

Kapitel XIII.

Doppelsterne.

§. 203. (Sternreiche Gegenden des Himmels.) Schon dem bloßen Auge begegnen auf den ersten Blick mehrere Stellen des Himmels, die viel dichter mit Sternen besät sind, als andere. So zeigt sich der größte Theil des schönen Sternbildes Orion, die Leier, die Gegend zwischen β und ζ im Stier u. s. sehr sternreich, während wieder andere, wie das Sternbild des Luchses, des Camelopard's u. s. w. nur sehr wenige und kleine Sterne enthalten. Zu den letzten gehören auch die ganz dunklen Stellen des Himmels nahe am Scorpion, am Fuchse, mitten in dem großen Lichtnebel Orions, und endlich die sogenannten Kap'schen Wolken oder die Kohlenfäcke beim südlichen Kreuze in der andern Hemisphäre.

Auch sieht man häufig einzelne Sterngruppen oder Stellen, wo mehrere größere Sterne in einem kleinen Raume zusammen gedrängt erscheinen. Die Plejaden, am Halse des Stiers, die unter dem Namen der Glückhenne bekannt sind, enthalten auf dem Raume eines Kreises, dessen Halbmesser kaum einen Grad beträgt, einen Stern vierter, sechs fünfter, fünf sechster und zwei und dreißig siebenter Größe, nebst vielen andern noch kleineren, also 44 mit freien Augen noch erkennbare Sterne. Die bekannte Krippe im Sternbilde des Krebses (AR = $8^h 29'$, Poldist. = $69^\circ 30'$) enthält auf der Fläche eines halben Quadratgrades über

40 deutlich erkennbare Sterne, vieler anderer kleinerer nicht zu erwähnen.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß dieses Zusammendrängen der Sterne an besonderen Stellen des Himmels bloß von dem Zufalle oder von der Stellung unseres Auges kommen sollte. Wenn man die aus den Beobachtungen bekannte Anzahl der Sterne der siebenten Größe mit den 44 Sternen der Plejaden vergleicht, so zeigt die Wahrscheinlichkeitsrechnung, daß man viele Millionen gegen eins wetten kann, daß die enge Nachbarschaft der letzteren nicht zufällig ist.

§. 204. (Doppelsterne.) Dasselbe gilt aber auch von denjenigen Sternen, die man so häufig am Himmel paarweise und in sehr geringen Entfernungen von einander stehen sieht. Sie sind öfter nur durch wenige Secunden von einander getrennt und kommen so häufig vor, daß wir ihrer schon über 6000 beobachtet haben. Diese Nähe und noch mehr diese große Anzahl der Doppelsterne macht es äußerst unwahrscheinlich, daß sie diese Duplicität nur ihrer Stellung gegen unser Auge verdanken, daß sie nur optisch doppelt seyn, daß sie nämlich für uns bloß auf derselben Gesichtslinie stehen und demungeachtet doch durch sehr große Distanzen von einander getrennt seyn sollten. Wir sind also veranlaßt, diese Sterne für physisch doppelt anzunehmen, für Sternpaare, die in der That nahe an einander stehen, die zusammen gehören und die durch irgend ein gemeinschaftliches Band zu einem Ganzen, zu einem eigenen, isolirten Systeme verbunden sind. Wir werden diese Annahme bald noch mehr bestätigt finden.

§. 205. (Klassen der Doppelsterne.) Der ältere Herschel, der die Doppelsterne zuerst zu einem Gegenstande seiner besondern Aufmerksamkeit machte, und der sie gegen das Jahr 1780 zu beobachten anfang, fand bald eine so große Anzahl derselben, daß er es für nöthig fand, sie in Klassen einzutheilen. Als Eintheilungsgrund nahm er die verschiedenen Distanzen derselben an und setzte in die erste Klasse alle diejenigen, deren Distanz kleiner als 4 Secunden war; zur zweiten Klasse zählte er die, deren Distanzen zwischen 4 und 8, zur dritten, die zwischen 8 und 16 Secunden, und zur vierten endlich, die zwischen 16 bis 32 Secunden.

Von den 6000 Doppelsternen, die wir jetzt kennen, gehören nahe 1930 in die erste, 1310 in die zweite, nahe eben so viel in die dritte und 1450 in die vierte Klasse.

In den neueren Zeiten hat man diese Eintheilung wieder verlassen, vorzüglich aus dem Grunde, weil diese Distanzen, wie wir bald sehen werden, veränderlich sind und daher kein gutes Mittel zur Eintheilung geben können. Man führt sie jetzt gewöhnlich so, wie alle anderen Sterne auf, indem man von den größeren der beiden Sterne die Rectascension und Poldistanz (I. Einl. S. 22. 29) in dem Sternverzeichnis angibt, was hinreichend ist, seinen Ort am Himmel zu jeder Zeit zu finden. Diesen beiden Angaben wird dann noch die Distanz Δ der beiden Sterne in Secunden und der Positionswinkel Π beigelegt, d. h. der Winkel, welchen diese Distanz mit dem Declinationskreise (I. Einl. 13) des größern Sterns bildet.

§. 205. (Verhältniß der doppelten Sterne zu den einfachen.) Nach den Untersuchungen, die man über die Anzahl der Doppelsterne, indem man sie aus den einfachen heraus suchte, angestellt hat, findet man, daß von den Sternen der ersten bis sechsten Größe auf je 10 solcher Sterne schon ein Doppelstern kommt. Von den Sternen der sechsten bis neunten Größe aber findet man nur auf je 25 und von noch kleineren erst unter je 42 einfachen Sternen einen Doppelstern. Die Doppelsterne werden also seltener, je kleiner die Sterne selbst sind. Dieß und die oben bemerkte größere Anzahl der Doppelsterne der ersten Klasse ist sehr merkwürdig. Wenn die Doppelsterne nur optisch oder bloß scheinbar doppelt wären, so müßten die der vierten Klasse die häufigsten und die der ersten im Gegentheile die seltensten seyn. Da die Flächen der Kreise von 4, 8, 16 und 32 Secunden sich wie die Zahlen 1, 4, 16 und 64 verhalten, so müßten sich die Zahlen der Doppelsterne, wenn sie bloß optisch wären, in den vier Klassen wie 1, 3, 12 und 48 verhalten, so daß also von 64 optischen Doppelsternen nur ein einziger von der ersten, 3 von der zweiten, 12 von der dritten und 48 von der vierten Klasse seyn müßten. Wir hat

Pittrow's Himmel u. s. Wunder. II.

ten aber oben 1450 Doppelsterne der vierten Klasse gefunden, so daß, wenn diese alle optische Doppelsterne wären, der dritten Klasse 362, der zweiten 91 und der ersten nur 30 zukommen könnten. Allein nach dem Vorhergehenden gaben die Beobachtungen für die dritte Klasse nicht 362, sondern 1310, für die zweite nicht 91, sondern 1310 und für die erste Klasse nicht 30, sondern 1930. Dieser gänzliche Mangel an Uebereinstimmung, den zuerst Struve bemerkte, zeigt, daß die Doppelsterne der ersten Klasse beinahe alle wahre oder physisch doppelte Sterne seyn müssen, und daß derselbe Schluß auch noch von den meisten Sternen der zweiten und dritten Klasse gilt.

