Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1884. Heft IV.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1885.

In Commission bei G. Franz.

Herr H. Seeliger spricht:

„Ueber die Gestalt des Planeten Uranus".

Aus der Thatsache, dass die Uranussatelliten in zur Ekliptik beinahe senkrecht gelegenen Bahnen sich bewegen, darf mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass die Rotationsaxe des Uranus voraussichtlich nur einen kleinen Winkel mit der Erdbahn bilden wird. Es wird demnach eine etwaige Abplattung des Uranus durch die Beobachtungen nur dann zu constatiren sein, wenn die genannte Axe senkrecht zur Richtung nach der Sonne steht. Dieses fand im Anfang der vierziger Jahre und findet, worauf von mehreren Seiten aufmerksam gemacht worden ist, gegenwärtig statt. Ich habe desshalb nicht gezögert, den neu montirten und mit einem Repsold'schen Positionsmikrometer ausgestatteten Münchener Refractor, dessen $10^1/_2$ zölliges Objectiv von anerkannter Güte ist, dazu zu benutzen, einen Beitrag zur Lösung der interessanten Frage nach der Abplattung des Uranus zu liefern.

Der genannte Planet erscheint im hiesigen Fernrohr als matte, aber sehr wohl begrenzte Scheibe. Ihre Ausmessung macht nur bei unruhiger Luft Schwierigkeiten, welcher Fall freilich oft genug vorkam. Für kleinere Fernrohre ist indess der Uranus immerhin ein schwieriges Object und dies dürfte die in der weiter unten folgenden Zusammenstellung

der von andern Beobachtern erlangten Resultate zu Tage tretenden Differenzen zur Genüge erklären. Aber auch abgesehen hiervon hat man bei der Bestimmung kleiner Winkelgrössen, also z. B. bei Doppelsternmessungen, Bestimmungen von Planetendurchmessern u. s. f., mit eigenthümlichen Schwierigkeiten zu kämpfen, auf die man erst in der neueren Zeit allgemein aufmerksam geworden ist. Es hat sich nämlich gezeigt, dass die Messung einer kleinen Distanz und deren Positionswinkel abhängig ist von der Lage der ersteren gegen den Horizont und dass sich diese unter Umständen so z. B. bei einem so ausgezeichneten Beobachter wie O. Struve in ganz enormen systematischen Messungsfehlern äussern kann. Man kann nun das Vorkommen solcher Fehler auf verschiedene Weise erklären, d. h. man kann verschiedene Umstände nachweisen, welche die Messungen in der angedeuteten Richtung beeinflussen können; es wird aber schwer sein in jedem einzelnen Falle die Hauptfehlerquelle mit Bestimmtheit namhaft zu machen, ohne vorangehende Untersuchung im Einzelnen. Was speciell die Messung von Planetendurchmessern betrifft, so dürfte es nicht befremden, dass man die Berührung der Planetenscheibe mit einem horizontalen Faden anders beurtheilt als mit einem verticalen (Fadenmikrometer), oder auch mit einer zweiten Scheibe, welche das eine Mal vertical das andere Mal horizontal neben der ersten Scheibe erscheint (Heliometer). Wenigstens sind ähnliche Beeinflussungen auch bei andern Gelegenheiten längst erkannt worden.

Wie schon erwähnt sind diese von der Lage des Beobachters gegen den Horizont abhängigen Messungsfehler namentlich bei kleinen Distanzen sehr gefährlich, indem sie hier das Messungsresultat völlig entstellen können. Man hat desshalb in neuerer Zeit versucht sich von dieser gefährlichen Fehlerquelle unabhängig zu machen. So wurden eine Anzahl dem Pole nahe stehende Doppelsterne mit langsamer Revolu-

