

XIX. Ueber die Versuche des Hrn. Fizeau, beobachtet unter dem Gesichtspunkt der Fortbewegung des Sonnensystems; von Hrn. Faye.

(Compt. rend. T. XLIX, p. 870.)

Die neueren Untersuchungen des Hrn. Fizeau ¹⁾ berühren eine der interessantesten Fragen über das Weltgebäude zu nahe, als daß ich mich nicht verpflichtet fühlen sollte, sie mit Sorgfalt zu studiren. Ich wage zu hoffen, daß die Resultate dieser Prüfung die Aufmerksamkeit der Akademie und auch die des Verfassers verdienen werden.

Man ist zu folgenden Schlüssen berechtigt. Wenn die Versuche des Hrn. Fizeau wirklich die Genauigkeit besitzen, welche sie zu haben scheinen, so ist die Bewegung gegen das Sternbild des Hercules, welche die Astronomen dem Sonnensystem beilegen, nicht vorhanden. Wenn dagegen die astronomischen Bestimmungen dieser Bewegung gegründet sind, so muß man annehmen, daß die Versuche des gelehrten Physikers mit einem systematischen Fehler behaftet seyen oder seine Theorie irgend einen wichtigen Mangel einschliesse.

Folgendes ist der Gang, den ich eingeschlagen habe. Ich berechnete die Geschwindigkeit der Erde, gerichtet für einen bestimmten Augenblick nach der Linie Ost - West, mittelst der Formel:

$v \cos d \cos (\vartheta - 90^\circ - a) + V \cos D \cos (\vartheta - 90^\circ - A)$
welche zurückkommt auf

$$v \cos d \sin (\vartheta - a) + V \cos D \sin (\vartheta - A)$$

und in welcher bezeichnet: ϑ die Sternzeit der Beobachtung, v und V die Geschwindigkeiten der Erde in Folge ihres jährlichen Umlaufs und der Fortbewegung des Sonnensystems, endlich a und d , A und D Rectascension und Declination der Punkte, gegen welche diese Bewegungen in dem Augenblicke ϑ gerichtet sind. Von diesem Aus-

1) Die im vorhergehenden Aufsatz.

druck müßte man 300 Meter abziehen, wenn man die Geschwindigkeit der täglichen Rotation zu Paris in Rechnung ziehen wollte.

Die Werthe von φ , θ , a und d ergeben sich leicht aus der *Connaissance des Temps*. Was V , A und D betrifft, so nehme ich die von HH. Otto Struve und Peters gegebenen Werthe, nämlich für 1859:

$$A = 259^{\circ} 45' \quad D = +34^{\circ} 33' \quad V = 7894^{\text{mm}} \text{ pro Sek.}$$

Die hiernach berechnete Geschwindigkeit ist diejenige, mit welcher der Apparat des Beobachters in Richtung von West nach Ost vermöge wirklicher in der Astronomie bekannter Bewegungen begabt ist; und diese muß sich mit der Geschwindigkeit des Lichtes combiniren ¹⁾.

Zuvörderst mußte man durch die Versuche selbst die mittlere Ablenkung bestimmen, welche einer gegebenen Geschwindigkeit entspricht. Durch die Messungen gegen Mittag am 4. Juni, am 11., 12., 13. Juli und am 24. October ²⁾ fand ich sonach im Mittel 54',6 für 25500 Meter. Mit dieser Angabe jede Beobachtung wiederum berechnend, um die

1) Ich darf hier nicht voraussetzen lassen, daß der Verfasser dieser Versuche die Geschwindigkeit der Fortbewegung des Sonnensystems habe vernachlässigen wollen. Im Gegentheil war die Verification dieses Phänomens eine seiner vorzüglichsten Beschäftigungen vorher, wie es mehrere unserer Collegen wissen, welche die Entwürfe und Arbeiten des Verfassers kannten. Wenn er dennoch in den *Comptes rendus* nicht davon spricht, so rührt es daher, daß, seiner Ansicht nach, die Apparate noch nicht die nöthige Vollkommenheit besaßen, um Größen dieser Ordnung zur Evidenz zu bringen, deren Einfluß übrigens Mittags zur Zeit der Sonnenwenden fast Null ist. Allein selbst zur Zeit der Sonnenwenden äußert sich dieser Einfluß von Stunde zu Stunde in Folge der täglichen Bewegung und dieß veranlaßte mich, wie man sehen wird, die um 4^h Abends angestellten Beobachtungen zu untersuchen.