§. 206. (Verschiedenheit der Doppelsterne.) Gewöhnlich ist der eine dieser beiden Sterne viel kleiner als der andere, wie z. B. bei dem Polarstern, wo der eine der zweiten und der andere der eilften Größe ist. Oft sind aber auch beide Sterne an Größe einander sehr nahe gleich. Dabin gehören γ Widder, die beide der V. Größe sind; Castor der III. und IV.; γ Löwe der II. und IV.; γ Jungfrau der III. und III.; β großer Bär der III. und IV. u. s. f. Wenn solche Sterne, wie die erwähnten, beide schon zu den größeren gehören und überdieß einander sehr nahe stehen, so ist es offenbar noch viel wahrscheinlicher, daß sie physisch doppelt sind und in der That zu einander, zu einem gemeinschaftlichen Ganzen gehören. Dieß ist der Fall bei Castor, wo die Distanz nur 4 Sekunden, bei γ Löwe und γ Jungfrau, wo sie nur 3 Sekunden beträgt u. s. f.

§. 207. (Eigene Bewegung der Fixsterne.) Es wurde bereits (oben I. Kap. XII.) erwähnt, daß jeder Fixstern, außer den ihnen allen gemeinschaftlichen Bewegungen der Präcession, Aberration und Nutation, noch eine eigene Bewegung habe, deren Grund die Astronomen bisher nicht auffinden konnten. Diese Bewegung ist bei mehreren derselben nicht unbedeutend, wie folgende kleine Tafel zeigt, welche die Ortsveränderung der darin enthaltenen Sterne während einem Jahrhunderte enthält:

	Rectasc.	Poldistanz
♄ Ursae majoris . . .	164 Sec.	61 Sec.
♄ Ceti	181 —	92 —
40 Eridani	222 —	339 —
47 Eridani	430 —	83 —
24 Cephei	509 —	3 —
61 Cygni	503 —	339 —
♄ Cassiopeiae . . .	571 —	150 —

Dieselbe eigene Bewegung bemerkt man auch bei den Doppelsternen. Nehmen wir an, daß einer derselben sich während einem Jahrhunderte durch 300 Secunden bewege, so würde er seit dem Anfange unserer Zeitrechnung oder seit 18 Jahrhunderten schon einen Weg von $1\frac{1}{2}$ Grad am Himmel zurückgelegt haben. Dieser Weg beträgt dreimal so viel, als der Durchmesser des Mondes, und in der That kann er, wegen der sehr großen Entfernung des Sterns, viele Billionen von Meilen betragen. Und doch wurde er auf dieser so großen Bahn stets von seinem andern Stern begleitet! Beide zogen mit einander und der Stern, der zur Zeit vor Christi Geburt ein Doppelstern war, erscheint auch in unseren Tagen noch als ein solcher, wenn gleich sein Ort am Himmel um Billionen Meilen von dem Orte, den er in früheren Zeiten eingenommen hat, verschieden seyn mag. Kann man hier noch zweifeln, daß die Doppelsterne in der That zu einander gehören?

§. 208. (Vertheilung der Doppelsterne am Himmel.) Die Doppelsterne sind nicht in allen Gegenden des Himmels gleich zahlreich. Gewöhnlich sind diejenigen Gegenden, die überhaupt nur wenig einfache Sterne enthalten, auch an Doppelsternen sehr arm, z. B. die der Jagdhunde, der Drachen, der Bildhauerwerkstätte, also überhaupt in der Nähe der beiden Pole der Milchstraße. Wie man sich aber dieser Milchstraße nähert, nimmt die Zahl der einfachen sowohl, als auch der doppelten Sterne schnell zu. Aber auch außer der Milchstraße gibt es einzelne Gegenden, die an Doppelsternen sehr reich sind, wie das Sternbild des Perseus, des Widder, der Fliege, der Zwillinge und besonders des Orion.

Nicht selten sieht man auch zwei solche Doppelsterne, also vier

Sterne, deren je zwei einander sehr nahe stehen, auf einmal in dem Felde des Fernrohrs. Dieß ist z. B. der Fall bei β Leier und im Sternbilde des Schwanz (AR = 20h, Pold. = $54^{\circ} 42'$).

§. 209. (Drei- und mehrfache Sterne.) Zuweilen bemerkt man auch drei Sterne in einer großen Nähe bei einander. Ein solcher ist z. B. im Orion (AR = 4h 49', Pold. = $75^{\circ} 45'$), von denen zwei der VII. und der dritte der X. Größe ist. Andere sieht man im Luchse (AR = 6h 30', Pold. = $30^{\circ} 23'$) bei ζ Krebs, ξ Waage, γ Stier u. f. Im Stier findet sich ein Doppelstern der vierten Klasse, wo der größere Stern selbst wieder ein Doppelstern der ersten Klasse ist. Ein ähnlicher dreifacher Stern ist ψ in der Cassiopeia. In den Trippelsternen von π Einhorn, ζ Krebs, ψ Waage gehören alle drei Sterne zu den größeren.

Auch vier- und mehrfache Sterne sind nicht selten am Himmel zu finden. Ein solcher vierfacher Stern ist θ im Orion. Er steht nahe in dem dunkelsten Theile des merkwürdigen Nebels im Orion und die vier Sterne desselben bilden ein nahe regelmäßiges Viereck. Obschon dieser schöne Gegenstand seit langer Zeit von den Astronomen mit den besten Fernröhren beobachtet worden ist, so entdeckte doch Struve i. J. 1825 in der Mitte dieses Vierecks noch einen kleinen fünften Stern, der seitdem so hell geworden ist, daß ihn jetzt jeder, mit einem guten Fernrohr versehene Beobachter ohne Anstand bemerken kann. Es scheint daher, daß dieser neue Stern erst in den letzten Zeiten entstanden, und daß er jetzt im Wachsen begriffen ist. Oft sieht man auch zwei Sternpaare, nahe bei einander, zugleich im Felde des Fernrohrs, wie bei ϵ Leier, über σ Orion, in AR = 7h 48' und Pold. = $54^{\circ} 9'$ oder in AR = 16h 24' und Pold. = $70^{\circ} 33'$, u. f.

Ohne die übrigen vielfachen Sterne hier noch weiter zu verfolgen, bemerken wir nun, daß Struve den Stern σ im Orion, unmittelbar unter dem tiefften der drei Sterne, die unter dem Namen des Jacobsstabes bekannt sind, als einen sechszehnfachen Stern erkannt hat.