tionsbewegung herausgesucht und es soll nun dasselbe Sternpaar in möglichst verschiedenen Stundenwinkeln beobachtet werden. In der That kann durch dieses Verfahren die Abhängigkeit des Messungsresultates von der Lage des Sternpaares gegen den Horizont ermittelt werden. Andere Beobachter wieder suchen die genannte Fehlerquelle durch eine veränderte Stellung des Kopfes zu beseitigen, was allerdings an der factischen Unausführbarkeit in vielen Fällen, ganz abgesehen von andern Bedenken, scheitert. Bei Planetendurchmessern sucht man auch wohl die Messung in möglichst grossen östlichen und westlichen Stundenwinkeln auszuführen. Keines dieser Verfahren ist völlig einwurfsfrei, zum mindesten ist ihre Durchführung mühsam und zeitraubend. Es ist desshalb sehr merkwürdig, dass man bis jetzt noch nicht das einfachste und bequemste Mittel zur Elimination dieser systematischen Messungsfehler in Verwendung gebracht hat und welches, wie ich nachträglich erfahre, bei Apparaten zur Bestimmung der persönlichen Gleichung bei Durchgangsbeobachtungen neuerdings zur Verwendung gekommen ist. Dieses Mittel besteht einfach darin, dass man den aus dem Oculare ausfahrenden Strahl, ehe er in's Auge gelangt, an der Hypotenusenfläche eines rechtwinkeligen Prismas total reflectiren lässt; durch Drehung des Prisma's wird die Distanz um den doppelten Winkel gedreht und man ist so in die Lage versetzt, jede Distanz in jede gewünschte Position gegen den Horizont zu bringen. Man wird nur bei der Zusammensetzung eines solchen kleinen Apparates darauf Acht zu nehmen haben, dass das vom Prisma reflectirte Bild in derselben Richtung gesehen wird wie das directe und also das Auge in beiden Fällen dieselbe Stellung gegen das Fernrohr einzunehmen hat. Man erreicht dies leicht dadurch, dass man die Hypotenusenfläche des Prisma's nahe parallel zur Fernrohraxe legt. Ich habe nun ein Prisma in solcher Lage in einer Messingröhre befestigt, welche an das Ocular des Fern-

rohres mit Hülfe eines Zwischenringes angeschraubt wird. In diesem ist nämlich die Röhre drehbar und ihre Stellung ablesbar an einem kleinen von 2 zu 2 Grad getheilten Kreise. Auf diese Weise kann man den messenden Faden sehr leicht in eine scheinbare verticale oder horizontale Lage bringen. Es wird dabei wohl stets ausreichen, das eine Fadensystem nach dem Augenmaasse vertical zu stellen, denn dies kann mit grosser Genauigkeit geschehen, wenn man z. B. verticale Marken in dem Beobachtungsraum zur Vergleichung anbringt. Im Uebrigen lassen sich auch andere und genauere Orientirungsmethoden angeben.

Dieser sich beinahe von selbst darbietende Beobachtungsmodus wird, wie ich glaube, nicht ohne Nutzen bei Doppelsternmessungen und Planetendurchmesserbestimmungen sein und möchte ich dieselben den Astronomen empfehlen. Ich habe gleich nach der Aufstellung des hiesigen Refractors Versuche in beiden Richtungen gemacht und dieselben sind, wie ich glaube, befriedigend ausgefallen. Da dadurch die Möglichkeit gegeben ist immer horizontal oder vertical gelegene Distanzen zu messen, so werden in den Resultaten nunmehr nur die weit leichter zu übersehenden constanten Fehler übrig bleiben. Soweit ich sehe, lässt sich nur ein Einwand gegen das proponirte Hülfsmittel erheben: nämlich, dass das Prisma die Bilder schwieriger Objecte stark verschlechtern kann. Von einer irgend wie bemerkbaren Lichtschwächung kann selbstverständlich nicht die Rede sein; was aber die Verzerrung der Bilder betrifft, so wird es allerdings nothwendig sein, das Prisma vor seiner Anwendung zu untersuchen. Methoden, welche hiezu geeignet sind, werden wohl in den optischen Werkstätten bekannt sein; jedenfalls wendet Herr Dr. A. Steinheil sehr strenge und einfache Prüfungsmittel an, welche in der Hauptsache in einer Vergleichung des directen Bildes eines im Brennpunkte eines Objectives befindlichen Spaltes mit dem reflectirten Bilde, beide gesehen