2) Die Gründe zu dieser Wahl sind einfach. Indem ich die weitest ständigen Beobachtungen nahm, wollte ich mich überzeugen, ob die Angaben der Apparate sich mit der Zeit veränderten oder nicht. Ich nahm daher die äußersten Tage, welche zugleich den zahlreichsten Messungen entsprachen. Was die Beobachtungen um 4 Uhr betrifft, so begnügte ich mich mit denen, welche der Verfasser als mit besonderen Vorsichtsmaafsregeln angestellt bezeichnete. Siehe die Anmerkung S. 173.

Uebereinstimmung des Mittelwerths mit den einzelnen Bestimmungen zu beurtheilen, bildete ich folgende Tafel.

Zeit	Geschwindigkeit Meter	Ablenkung		Unterschied
		berechnet	beobachtet	
4 Juni 0 ^h	30200	65'	60'	+ 5'
11 Juli 0 30'	25500	55	59	— 4
12 „ 1	23900	51	59	— 8
13 „ 0 30'	25300	54	50	+ 4
23 Oct. 2	22600	48	45	+ 3

Allein die Beobachtungen um 4 Uhr sind weit entfernt, mit denen um Mittag zu stimmen. Diefs erhellt aus der Berechnung derjenigen vom 11., 12. und 13. Juli, welche mit besonderer Sorgfalt angestellt wurden.

Zeit	Geschwindigkeit Meter	Ablenkung		Unterschied
		berechnet	beobachtet	
11 Juli 4 ^h	7600	16'	28'	— 12'
12 „ 4 ^h	7500	16	27	— 11
13 „ 4 ^h	7500	16	31	— 15

Offenbar herrscht hier irgend ein regelmässiger Einfluss, dessen Erklärung man aufsuchen muss. Die ausgeführten Rechnungen weisen es selber nach. Es ist das zweite Glied der Formel, welches die Geschwindigkeiten um 4 Uhr wenigstens um ein Drittel verringert; durch das erste Glied allein würden sie nur auf die Hälfte ihres Werthes zur Mittagszeit reducirt werden. Vernachlässigt man nämlich die Fortbewegung des Sonnensystems, die hier durch $V \cos D \sin(\vartheta - A)$ vorgestellt ist, so verschwindet die so auffallende Mifsstimmung, welche wir eben fanden, vollständig und die Beobachtungen zur Mittagszeit zeigen sogar eine grössere Uebereinstimmung. Verfährt man wie oben, so findet man, in diesem zweiten System, dafs die aus der ersten Gruppe abgeleitete mittlere Ablenkung von 54',6 einer Geschwindigkeit von 28200 Meter pro Sekunde entspricht; darauf die einzelnen Beobachtungen wieder berechnend, erhält man folgende Tafel:

		Geschwindigkeit	Berechnung	Beobachtung	Unterschied
		Meter			
Um Mittag	4 Juni	29400	57'	60'	— 3'
	11 Juli	29400	57	59	— 2
	12 „	28500	55	59	— 4
	13 „	29400	57	50	+ 7
	24 Oct.	24500	48	45	+ 3
Um 4 Uhr	11 Juli	14100	27	28	— 1
	12 „	14100	27	27	0
	13 „	14000	27	31	— 4

Der Einklang ist vollständig; er giebt uns eine hohe Idee von der Genauigkeit, deren die Messungen des geschickten Physikers fähig sind ¹⁾, und von der Wichtigkeit der Folgerung, die man daraus ableiten kann; allein es geht auch daraus hervor, wie ich schon zu Anfange sagte, daß die Bewegung der Erde schon allein eine Ablenkung bewirkt, und daß der Einfluß der allgemeinen Bewegung des Sonnensystems vollständig verschwindet.