§. 210. (Bewegung der Doppelsterne um einander.) Wir haben bereits oben gesagt, daß die Doppelsterne, so wie überhaupt alle

Sterne des Himmels, eine eigene fortschreitende Bewegung im Raume haben, und daß sie, dieser Bewegung ungeachtet, nicht aufhören doppelt zu bleiben, daß also diese Sternpaare ihren großen Weg im Weltraume wie zwei eng verbundene Wanderer gemeinschaftlich zurücklegen. Der merkwürdigste unter diesen Zwillingsternen ist der oben erwähnte Doppelstern 61 im Schwan. Man findet ihn am Himmel zwischen den beiden größeren, aber einfachen Sternen ν und τ dieses Sternbildes beinahe in der Mitte derselben oder in der Rectascension $21^h 0'$ und Poldistanz $52^\circ 3'$. Dieser Stern hat eine sehr große eigene Bewegung, nämlich in 100 Jahren durch $503''$ in Rectascension und durch $339''$ in Declination. Sie sind alle beide nahe von der sechsten Größe und ihre Distanz beträgt nahe 15 Secunden. Aus den angeführten zwei Bewegungen dieses Doppelsterns folgt, daß er sich, während einem Jahrhundert, in der Richtung seiner Bahn durch 607 Secunden bewegt. Dieser Stern hat also seit Chr. G. über drei Grade, d. h. über sechs Monddurchmesser am Himmel zurückgelegt, ohne von seinem Begleiter auch nur einen Augenblick verlassen worden zu seyn.

Wenn aber eine so große, gemeinschaftliche Bewegung der beiden Sterne eines Doppelgestirns schon so deutlich für ihr inneres Zusammengehören spricht, so wird dafür durch eine andere Bewegung, die man an ihnen bemerkt hat, diese Vermuthung zu einer nicht weiter zu bezweifelnden Gewißheit erhoben. Man hat nämlich schon bei sehr vielen dieser Sternenpaare eine Bewegung des einen um den anderen dieser Sterne bemerkt. Der Begleiter beschreibt um seinen Centralstern, als um einen Mittelpunkt, eine kreisförmige oder elliptische Bahn, ganz eben so, wie die Planeten um die Sonne, oder die Satelliten um ihre Hauptplaneten Bahnen beschreiben.

Wenn man nämlich bei diesen Doppelsternen die Distanz A derselben, und den Positionswinkel H zu zwei oder mehr verschiedenen Zeiten beobachtet, so findet man, daß sich diese Größen regelmäßig ändern, und daß der Winkel H insbesondere schon in wenig Jahren beträchtlich zu- oder abgenommen hat, woraus folgt, daß sich der eine dieser Sterne um den andern bewegen muß.

Was zuerst die Distanz Δ der beiden Sterne betrifft, so nimmt sie bei einigen Sternen regelmäßig zu, wie z. B. bei dem merkwürdigen Stern Mira Ceti ($AR = 2h 10'$, $Pold. = 93^\circ 48'$); bei andern im Gegentheile wird sie immer kleiner, wie bei ζ Orion, γ Jungfrau, σ Krone u. f. Bei einigen endlich, wie bei Castor, ξ großer Bär u. a. scheint diese Distanz immer dieselbe zu bleiben. Bei diesen letztern scheint daher die Bahn des Begleiters nahe kreisförmig zu seyn und senkrecht auf unsere Gesichtslinie zu stehen, daher wir gleichsam den ganz geöffneten Ring dieser Bahn sehen, während bei dem ersten die elliptische Bahn sehr schief gegen die Gesichtslinie liegt und wir gleichsam nur die scharfe Kante derselben erblicken.

Wichtiger aber, oder doch auffallender sind die Veränderungen des Positionswinkels Π der Distanz Δ mit dem Deklinationskreise des Centralsterns. In dem Doppelgestirn ξ Krebs ändert sich dieser Winkel in hundert Jahren schon um 60 Grade, in η Cassiopeia um 12, in Castor sogar um 142 Grade, und zwar sehr regelmäßig, während wieder bei andern, wie in γ Jungfrau, die Veränderung dieses Winkels bald langsam, bald wieder sehr schnell vor sich geht, woraus man mit Recht auf eine sehr excentrische Bahn dieses Doppelsterns schließen kann. Es gibt sogar mehrere Doppelsterne, deren Positionswinkel sich, seit der ersten Beobachtung desselben durch Herschel, schon um volle 360 Grade verändert, bei welchen demnach der Begleiter schon einen ganzen Umlauf um seinen Centralkörper vollendet hat. Bei andern endlich ist diese Veränderung des Positionswinkels so groß und so regelmäßig, daß man schon aus den Beobachtungen einiger Jahrzehnte mit Sicherheit auf die ganze Zeit der Revolution derselben schließen kann. So fand man

für η Krone die Umlaufszeit	43 Jahre
ξ großer Bär —	61 —
γ Ophiuchus —	80 —
Castor —	253 —
σ Krone —	287 —
δ Schwan —	452 —
γ Jungfrau —	513 —

Es ist kein Zweifel, daß wir bald noch mehrere Doppelsterne kennen lernen werden, deren Umlaufszeit wir nicht angeben können, da es erst 50 Jahre ist, seitdem so die Astronomen mit ihnen besonders beschäftigt haben, so daß dieser interessante Gegenstand noch zu den neuen gezählt werden muß, deren weitere Ausbildung erst erwartet wird.

§. 211. (Bedeckungen der Fixsterne unter einander.) Wir bemerken öfter, daß der Mond vor der Sonne oder vor den Fixsternen vorübergeht und uns dadurch den Anblick dieser Gestirne auf einige Zeit raubt. Diese Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen (I. 175) beobachten die Astronomen mit besonderem Fleiße, weil sie die besten Mittel zur Bestimmung der geographischen Längen der Beobachtungsorte auf der Oberfläche der Erde darbieten. Auch sieht man zuweilen diese Sterne durch die Planeten, oder selbst, obwohl selten genug, einen Planeten durch den andern bedecken; aber daß auch die Fixsterne sich unter einander bedecken sollten, dieß würde man noch vor wenig Jahren für unmöglich gehalten haben.

Wenn aber die Ebene der Bahn des Doppelsterns so schief gegen unsere Gesichtslinie liegt, daß uns dieselbe nur mehr nahe wie eine gerade Linie erscheint, und solcher Bahnen gibt es, wie wir oben gesehen haben, mehrere, so wird uns eine solche Erscheinung nicht mehr wunderbar vorkommen können. In diesem Fall scheint nämlich der Begleiter um seinen Centralstern eine gerade, durch diesen Stern gehende Linie zu beschreiben, und wenn er demselben auf diesem Wege nahe genug kommt, so wird er ihn entweder bedecken oder von ihm bedeckt werden, je nachdem er, in Beziehung auf uns, vor oder hinter seinem Centralkörper vorübergeht. Dieß ist z. B. der Fall mit dem Doppelstern τ im Schlangenträger ($AR = 17^h 53'$, $Pold. = 98^\circ 10'$). Der ältere Herschel sah ihn i. J. 1781 noch als einen, obschon bereits sehr nahen Doppelstern. Sein Sohn und Struve sahen ihn i. J. 1828 nur mehr einfach, aber doch noch in einer länglichen Gestalt. Jetzt aber erscheint er, selbst durch die besten Fernröhre, als ein vollkommen einfacher, runder Stern. Nach einigen Jahren werden wir ihn ohne Zweifel wieder doppelt sehen.