durch ein mässig vergrösserndes Fernrohr, bestehen. Ich habe mit Herrn Dr. A. Steinheil aus einer Reihe vorhandener Prismen das beste herausgewählt und in der That ist selbst bei schwierigen Objecten gar kein Unterschied zwischen den direct gesehenen und reflectirten Bildern zu bemerken. Mit dem beschriebenen Hülfsmittel habe ich nun den Durchmesser des Uranus im Februar und März dieses Jahres gemessen. Ehe ich zu der Mittheilung dieser Beobachtungen übergehe, werde ich zuerst die mir bekannt gewordenen Resultate zusammenstellen, welche von andern Beobachtern über die Grösse und Gestalt der Uranusscheibe erlangt worden sind. Ihre Mittheilung ist von nicht geringem Interesse, weil sie zeigt wie gross die Differenzen der Messungsresultate an schwierigen Objecten werden können.

In dem 3. Bande der Leidener Annalen hat F. Kaiser eine ähnliche Zusammenstellung gegeben; indessen ist dieselbe unvollständig, auch sind seit jener Zeit eine nicht unbedeutende Zahl von Beobachtungsresultaten publicirt worden. Ich habe nur zu bemerken, dass die folgenden Werthe des Uranusdurchmessers stets auf die mittlere Entfernung (19. 1826) reducirt sind und dass ich stets mittlere Fehler nicht wahrscheinliche angebe.

1) Wenn auch erst die neueren Messungen, seitdem nämlich Fraunhofer'sche Fernrohre in Verwendung gekommen sind, Werth haben können, so ist doch die Thatsache interessant, dass W. Herschel in den Jahren 1792 und 1794 eine starke Abplattung zu bemerken glaubte.

2) Lamont hat in den Jahren 1836—38 mit dem $10^1/_2$ zölligen Münchener Refractor den Uranusdurchmesser gemessen. Er giebt diesen im Jahrbuche der Münchener Sternwarte für 1839 ohne weitere Details zu 3″ 15 an. Eine Ansicht der Originalaufzeichnungen hat mir keine nähere Auskunft ertheilen können.

3) Merkwürdig sind die von Mädler mit dem Dorpater Refractor ausgeführten Beobachtungen. Zur Ermittelung der Abplattung wurde der Durchmesser in um 15 zu 15 Grad fortschreitenden Positionswinkeln gemessen. Es ergaben so die Beobachtungen

a) im Jahre 1842 aus 5 Abenden (Astr. Nachr. Band 20 p. 64)

die grosse Axe a gelegen im Positionswinkel 160° 40′ 4″249
die kleine Axe b — — 3″857

$$\text{also Abplattung } \alpha = \frac{1}{10.85}$$

b) im Jahre 1843 aus 7 Abenden (A. N. Bd. 21 p. 207)

$$a = 4''304 \pm 0''0063$$
$$b = 3.870 \pm 0.0065$$
$$\alpha = \frac{1}{9.92}$$

und der Winkel den a mit dem Declinationskreis bildete:

$$15^\circ\, 26'1 \pm 40'8.$$

c) im Jahre 1845 aus 6 Abenden (Dorp. Beob. Band XIII p. 91)

$$a = 4''423$$
$$b = 3''955$$
$$\alpha = \frac{1}{9.45}$$

Positionswinkel des a = 358° 58.′5

Geradezu merkwürdig ist die Uebereinstimmung der einzelnen Messungen innerhalb desselben Abends, was sich auch in den kleinen m. F., die ich bloss beim zweiten Resultate angeführt habe, zeigt, da diese so abgeleitet sind, dass die sehr bedeutenden Differenzen zwischen den einzelnen Abenden nicht berücksichtigt sind. Es folgt daraus, dass die absoluten Beträge der a und b mit bei weitem grösseren m. F. behaftet sind, als die aufgeführten Zahlen angeben, dass sich aber die Abplattung mit geradezu überraschender