Es wäre für mich unmöglich, die Apparate und die Methode des Hrn. Fizeau zu beurtheilen; das ist Sache der physikalischen Section. Ich begnüge mich hier mit dem, was die Astronomen über die andere Seite der Frage sagen können, über die Fortbewegung des Sonnensystems.

Daß das Sonnensystem gegen einen ziemlich gut bestimmten Punkt des Hercules wandere, läßt sich wohl nicht in Zweifel ziehen. Seit Herschel erst graphisch, dann durch den Calcül, aus den eigenen Bewegungen einiger Sterne eine genäherte Lage dieses Punktes abgeleitet hat, haben bedeutende Arbeiten, gegründet auf eine sehr große Anzahl aufs Gerathewohl in der ganzen Ausdehnung des

- 1) Zieht man die Beobachtung vom 16. Juni in Rechnung, welche den Einfluß eines constanten, von irgend einer instrumentellen Unvollkommenheit herrührenden und den Messungen mehrerer Tage anhaftenden Fehler scharf zu bestimmen erlaubt, so kann man sich überzeugen, daß man durch die übrigen Beobachtungen um Mittag und um vier Uhr zu denselben Resultaten gelangen würde. Von 17 Messungen dieser letzten Classe schienen mir nur 4 eine Ausnahme zu machen, und eine dieser vier, die vom 14. Juli, muß wahrscheinlich noch wegen der Aufzeichnung verworfen werden.

nördlichen Himmels genommener Sterne übereinstimmende Resultate gegeben, wie man aus folgender Tafel ersehen kann.

	<i>D</i>	<i>A</i>	
Herschel	(245° 52')	(49° 38')	durch die 36 Fundamentalsterne (berechnet)
Argelander	259 52'	32 29	durch 560 Sterne mit starker Selbstbewegung
Lundahl	257 54	28 49	durch noch 147 Sterne mehr
Otto Struve	261 22	37 36	durch 400 Doppelsterne
Peters	259 35	34 34	
Mädler	261 39	39 54	durch 2163 beliebige Sterne
Galloway } Plana }	260 11	36 54	durch 81 südliche Sterne.

Was bei dieser letzten Bestimmung am merkwürdigsten ist, ist nicht die Uebereinstimmung des südlichen Himmels mit dem nördlichen, sondern der Umstand, daß die von Hrn. Galloway angewandten Sterne (deren Berechnung von Hrn. Plana durchgesehen worden ist) von einem anderen Beobachter, Bradley, bestimmt worden sind.

Man weiß nämlich, daß der bewundernswürdige Catalog von Bradley allen diesen Berechnungen zur ersten Grundlage gedient hat ¹⁾, während die südlichen Sterne vor etwa einem Jahrhundert durch Lacaille am Cap der guten Hoffnung beobachtet wurden, wohin die Akademie diesen berühmten Astronomen gesandt hatte.

Offenbar muß die Bewegung des Sonnensystems wohl ausgesprochen seyn, um für sie immer fast dasselbe zu finden durch so viele mannichfaltige Combinationen von Sternen aller Größe, die in den verschiedensten Gegenden des Himmels und in sehr ungleichen Abständen liegen, von Sternen endlich, deren Mehrzahl von den geschicktesten Astronomen zu einem ganz anderen Zweck und an den ent-

1) Man muß die ersten Beobachtungen von Sir W. Herschel ausnehmen; diese beruhen auf etwa fünfzig durch Römer und Tobias Mayer beobachteten Sternen.

gegengesetztesten Punkten der Erde beobachtet wurde ¹⁾. Auch wird, als Hr. Otto Struve in einer von der K. Astronom. Gesellschaft zu London gekrönten Abhandlung die Gröfse dieser Bewegung bestimmte, indem er zeigte, dafs die Rectascensionen seiner vier hundert Doppelsterne übereinstimmend mit den Declinationen, unabweislich eine Correction dieser Ordnung forderten, sich Niemand über die angegebene Gröfse gewundert haben; es handelte sich nämlich um eine jährliche Verschiebung des Systems, die, gesehen aus dem Abstände von Sternen zweiter Gröfse, nicht mehr als $\frac{1}{3}$ Bogensekunde umfassen, und unsere Sonne unter die Sterne mit sehr gewöhnlicher Eigenbewegung versetzen würde.