Der Doppelstern ζ Orion im Gegentheile wurde von dem älteren Herschel vor 50 Jahren als ein bestimmt einfacher Stern bemerkt, während er jetzt zu den Doppelsternen gehört, dessen Distanz wohl noch sehr klein ist, aber doch deutlich mit der Zeit wächst. Dasselbe ist der Fall mit ζ Hercules und δ Schwan, die früher ebenfalls einfach waren und jetzt doppelt gesehen werden. Auch die Bahn von γ Jungfrau liegt sehr schief gegen uns und die Distanz dieses Doppelsterns wurde in den letzten Zeiten so klein (sie war i. J. 1830 nur mehr $1,5''$), daß man schon einer Bedeckung desselben entgegen sah, allein seitdem wächst diese Distanz wieder, und die Ebene der Bahn geht daher nicht genau durch unsere Sonne, daher der Begleiter über dem Centralstern vorbeiging.

§. 212. (Erste Meinung von den Doppelsternen.) Als Herschel i. J. 1780 sich mit diesen Gestirnen zu beschäftigen anfang, hatte er die Ansicht, daß sie alle, oder doch meistens nur optisch doppelt wären, daß sie also, wenn gleich vielleicht in sehr großen Entfernungen hinter einander, doch für uns nahe auf derselben Gesichtslinie stehen. Er sah bald, daß sie, wenn anders diese Meinung gegründet ist, ein sehr gutes Mittel zur Bestimmung der Parallaxe des näheren Sterns geben würde und dieß war auch der Zweck, welchen er durch die Beobachtung dieser Gestirne zu erreichen suchte. Wenn wir nämlich einen solchen Doppelstern von den entgegengesetzten Punkten der jährlichen Bahn der Erde um die Sonne, also zu zwei um ein halbes Jahr von einander entfernten Zeiten, beobachten, so wird der nächste von beiden seinen Ort gegen den weitem unbeweglichen, zu ändern scheinen, und aus diesen Aenderungen wird sich die Entfernung desselben von der Erde um so sicherer ableiten lassen, als die Vergleichung der Distanz der beiden Sterne sich hier mit der größten Schärfe anstellen läßt. Allein, wie es öfter zu gehen pflegt, er fand nicht, was er suchte, die Parallaxe der Fixsterne, aber er fand dafür etwas anderes, was nicht minder interessant war, die Bewegung des einen derselben um den anderen, und diese Entdeckung mit allen ihren Folgen mußte ihn wohl nicht weniger überraschen, als ihn die Erfüllung seines ersten Wunsches erfreut haben würde.

Den Lesern ist die Methode, die Entfernung der Gestirne aus

ihrer Parallaxe zu finden, schon aus I. Kap. V. bekannt. Da es sich aber hier um die sehr großen Entfernungen handelt, um welche die Fixsterne von uns abstecken, so wird es nicht unzweckmäßig seyn, den Zusammenhang zwischen der Parallaxe und der Entfernung eines Fixsterns unter verschiedenen Voraussetzungen der ersten durch eine kleine Tafel gleichsam mit einem Blicke übersehen zu lassen.

Nehmen wir also an, daß der Durchmesser der Erdbahn, der zu den beiden, ein halbes Jahr von einander entfernten Beobachtungen gehört, so gewählt worden ist, daß er auf der Gesichtslinie von dem Stern nach der Sonne senkrecht steht, und nennen wir α den Winkel, unter welchem ein Auge in dem ~~Sonne~~ ^{Fluss} diesen Halbmesser der Erdbahn, der 20638000 d. Meilen beträgt, sehen wird, so wie R die daraus folgende Entfernung des Sterns von der Sonne und endlich, um die hier für R enthaltenen großen Zahlen leichter zu übersehen, T die Zeit, in welcher das Licht diese Entfernung R zurücklegt, vorausgesetzt, daß das Licht in einer Secunde 41900, also in einem Tage 3620 Millionen und in einem gemeinen Jahre 1322263 Millionen Meilen durchläuft.

α	R	T
Min.		
5	13700 Mill. Meilen	$3\frac{8}{10}$ Tage
4	17200 —	$4\frac{7}{10}$ —
3	22900 —	6 —
2	34400 —	9 —
1	68700 —	18 —
Sec.		
30	137000 Mill. Meilen	..
20	206000 —	..
10	412000 —	$3\frac{7}{10}$ Monate
5	825000 —	$7\frac{6}{10}$ —
Sec.		
4	1 Billion Meilen	$8\frac{8}{10}$ Jahre
3	$1\frac{1}{2}$ —	$1\frac{1}{10}$ —
2	2 —	$1\frac{1}{2}$ —
1	4 —	3 —
$\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{4}$ —	6 —
$\frac{1}{10}$	41 —	31 —
$\frac{1}{100}$	412 —	310 —

Diese Tafel zeigt also, wie schnell die Distanz eines Sterns von uns zunimmt, wenn der Winkel α oder die jährliche Parallaxe desselben kleiner wird. Ist dieser Winkel gleich einer Secunde, d. h. erscheint der Halbmesser der Erdbahn, von dem Stern gesehen, nur mehr unter dem Winkel von einer Secunde, so beträgt die Distanz des Sterns von der Sonne, oder was hier dasselbe ist, von der Erde, vier Billionen Meilen oder eine Sternweite, wie wir sie oben genannt haben, und diese Distanz ist so groß, daß selbst das Licht, seiner ungeheuern Geschwindigkeit ungeachtet, sie erst in vollen drei Jahren zurücklegen kann. Wäre aber die Parallaxe eines Fixsterns nur der hundertste Theil einer Secunde, so würde die Distanz desselben 412, genauer $412\frac{1}{2}$ Billion Meilen betragen, wozu das Licht die Zeit von 310 Jahren gebrauchen würde. So kleine Winkel können wir aber selbst mit unseren feinsten Instrumenten nicht mehr messen, daher es uns unmöglich ist, über die Distanz der Fixsterne, deren Parallaxe, wie es scheint, durchaus beträchtlich kleiner, als eine Secunde ist, etwas Verlässliches zu bestimmen.

Man kann es übrigens nur mit Bedauern sehen, daß die Bemühungen der Astronomen, die Distanz der Fixsterne, wenigstens einiger derselben, zu finden, bisher alle vergebens gewesen sind, und daß auch die Hoffnung, welche die Doppelsterne für diesen Zweck gewährten, wieder vereitelt worden ist, wenn wir anders nicht einmal zufällig einen solchen bloß optischen Doppelstern auffinden sollten, der sich zu jener Absicht besonders eignet. Indessen könnten selbst die physischen Doppelsterne uns einmal ein Mittel darbieten, diese so lange vergebens gewünschte Distanz der Fixsterne zu erhalten. Wir verdanken dieses Mittel dem geschickten Geometer Savary, der sich auch zuerst mit der schwierigen Bahnberechnung der Doppelsterne beschäftigt hat und es wird, wie ich hoffe, den Lesern nicht unangenehm seyn, seine sinnreiche Idee hier kurz entwickelt zu finden.