Deutlichkeit ausspricht. Leider ist aber dieses Resultat nicht so sicher, als es auf den ersten Blick scheint. Die Mädler'schen Distanzmessungen sind, wie ich bei früherer Gelegenheit in Bezug auf die Doppelsternmessungen desselben Astronom gezeigt habe, mit sehr grossen systematischen Fehlern behaftet. Sollte sich nun erweisen lassen, dass bei Mädler eine Abhängigkeit der Messung von der Lage der zu messenden Distanz gegen den Horizont stattfindet, so würde die gefundene Abplattung des Uranus nur aussagen, dass sich diese Abhängigkeit mit sehr grosser Deutlichkeit ausprägt. Gleiches gilt freilich von allen Messungen, bei denen keine Maassregeln zur Vermeidung solcher Fehler angewendet worden sind.

4) Lassel hat (A. N. Band 36 p. 127 u. ff.) im Jahre 1852 auf Malta den Uranus beobachtet. Er bemerkt ausdrücklich keine Abplattung gefunden zu haben. Aus den von ihm angeführten Zahlen finde ich als Mittelwerth aus 4 Abenden für den Uranusdurchmesser a : 4″126.

5) In der Zeit von November 1864 bis März 1865 wurden am Leipziger 8 zölligen Refractor mehrere Schätzungen und Messungen angestellt.

(Zöllner photom. Untersuchungen p. 194.)

Das Mittel aus Schätzungen von Bruhns, Dr. Engelmann und Zöllner ergiebt . . . . . a = 3″322
während sich aus den Messungen von Dr. Engelmann findet
a = 3″760

Die Uranusscheibe erschien vollständig kreisförmig.

6) Kaiser (Leidener Annalen Band III p. 270) giebt als Mittel seiner, wie er sagt, wenig sicheren in den Jahren 1862—66 an 6 Abenden angestellten Messungen den Werth an . . . . . a = 3″68

7) Lassell und Marth (Memoirs of the Astron. Soc. Band 36) aus Beobachtungen auf Malta in der Zeit vom December 1864 bis März 1865 in 7 Nächten angestellt,

nach der Reduction von Winnecke (Viertelj. der astron. Gesellschaft VII p. 258) . . . . . 3″568

8) H. Vogel. Mit dem Leipziger 8zölligen Refractor an 3 Abenden im Jahre 1869 (A. N. Band 73) a = 3″62 und mit dem schönen Bothkamper Refractor (Bothkamp. Beob. Heft I p. 102) an 3 Abenden im Jahre 1871 a = 3″845

9) W. Meyer in Genf erhält mit dem neuen 10zölligen Fernrohre (A. N. Band 106 p. 63) im Jahre 1883 aus Beobachtungen an 9 Abenden den Durchmesser des Uranus im Positionswinkel 90° . . . . . 4″015 ± 0″044
" 0° . . . . . 3″989 ± 0″025

Es ergiebt sich also keine Abplattung; die vorhandene Abweichung liegt ausserdem im umgekehrten Sinne als zu erwarten stand.

10) C. A. Young in Princeton. (The Observatory Nr. 79) im Jahre 1883:

Polardurchmesser . . . 3″974 ± 0″030
Aequatorealdurchmesser . . 4″280 ± 0″022

Die Messungen sind, was nicht ganz einwurfsfrei ist, meistens mit hellen Fäden angestellt worden.

11) Millosevich in Rom findet (A. N. Band 106 p. 126) aus 7 Abenden im April und Mai 1883 den Durchmesser des Uranus im Positionswinkel 0° . a = 3″633; an einem Abende wurde auch im Positionswinkel 90° gemessen und keine Abplattung gefunden.

12) Schiaparelli in Mailand (A. N. Band 106 p. 81 u. ff.) hat ebenfalls im Jahre 1883 dem Uranus sehr eingehend seine Aufmerksamkeit zugewandt. Er hat nicht nur die elliptische Gestalt des Uranus sofort ohne Messungen bemerkt, sondern auch den Positionswinkel der grossen Axe der scheinbaren Ellipse nach der Schätzung der Gestalt zu 197°.3 bestimmt. Die Messung des grössten und kleinsten Durchmessers ergaben:

$$a = 3''911 \pm 0''030$$
$$b = 3''555 \pm 0''035$$

woraus sich eine Abplattung von $\frac{1}{10.90}$ ergiebt.

