Fernrohr nach

irgend einem Punkte des Himmels zu richten. Es scheint zwar, daß es Lagen des Fernrohrs geben könne, wo der Fuß verhindern müsse, einen Stern zu verfolgen; allein das Instrument ist so construirt, daß man das Fernrohr nach einem und demselben Gegenstande immer auf zweyerley Arten richten kann, blos indem man die Stundenaxe um 180° herumdreht; ist nun bey einer dieser beyden Arten der Fuß hinderlich, so kann er es bey der andern nicht seyn, und das Fernrohr ist in diesem Falle frey.

Da bey einem starkvergrößernden Fernrohre ein Gegenstand ungemein schwer aufzusuchen und in das Gesichtsfeld zu bringen ist, so befestigt man zu diesem Zwecke an dasselbe gewöhnlich noch ein kleines, dessen Axe mit der des großen genau parallel läuft. Der Sucher des großen Refractors hat 29 Linien Oeffnung und 30 Zoll Brennweite.

Jede der beyden Hauptaxen hat einen besonderen eingetheilten Kreis, der Stunden- und Declinations-Kreis genannt. Diese sind an ihren Axen fest und drehen sich mit denselben. Die Theilung des Stundenkreises giebt 4 Zeitsekunden, die des Declinationskreises 10 Bogen-

sekunden. Dadurch kann man mit diesem Fernrohre auch die außerhalb des Meridians gelegenen Sterne bey Tage auffinden und beobachten, was besonders bey Fixsternen der 1^{sten} GröÙe, welche bey Nacht nicht in jeder Beziehung mit Vortheil beobachtet werden können, von Nutzen ist.

Der Zweck einer großen Anzahl anderer Theile, welche hier nicht genannt wurden, könnte nur in einer ausführlichen Beschreibung angegeben werden.

Fraunhofer.

Vorstehenden, freilich nicht für Astronomen allein, geschriebenen Aufsatz des berühmten Künstlers, habe ich doch, da es in jeder Hinsicht interessant ist, den Verfertiger selbst über sein Werk reden zu hören, und da er außer diesem Interesse auch durch eine lichtvolle und einfache Darstellung sich auszeichnet, in diesen Blättern abdrucken lassen; und zweifle nicht dem Wunsche meiner Leser dadurch begegnet zu seyn. Ich darf einen zweiten mehr detaillirten Aufsatz über dies Fernrohr, der bald folgen wird, versprechen.

S.

Epoche der mittleren Länge des Mondes für 1779, jährliche Aenderung derselben, Gleichung der Länge, die von der Abplattung der Erde abhängt und Variation, nebst der daraus folgenden Sonnenparallaxe. (Beschluss.)

Da sich der ersten Gleichung zufolge der parallaxische Coefficient der Variation aus Beobachtungen nicht genauer bestimmen läßt, als der zur Reduction gebrauchte Halbmesser des Mondes bestimmt ist, und der Werth der daraus hergeleiteten Sonnenparallaxe für $\Delta\alpha = 1''$ um $0'',07$ geändert wird, so darf man nur dann hoffen, die erwähnte Parallaxe mit einer Zuverlässigkeit finden zu können, die jener aus den Vorübergängen der Venus gleichkommt, wenn man versichert seyn kann, $\Delta\alpha$ bis auf Bruchtheile einer Secunde genau zu kennen. Bey einer anderen Gelegenheit sagte ich in diesen Blättern, daß 2347 Beobachtungen vor, und nach dem Vollmonde die Gleichung $\Delta r = +0'',18 - 0,723\Delta\alpha - 0,310\Delta\beta + 0,153\Delta\gamma + 0,185\Delta\delta$ gegeben haben, und diese Gleichung ist von dem Werthe $\Delta r = +0'',2965$, welcher aus der zur Zeit des Vollmondes beobachteten Zwischenzeit des Durchganges beyder Ränder gefunden wurde, durchaus unabhängig. Ist daher der letztere Werth richtig bestimmt,

so soll die erstere Gleichung, wenn für $\Delta\alpha, \Delta\beta, \Delta\gamma, \Delta\delta$ die erhaltenen Werthe gesetzt, in denselben übergehen. In diesem Falle zeigt sich aber wirklich eine Uebereinstimmung, welche ich mir kaum zu hoffen erlaubte; es wird nämlich $\Delta r = +0'',18 + 0'',106 + 0'',157 - 0'',082 - 0'',099 = +0'',262$. Daraus glaube ich mit Recht schließen zu dürfen, daß der Werth $\Delta\alpha = -0'',146$ sich kaum um $\pm 0'',5$ von dem wahren entfernen kann, und mithin wird sich daraus die Sonnenparallaxe bis auf $\pm 0'',035$ herleiten lassen. Nach *la Place* (Connaiss. für 1823) hängt aber mit dem Coefficienten $122'',1$, welchen ich vormals gefunden hatte, oder $122'',378$ bey der in der Mécanique céleste gebrauchten Form die Sonnenparallaxe $8'',6303$ zusammen, mithin wäre dieselbe für den Coefficienten $122'',1 - 0'',146$, oder $121'',954 = 8'',6200$.

Ich überlasse es dem Urtheile der Astronomen, welches Gewicht dieser Bestimmung beizulegen seyn dürfte;