§. 213. (Entfernung der Doppelsterne von der Erde.) Wenn die Ebene der Bahn, die wir hier der Kürze wegen als kreisförmig annehmen, auf der Gesichtslinie senkrecht steht, welche den Centralkörper S (Fig. 20) mit der Erde T verbindet, so werden alle

Punkte der Peripherie Am Pn dieses Kreises gleichweit von der Erde T entfernt seyn. Liegt aber, wie wir hier voraussetzen wollen, die Ebene dieser Bahn so schief gegen die Gesichtslinie, daß sie mit derselben beinahe zusammenfällt, oder daß die Erde gleichsam nur die Kante dieser Bahnen sieht, so werden diejenigen Punkte der Peripherie mBn, die hinter dem Centralstern liegen, durchaus eine größere Entfernung von der Erde haben, als die Punkte der vordern Hälfte mAn dieser Bahn, und der Sternsattelit wird, von der Erde gesehen, nicht in dieser krummen Bahn, sondern in der geraden Linie mSn oder in demjenigen Durchmesser des Kreises auf und ab zu gehen scheinen, welcher jene beiden Hälften mAn und nBn des Kreises von einander trennt. Eben so wird aber auch die Gesichtslinie TS die kreisförmige Bahn des Satelliten in einen Durchmesser ASB schneiden. Nehmen wir an, der Satellit bewege sich von A nach m, B, n, so wird dieser Durchmesser ASB den Kreis in zwei Hälften theilen, in deren einer Am B der Satellit sich in der That von der Erde entfernt, während er sich in der andern Hälfte BmA der Erde wieder nähert. Wir wollen, der Kürze wegen, jene die erste und diese die zweite Hälfte nennen.

Ob schon nun in einem Kreise die Bewegung nicht anders, als gleichförmig seyn kann, und daher der Satellit in der Peripherie Am Bn seiner Bahn immer mit derselben Geschwindigkeit fortgeht, so wird er uns doch die Linie mSn hin und zurück mit einer veränderlichen Geschwindigkeit zurück zu legen scheinen. Wenn er für uns in der Nähe der Mitte S dieser Linie erscheint, wenn er also in der That in dem Punkte A oder B seiner Bahn ist, so wird die Richtung seiner Geschwindigkeit senkrecht auf die Gesichtslinie TS stehen, und daher diese Geschwindigkeit selbst am größten erscheinen. Wenn er aber in der Nähe der beiden Endpunkte m und n dieser Linie ankömmt, so ist die Richtung seiner Bewegung nahe dieselbe mit der Richtung der Gesichtslinie TS, daher uns hier seine Geschwindigkeit am kleinsten erscheinen wird. Allein diese Verschiedenheit der bloß scheinbaren Geschwindigkeiten wird ihn nicht hindern, die Hälfte dieser Linie Sm hin und zurück doch in derselben Zeit zu durchlaufen, mit welcher er die andere

Hälfte Sn zurück zu legen scheinen wird. Diese Unterschiede der Geschwindigkeiten werden also auf die Zeiten, in welchen der Satellit die beiden Hälften $Am B$ und $Bn A$ seiner Bahn zurück legt, keinen Einfluß haben.

Allein wenn dieser Halbmesser der Bahn so groß seyn sollte, daß selbst das Licht noch mehrere Tage und vielleicht Monate brauchte um ihn zu durchlaufen, dann würden die beiden beobachteten Zeiten der halben Revolutionen durch die erste Hälfte AmB der Bahn und durch die zweite BnA derselben uns nicht mehr gleich, sondern die erste würde uns größer, als die zweite erscheinen.

Um dieß besser zu übersehen, wollen wir annehmen, der Sternsatellit brauche genau 1000 Tage, seine ganze Umlaufszeit um den Centralstern S zu vollenden und der Halbmesser SA oder SB seiner Bahn betrage 36200 Millionen Meilen, die das Licht in 10 Tagen zurücklegt. Wenn wir ihn heute in dem Punkte A seiner Bahn, also bei dem Centralstern S sehen, so wird er von heute in 250 Tagen den vierten Theil seines Umkreises zurückgelegt haben und daher in dem Punkte m seyn. Allein dieser zweite Punkt m ist nahe um den Halbmesser der Bahn von der Erde T weiter entfernt, als der erste Punkt A , und da das Licht 10 Tage braucht, diesen Halbmesser zu durchlaufen, so würden wir ihn nicht nach 250 Tagen, sondern um 10 Tage später, also erst in 260 Tagen nach jener Epoche in dem Punkte m ankommen sehen, weil nämlich das von ihm in dem Augenblicke, wo er in m ankömmt, ausgesendete Licht erst in 10 Tagen nach der Ankunft des Sterns in m bei der Erde in T ankommen kann, weil wir die Botschaft dieser Ankunft des Sterns in m erst in 10 Tagen nach derselben durch das Licht erhalten können. Dasselbe wird auch von dem Punkte B gelten, von welchem das Licht bis zu uns zu kommen, 10 Tage mehr, als von m , also auch 20 Tage mehr als von A brauchen wird. Die Folge davon ist, daß der Satellit die erste Hälfte seiner Bahn $Am B$, oder daß er die gerade Linie Sm hin und zurück, nicht in 500 Tagen, wie er in der That thut, sondern für uns erst in 520 Tagen zurück zu legen scheinen wird.

Der umgekehrte Fall wird in der zweiten Hälfte $Bn A$ sei-

ner Bahn eintreten. Wenn wir nämlich den Satelliten am 520sten Tage nach der ersten Beobachtung in dem entferntesten Punkte B seiner Bahn, oder wieder bei seinem Centralstern S erblicken, so wird er nach weiteren 250 Tagen zwar in der That genau den vierten Theil seiner Bahn zurückgelegt haben, aber für uns wird er in derselben Zeit einen größeren Bogen zu durchlaufen scheinen, weil nämlich das Licht, so wie der Satellit von B nach n vorrückt, immer einen kürzeren Weg, bis zu uns zu gelangen, haben, also auch immer eine kürzere Zeit dazu verwenden wird. Er wird uns daher wieder in 10 Tagen früher in n und 20 Tage früher in A erscheinen, als dieß geschehen würde, wenn entweder der Durchmesser der Bahn viel kleiner, oder wenn die Geschwindigkeit des Lichtes noch vielmal größer wäre, als sie in der That ist.

Wir werden also den Satelliten die erste Hälfte seiner Bahn in 520 und die zweite in 480 Tagen durchlaufen sehen. Die Summe beider Zahlen beträgt tausend ~~Jahre~~^{Jahre}, oder die wahre Umlaufszeit des Satelliten, wie dieß seyn muß, weil diese von der Langsamkeit des Lichtes verursachten Ungleichheiten zu beiden Seiten der Gesichtslinie TB sich wieder aufheben. Jene beobachteten Hälften der Umlaufzeiten sind daher um 20 Tage, d. h. um eben so viel Tage verschieden, als das Licht braucht, um den Durchmesser AB der Bahn zu durchlaufen. Da aber das Licht, wie bekannt, in jedem Tage 3620 Millionen Meilen durchläuft, so beträgt die wahre Größe des Durchmessers dieser Bahn 72400 Mill. Meilen.