Nimmt man auf die Abplattung, die schon aus den angeführten Resultaten nicht als ganz sicher hervorgeht, keine Rücksicht, also stets aus a und b das Mittel, so ergeben sich für diesen mittleren Durchmesser folgende Werthe:

Lamont . . .	3″15
Mädler . . .	4″110
Lassell . . .	3.847
Engelmann, Bruhns etc.	3.541
Kaiser . . .	3.68
Vogel . . .	3″735
W. Meyer . .	4.002
Young . . .	4″127
Millosevich . .	3″633
Schiaparelli . .	3″733

Und als Gesammtmittel, wenn man den offenbar zu kleinen Lamont'schen Werth ausschliesst:

3″823.

Ich habe den Durchmesser des Uranus in 4 verschiedenen Positionswinkeln gemessen, die so gewählt waren, dass sehr nahe die etwaige Abplattung noch in ihrem Maximaleinflusse zeigen musste. In der folgenden Zusammenstellung sind die auf die mittlere Entfernung reducirten und in provisorisch ausgeglichenen Schraubenrevolutionen angesetzten Durchmessermessungen gegeben; es ist dabei die Anzahl der gemachten Doppeleinstellungen, ferner der Luftzustand, wobei I ausgezeichnete und IV äusserst unruhige Bilder bedeutet, bemerkt. Ferner bedeuten die Buchstaben h und v, dass die Messungsrichtung durch das Prisma horizontal respective vertical gestellt wurde. Nur am ersten Abende wurde ohne

Prisma beobachtet. Die gebrauchte Vergrösserung betrug durchweg ungefähr 400.

	Positionswinkel 23°			Positionswinkel 113°
	R			R
Febr. 21	0.1797	IV	—	0.1721
„ 28	0.1556	I—II	h	0.1604
März 13	0.1552	I—II	h	0.1537
„ 13	0.1609			0.1527
„ 14	0.1573	II	h	0.1577
„ 15	0.1572	II—III	h	0.1601
„ 16	0.1616	III	v	0.1636
„ 17	0.1629	III—IV	v	0.1775
„ 18	0.1670	III—IV	v	0.1625
„ 19	0.1655	III—IV	v	0.1693

	Pos. 68°	Pos. 158°	
	R		
März 13	0.1461	0.1468	h
„ 14	0.1558	0.1521	h
„ 15	0.1583	0.1573	h
„ 16	0.1668	0.1621	v

Im Mittel ergeben sich hieraus folgende Durchmesserwerthe mit ihren m. Fehlern:

	R	Anzahl
Positionswinkel 23°	0.1623 ± 0.0023	10
68	0.1568 ± 0.0043	4
113	0.1632 ± 0.0024	10
158	0.1546 ± 0.0033	4

Schon diese Zahlen sprechen entschieden gegen eine Abplattung in dem Betrage wie sie von andern Beobachtern gefunden worden ist. Die vorhandenen Differenzen in den in verschiedenen Richtungen gemessenen Durchmessern haben vielmehr in ganz andern Umständen ihren Grund. Ver-

einigt man nämlich nur diejenigen Messungen in Mittelwerthe, wo an demselben Abende in allen 4 Richtungen gemessen worden ist, so findet sich:

	R
Pos. 23°	0.1586
68	0.1568
113	0.1587
158	0.1546

und die Differenzen haben sich sehr verkleinert und lassen keinen ausgesprochenen Gang erkennen; auch die Grösse der Abweichungen ist durchaus nicht auffallend.