Noch in diesem Jahre (1859) hat Hr. Airy in den *Notices of the R. Astronomical Society* eine gründliche Arbeit über denselben Gegenstand veröffentlicht, wobei er den Catalog von 1200 Sternen, die während 18 Jahre mit so vieler Sorgfalt auf der Sternwarte zu Greenwich beobachtet wurden, zum Grunde legt und einen ganz anderen Gang als seine Vorgänger einschlägt. Die Resultate dieser Arbeit sind:

$$\begin{aligned} A &= 261^{\circ} 29' \\ D &= + 24^{\circ} 44' - 143^{\circ} \times q \\ V &= 1''.912 - 2''.90 \times q \end{aligned}$$

Die Unbestimmte q (Ich lasse die auf eine kleine Unsicherheit der jährlichen Präcession bezüglichen Glieder fort) drückt den Effect der kleinen instrumentellen Fehler aus, mit denen die Bradley'schen Beobachtungen noch behaftet seyn können. Nach den Resultaten, die aus den südlichen Sternen Lacaille's abgeleitet sind, und nach der Art, wie dieser Einfluss auf die ältere Bestimmung der vorhergehenden Tafel wirken würde, läfst sich vermuthen, dafs der Werth von q sehr klein ist. So würde denn der von Hrn.

1) Die Wichtigkeit dieser Bemerkungen wird man leicht einsehen, wenn man erwägt, dafs der Himmel uns keineswegs ein absolut festes Schauspiel darbietet, und dafs jegliche Bewegung zuletzt auf einen Stern oder eine Gruppe von Sternen bezogen wird.

Otto Struve bestimmte Werth ($0'',3392$) von V , den ich benutzte, eher vergrößert als verringert werden müssen.

Trotz dieser Beweggründe bin ich weit entfernt, mich gegen die Versuche des Hrn. Fizeau aussprechen zu wollen. Die Fortbewegung des Sonnensystems hat in der Astronomie durchaus nicht denselben Grad von Evidenz und Sicherheit wie die jährliche Bewegung der Erde. Und ich begnüge mich zu sagen, daß der Widerspruch, dessen Daseyn ich nachgewiesen habe, mir scheint den ausgezeichneten Physiker veranlassen zu müssen, seine Theorie und seine Apparate specielleren Prüfungen zu unterwerfen.

XX. *Ueber einige Eigenschaften des Eises nahe bei seinem Schmelzpunkt; von Professor Forbes.*

(Mitgetheilt vom Verf. aus d. *Proceed. of the Roy. Soc. of Edinburgh.*)

Während des letzten Märzmonats (1858) machte ich über die Eigenschaften des Eises nahe bei seinem Schmelzpunkt einige Versuche mit besonderer Rücksicht auf diejenigen, welche Hr. Faraday im »*Athenaeum and Literary Gazette*« für Juni 1850 veröffentlicht hat, und auf welche später durch Dr. Tyndall und Hrn. Hurley die Aufmerksamkeit in Bezug auf die Gletscher-Erscheinungen hingelenkt worden ist.

Hrn. Faraday's Hauptthatsache, welche später mit dem Namen »Wiedergefrieren« (*Regelation*) belegt worden ist, besteht darin, daß Eisstücke, dicht an einander gelegt, in einem Medium von über 32° F. zusammenfrieren, und daß auch Flanell unter denselben Umständen anscheinend durch Gefrieren dem Eise anhaftet.

1. Diese Beobachtungen habe ich bestätigt. Allein ich habe auch gefunden, daß Metalle am Eise festfrieren, wenn sie von diesem umgeben sind oder auf andere Weise ver-