Wenn man aber einmal zu der Kenntniß der absoluten Größe des Halbmessers Sm der Bahn eines Doppelsterns gekommen ist, so ist es sehr leicht, auch die Distanz ST des Centralsterns S von der Erde T zu finden. Zu diesem Zwecke braucht man nur, wenn anders der Durchmesser mn, in welchem der Satellit einher zu gehen scheint, senkrecht auf die Gesichtslinie TS steht, den Winkel STm zu messen, welchen die Distanz Sm des Satelliten in seiner größten Entfernung von dem Centralkörper in dem Auge des Beobachters macht, und dann den bereits gefundenen Halbmesser Sm durch den Sinus dieses Winkels zu dividiren, um sofort auch die ge-

suchte Distanz ST des Centralsterns zu erhalten. Ist dieser Winkel STm in unserem Beispiele gleich 10 Secunden, so erhält man sofort $TS = 74668000$ Millionen oder 747 Billionen Meilen, eine Distanz, welche das Licht erst in 566 Jahren zurücklegen würde.

In den meisten Fällen wird zwar die Bahn des Satelliten kein Kreis, sondern eine Ellipse seyn, und die zweite Ase dieser Ellipse wird nur selten nahe senkrecht auf die Gesichtslinie stehen. In solchen Fällen wird es nöthig seyn, die Lage dieser großen Ase gegen die Gesichtslinie auf dieselbe Art zu bestimmen, wie man bei den Planetenbahnen die Lage ihrer Axen bestimmt. Gesezt, man hätte den Winkel der großen Ase mit der Gesichtslinie gleich $44^\circ 26'$ gefunden, so wird man nur die vorhin gefundene Entfernung, von 747 Billionen Meilen durch den Sinus dieses Winkels multipliciren, um die wahre Distanz ST des Centralkörpers von der Erde zu finden, die hier 523 Billionen Meilen beträgt.

§. 214. (Bahnbestimmung der Doppelsterne.) Zur vollständigen Kenntniß eines Sterns, dessen Bewegung um einen anderen man bereits erkannt hat, ist es nothwendig, die Elemente seiner Bahn (vergl. I. §. 142) aus den Beobachtungen zu bestimmen, ein Geschäft, das schon bei den Planeten und Kometen nicht leicht, hier aber mit so vielen Schwierigkeiten verbunden ist, daß man, ohne den Gebrauch mathematischer Formeln, keine Anzeige davon geben kann. Um nämlich den Ort des Sternsatelliten am Himmel für jeden vorübergegangenen oder künftigen Augenblick zu bestimmen, muß man die sechs unterscheidenden Kennzeichen seiner Bahn, die wir die Elemente desselben nennen, aus den Beobachtungen abzuleiten wissen. Diese sind I. die große Ase seiner Ellipse, d. h. hier die Anzahl Secunden, unter welchen uns diese Ase erscheinen würde, wenn sie senkrecht auf der Gesichtslinie stünde. II. Die Excentricität dieser Ellipse (I. §. 136); III. die Neigung der Ebene der Bahn und IV. die Länge der Knotenlinie (I. 117) derselben in der Ecliptik, V. die Lage des Periheliums oder der Winkel, welchen die große Ase der Bahn mit jener Knotenlinie bildet, und VI. die Epoche, oder die Zeit, wann der Sternsatellit durch die große Ase seiner Bahn geht.

Eigentlich gibt es aber noch zwei andere Elemente, die bei

der Bestimmung der Planetenbahnen als außerwesentlich wegfallen und hier im Gegentheile die interessantesten, obschon auch zugleich diejenigen sind, deren Bestimmung den meisten Schwierigkeiten unterworfen ist. Diese Elemente sind: die Masse des Centralkörpers in Beziehung auf die Masse unserer Sonne und die Entfernung dieses Centralkörpers von uns. Wir haben im Vorhergehenden eine Methode angezeigt, diese Entfernung zu finden, wenn uns die dazu nöthigen Mittel durch die Beobachtungen gegeben werden, was aber wahrscheinlich noch lange nicht geschehen wird.

Der erste, der dieses mit vielen Schwierigkeiten verbundene Geschäft einer Bahnbestimmung der Doppelsterne ausgeführt hat, ist der schon oben erwähnte Savary, der seine schöne Methode in der *Connoiss. des temps* für d. J. 1830 mitgetheilt und dieselbe auch sogleich auf den merkwürdigen Doppelstern ξ Ursae majoris mit viel Glück angewendet hat. Einen ähnlichen Versuch hat nach ihm Encke in seinem astron. Jahrbuche f. d. J. 1832 bekannt gemacht und seine sehr eleganten Ausdrücke auf den Doppelstern 70 p Ophiuchi angewendet. Beide haben ihre Rechnungen nur eben so vielen Distanzen Δ und Positionswinkel Π aus den Beobachtungen zu Grunde gelegt, als zu ihrem Zwecke unmittelbar nöthig sind. Der jüngere Herschel hat dafür in dem 5ten Bande der *Mem. of the Astron. Society* ein anderes, sinnreiches Verfahren gegeben, die Bahnen dieser Gestirne zu bestimmen, in welchen er die beobachteten Distanzen Δ als zu unverläßig völlig ausschließt und dafür alle Positionswinkel, welche man bisher beobachtet hat, seiner Rechnung oder vielmehr seiner graphischen, durch Rechnung unterstützten Methode zu Grunde legt. Sie scheint für den gegenwärtigen Zustand unserer Kenntnisse dieser Himmelskörper die sicherste und anwendbarste zu seyn.

§. 215. (Elemente der vorzüglichsten Doppelsterne.) Die folgende Tafel enthält die merkwürdigsten Elemente derjenigen Doppelsterne, deren Bahnen uns bisher bekannt geworden sind. Die Folgezeit wird uns ohne Zweifel bald über mehrere dieser Bahnen belehren. Indes können wir auch schon die Früchte der bisherigen Arbeiten der Astronomen als im höchsten Grade interessant ansehen,

besonders wenn wir bedenken, daß sie diesem Gegenstande ihre Aufmerksamkeit erst seit 50, und ihren fortgesetzten Fleiß erst seit kaum 20 Jahren zugewendet haben.

	Umlaufszeit in Jahren.	Halbe große Axe in Sec.	Eccentricität in Theilen der Halbaxe.	Neigung ge- gen die Pro- jectionsebene in Graden.
γ Jungfrau	513, ₃	11, ^{''} ₈	0, ₈₈₇	68°
α Zwillinge oder Castor.	252, ₇	8, ₁	0, ₇₅₃	70
σ Krone.	286, ₆	3, ₇	0, ₆₁₁	41
ξ gr. Bär	60, ₇	3, ₃	0, ₅₇₆	56
70p Schlan- genträger	80, ₃	4, ₄	0, ₄₆₇	48
61 Schwan	452, ₀	15, ₄	—	—
ζ Krebs	55, ₀	—	—	—
η Krone	43, ₀	—	—	—

§. 216. (Bemerkungen über einzelne Doppelsterne dieser Tafel.) Die in dieser Tabelle zusammengestellten Doppelsterne sind diejenigen, die wir unter den 6000 bisher beobachteten am besten kennen. Es wird daher nicht unangemessen seyn, ihnen noch einige Bemerkungen beizufügen.