Es liegt weiter die Vermuthung nahe, dass die horizontal und vertical gemessenen Durchmesser von einander verschieden sein können. Fasst man die Messungen von diesem Gesichtspunkte aus in Mittel zusammen, indem jedem Abend dasselbe Gewicht gegeben wird, so findet sich:

	R	
ohne Prisma	0.1746	1 Abend
h	0.1561	4 „
v	0.1668	4 „

Eine Abhängigkeit von der Lage des Prisma's scheint also vorhanden zu sein. Da nun eine Abplattung, wie gezeigt, aus meinen Messungen nicht folgt, so bleibt nichts übrig als das Gesammtmittel aus allen Messungen für den wahrscheinlichsten Werth des Durchmessers zu halten. Es ergiebt sich so:

$$\overset{R}{0.1629} \pm 0.0024$$

Indessen ist die Abhängigkeit der Messungsresultate von der Lage des Prisma's nur scheinbar; in keinem Falle ist sie als constatirt zu betrachten. Vielmehr liegt der Grund für die aufgetretenen Differenzen ganz anderswo. Ordnet man nämlich die Messungen nach den Zahlen, welche die Güte der Bilder angeben, so findet sich:

		R		
Luft	I—II	0.1553	Abende	3
„	II	0.1557	„	1
„	II—III	0.1582	„	1
„	III	0.1635	„	1
„	III—IV	0.1679	„	3
„	IV	0.1746	„	1

Es spricht sich hier die Thatsache aus, dass mit zunehmender Unruhe der Luft die Messungen immer grössere Resultate ergeben; es geschieht dies mit einer Deutlichkeit, die wohl nur zufällig so ausserordentlich gross ist. Im Uebrigen ist diese Erfahrung und zwar in gleichem Sinne schon oftmals und von verschiedenen Beobachtern gemacht worden. Um nun das sicherste Resultat aus den discutirten Beobachtungen zu ziehen, wird eine gewisse Willkühr nicht zu vermeiden sein. Ich habe einfach den zuletzt angeführten Werthen der Reihe nach die Gewichte 4, 3, 2, 2, 1 und 0 gegeben, welche Wahl sich allerdings nicht näher begründen lässt. Die Gewichtsschätzungen aber nach den m. Fehlern zu machen dürfte in diesem Falle ein völlig illusorisches Verfahren sein. Dass der letzte Werth ausgeschlossen wurde, findet schon darin Rechtfertigung, dass dieser eine Abend der erste war, an welchem überhaupt mit dem neu montirten Refractor beobachtet worden ist. Auf die angegebene Weise geht für den Uranusdurchmesser folgender Werth hervor, den ich vorläufig als den plausibelsten halte:

$$\overset{R}{0.1575 \pm 0.0018}$$

oder mit dem provisorischen Werthe einer Schraubenrevolution (24″86) reducirt:

$$\mathbf{3''915 \pm 0''045}$$

Dieser Werth stimmt nahe mit dem oben aus den Resultaten früherer Messungen gezogenen Mittel überein.

Als Hauptresultat meiner Messungen möchte ich also bezeichnen, dass die Anwendung des Prisma's keine wahrnehmbare Abplattung der Uranusscheibe ergeben hat. Persönliche Verhältnisse haben mich leider verhindert den Messungen eine solche Ausdehnung zu geben, als ich gewünscht hätte. Ich werde sie desshalb im nächsten Jahre fortsetzen und hoffe dann in Verbindung mit bereits begonnenen Beobachtungen an andern Planetenscheiben einen besseren Einblick in die systematischen Messungsfehler zu gewinnen, was namentlich bei der Ableitung der Grösse des Durchmessers von Wichtigkeit sein dürfte. Inzwischen darf ich vielleicht hoffen, dass die hier vorgeschlagene Messungsmethode, die gewiss die hauptsächlichsten Fehler, durch welche eine Abplattung scheinbar hervorgehen kann, eliminirt, auch von anderer Seite acceptirt und bei der Messung von Planetendurchmessern und Doppelsternen Anwendung finden möchte.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Klasse der Bayerischen Akademie der Wissenschaften München

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: 1884

Autor(en)/Author(s): Seeliger Hugo Johann

Artikel/Article: Die Gestalt des Planeten Uranus 267-279