Der erste dieser Sterne, oder γ Jungfrau, besteht aus zwei gleich großen Sternen, deren jeder nahe der dritten Größe ist. Schon Bradley, der berühmte Astronom der k. Sternwarte zu Greenwich bei London, hat ihn im Jahr 1718 und später auch L. Mayer in Göttingen i. J. 1756 beobachtet. Zu der letzten Zeit betrug seine Distanz 7 Secunden, so daß man mit jedem guten Fernrohre seine Duplicität leicht erkennen konnte. Aber diese Distanz hat seitdem immer abgenommen, und jetzt ist sie so klein, kaum eine Secunde, daß man selbst mit sehr guten Fernröhren ihn nur mehr einfach, obgleich etwas länglich sieht. Im Jahre 1834 ging der Satellit durch sein Perihelium oder durch den seiner Centralsonne nächsten Punkt seiner Bahn. Merkwürdig ist die große Geschwindigkeit dieses Satelliten zur Zeit seines Periheliums, da er in fünf Tagen schon einen Grad, also in einem Jahre 65 Grade um seinen Centralkörper zurücklegt. Wenn er eine

Billion Meilen von demselben entfernt ist, so geht er in einem Tage 3490 Millionen Meilen, während unsere Erde in jeder Secunde 4 Meilen, also in einem Tage 345600 Meilen zurücklegt, demnach gegen 10000 mal langsamer geht.

Castor, oder der westlichere der beiden Sterne, die unter dem Namen der Zwillinge bekannt sind, ist ein Doppelstern, dessen Distanz jetzt nahe fünf Secunden beträgt. Beide Sterne sind nahe gleich groß. Dieses Sternenpaar ist es, das den ältern Herschel, der dasselbe vorzüglich eifrig beobachtete, zuerst auf die Idee brachte, daß diese Gestirne zusammen gehören und abgesonderte Sonnensysteme bilden. Wir besitzen noch ältere Beobachtungen desselben, die Bradley i. J. 1720 und Maskelyne i. J. 1760 angestellt hat. Der jüngere Herschel hat die Bahn dieses Doppelsterns bestimmt und uns auch eine Ephemeride für die nächstfolgenden Jahre berechnet. Das erste Beispiel dieser Art, nach welchem man hat

Jahr	Positionswinkel	Distanz
	Π	Δ
1836	$254^{\circ},4$	$4'',6$
1845	$244^{\circ},1$	$3'',8$
1850	$234^{\circ},4$	$2'',9$
1855	$195^{\circ},5$	$0'',9$

Daraus folgt, daß wir gegen das Jahr 1860 wahrscheinlich die Bedeckung dieser beiden Sterne sehen werden, die wir bei γ Jungfrau eben jetzt beobachten. Im Jahre 1856 wird der Satellit Castors durch sein Perihelium gehen.

Man bemerke noch die sehr große Excentricität dieser beiden ersten Bahnen. In unserem Planetensystem hat die Junobahn die größte Excentricität, die aber doch nur den vierten Theil der halben großen Ape beträgt, während sie bei diesen Sternenbahnen 8 und 9 Zehnthelle der Halbare ausmacht.

Der Doppelstern σ nördl. Krone ist der V. und VII. Größe; die Distanz Δ beträgt nur eine Secunde, daher er schwer zu messen ist. Die Excentricität seiner Bahn ist etwas über die Hälfte seiner großen Halbare. Im Jahre 1836 wird der Satellit durch sein Perihelium gehen.

Littrow's Himmel u. s. Wunder. II.

22

Der Doppelstern ϵ großer Bär ist in der untersten Spitze des hinteren rechten Fußes dieses Sternbildes, und er besteht aus zwei Sternen der V. und VI. Größe, die drei Secunden von einander abstehen. Die Winkelbewegung des Satelliten ist ungemein schnell. Seit dem Jahre 1785 bis auf unsere Tage hat er schon über 300 Grade um seinen Centralstern zurück gelegt, so daß man seine Umlaufszeit schon sehr nahe kennt, wodurch die Berechnung seiner übrigen Elemente sehr erleichtert wird. Im Jahre 1817 ging der Satellit durch sein Perihelium. Die sehr kurze Umlaufszeit dieses Sternsatelliten ist merkwürdig, da sie 23 Jahre kürzer ist, als die des Planeten Uranus, welcher 84 Jahre beträgt.

Der Doppelstern 70 p Schlangenträger besteht aus zwei Sternen der VII. und VIII. Größe, deren Distanz 4 Secunden beträgt. Die oben angegebenen Elemente werden wahrscheinlich noch einiger Correctionen bedürfen, da die bisherigen Beobachtungen nicht geeignet sind, die Bahn mit Genauigkeit zu bestimmen.

Von dem merkwürdigen Sternenpaar 61 Schwan, nach Flamsteed's Verzeichniß so genannt, ist für das Jahr 1834 die Rectascension $314^{\circ} 51',7$ und die Poldistanz $52^{\circ} 3',6$. Er steht daher nahe südlich bei dem südlichen Fuß des Schwans in der Nachbarschaft der Milchstraße. Die Rectascension nimmt jährlich um $39'',0$ zu und die Poldistanz um $17'',4$ ab. Von diesen Veränderungen gehört ein Theil der Präcession (I. Kap. XII.), die allen Sternen gemein ist. Diese beträgt für ihn $34'',0$ in Rectascension und $14'',0$ in Poldistanz. Also ist die eigene Bewegung dieses Sterns in Rectascension $5'',0$ und in Poldistanz $3'',4$, größer, als sie noch bei irgend einem Fixsterne gefunden wurde. Während also der Satellit sich um seinen Centralkörper bewegt, gehen beide Sonnen zugleich unter den anderen Sternen des Himmels fort. Diese beiden merkwürdigen Sterne sind der VI. und VII. Größe und ihre Distanz ist 15 Secunden. Ob schon wir eine ältere Beobachtung derselben von Bradley aus dem Jahre 1753 haben, so sind doch die Elemente der Bahn noch nicht mit hinlänglicher Genauigkeit bestimmt worden.

Der Doppelstern ζ Krebs besteht aus zwei Sternen der V. und

VI. Größe, deren Distanz 6 Secunden beträgt. Die Bahn scheint nahe kreisförmig mit einer Umlaufzeit von 55 Jahren zu seyn.

Der Doppelstern η nördl. Krone endlich besteht aus zwey Sternen der V. und VI. Größe mit der sehr kleinen Distanz von kaum einer Secunde. Auch die Bahn dieses Sterns scheint sehr nahe kreisförmig zu seyn und die große Axe senkrecht auf der Gesichtslinie zu stehen.

Noch erwähnen wir hier des Doppelgestirns ξ Bootes (Größe V. und VIII. mit der Distanz von 9 Secunden), dessen Bahn unter allen bisher bekannten am schiefsten gegen uns liegt, daher wir sie nur als eine gerade Linie sehen. Die Umlaufzeit beträgt nahe 117 Jahre.

§. 217. (Das allgemeine Gesetz der Schwere wird auch von den Doppelsternen befolgt.) Es läßt sich mit geometrischer Schärfe beweisen, daß wenn ein Körper um einen andern in einer Ellipse einhergeht, in deren einem Brennpunkte der andere Körper liegt, die Anziehungskraft des letzteren sich wie verkehrt das Quadrat der Entfernung des angezogenen Körpers von dem anziehenden verhält. Dieß ist, wie die Beobachtungen zeigen, der Fall bei allen Planeten und Satelliten unseres Sonnensystems, woraus wir den Schluß gezogen haben, daß die Sonne auf die Planeten, und daß diese Planeten auf ihre Satelliten nach dem von Newton entdeckten Gesetze der allgemeinen Schwere wirken. Allein dasselbe ist auch, wie wir so eben gesehen haben, der Fall bei den Doppelsternen, die ebenfalls in Ellipsen sich um ihren Centralkörper bewegen, der immer den einen Brennpunkt dieser Ellipse einnimmt. Wir werden daher berechtigt seyn, anzunehmen, daß dasselbe Gesetz, welches alle Bewegungen unseres Planetensystems regelt, auch jenseits der Gränze dieses Systems statt habe, und daß es daher wahrscheinlich das allgemeine Gesetz der ganzen Natur ist.

§. 218. (Farben der Doppelsterne.) Noch haben wir einer Eigentümlichkeit dieser Sternenpaare zu erwähnen, die selbst für den bloßen Anblick derselben zu auffallend ist, als daß sie hier übergangen werden dürfte.

Unter den einfachen Sternen des Himmels sieht man gewöhn-

lich nur solche, die in einem weißen Lichte glänzen, das mehr oder weniger der gelben Farbe sich nähert und nur selten in das Röthliche übergeht. Unter den lezten oder den rothen Sternen zählten die Alten schon den Arctur, Aldebaran, Pollux, Antares und α Orion auf, die uns auch jetzt noch in derselben Farbe erscheinen. Aber auch Sirius wird von ihnen als röthlich beschrieben, da er uns doch durch seine blendend weiße Farbe auffällt.

Allein blaue oder grüne Sterne hat man, unter den einfachen Fixsternen, bisher nicht entdeckt. Alle Farben derselben sind, wenn sie nicht weiß sind, von dem unteren Ende des bekannten Sonnenspectrums genommen, wo die rothe und besonders die gelbe Farbe vorherrscht, keine aber von dem obern Ende, wo die blaue und grüne Farbe überwiegt.

Nicht so ist es bei den Doppelsternen. Bei diesen hat gewöhnlich der größere oder der Centralstern eine weiße Farbe, die aber auch sehr oft ins Gelbe, seltener jedoch ins Rothe fällt, ganz wie bei den einfachen Sternen, während im Gegentheile der ihn begleitende Satellit in den allermeisten Fällen blau oder grün oder blaugrün ist. Doch gibt es auch andere, obgleich seltenere Fälle, wo der große weiß oder gelb und der kleine roth, oder wo der große orange und der kleine grün, oder wo auch beide zugleich blau sind, und nicht selten erscheinen diese Farben so ausgesprochen und lebhaft, daß sie schon auf den ersten flüchtigen Anblick derselben auffallend hervortreten.

§. 219. (Complementäre Farben.) Jedermann kennt das Sonnenspectrum oder das längliche Farbenbild, das man erhält, wenn man durch eine enge Oeffnung eines verschlossenen Zimmers die Sonnenstrahlen eintreten läßt, und sie, nachdem man sie durch ein Glasprisma geleitet hat, auf einer der Oeffnung gegenüberstehenden Tafel auffängt. In diesem Spectrum unterscheidet man gewöhnlich sieben Farben, obschon es angemessener wäre, deren nur sechs zu bezeichnen, von welchen die eine in die andere durch allmähliche Abstufungen übergeht. Der unterste Theil desselben ist nämlich roth und dann folgen aufsteigend die orange, gelbe, grüne, blaue, indigo und violette Farbe. Die beiden lezten sollte man unter der gemeinschaftlichen Benennung „violet“ zusammenfassen,

da sie doch beide nur Abstufungen der in das Rothe spielenden blauen Farbe sind. Newton, der zuerst sieben Hauptfarben annahm, scheint diese Zahl einer kleinen Schwärmerei zu Liebe vorgezogen zu haben, indem er sie mit den sieben Tönen der Octave, mit den sieben Planeten, und mit andern mystischen Eigenschaften dieser für heilig gehaltenen Zahl in Verbindung bringen wollte.

Von diesen sechs Farben, roth, orange, gelb, grün, blau und violet, nennt man nun die drei: roth, gelb und blau, primäre — und die drei anderen: orange, grün und violet secundäre Farben. Jene heißen primär, weil man aus ihnen durch Mischung alle andern Farben erzeugen kann.

Theilt man nun die Peripherie eines Kreises in sechs gleiche Theile, und nennt den ersten Theil roth, den zweiten angränzenden orange, den dritten gelb, dann grün, blau und violet, so liegt in der so bezeichneten Figur jeder primären Farbe diejenige secundäre gegenüber, die aus der Mischung der beiden andern primären Farben entsteht. So liegt z. B. der primären rothen Farbe die secundäre grüne gegenüber, und die grüne Farbe entsteht, wie allgemein bekannt, aus der Mischung der beiden primären Farben gelb und blau. Man nennt aber diese den drei primären Farben gegenüberstehenden secundären Farben die complementären von jenen primären Farben. So ist also

grün	die complem. Farbe von	roth,
violet	— — — —	gelb, und
orange	— — — —	blau.

Man will bemerkt haben, daß je zwei complementäre Farben einen gefälligen Eindruck auf das Auge machen, als z. B. grün und gelb, etwa wie zwei um eine Terze oder Octave entfernte Töne den Ohren angenehmer sind, als andere. Auch sollen die complementären Farben entgegengesetzte chemische Eigenschaften besitzen, indem die einen eine oxydirende und die andern eine desoxydirende Kraft auf die Körper äußern.

Wie es aber auch mit diesen und andern Eigenschaften der complementären Farben beschaffen seyn mag, so wollen wir hier nur einer andern Eigenthümlichkeit derselben erwähnen, die bereits

durch Beobachtungen constatirt ist, und ganz besonders zu unserm gegenwärtigen Zwecke gehört.

Wenn man nämlich einer schwach erleuchteten weißen Fläche ein von den drei primären Farben stark gefärbtes, intensives Licht nahe bringt, so erscheint diese weiße Fläche sogleich in der complementären Farbe jenes primären Lichtes. Wird z. B. einem matt erleuchteten weißen Papiere ein starkes rothes Licht genähert, so erscheint das Papier nicht roth, sondern grün, und war jenes Licht gelb, so erscheint das Papier violet, war endlich jenes Licht blau, so wird das Papier orangefarb erscheinen. Aus dieser Ursache erblickt man eine weiße Wand voll violetter Flecken, wenn man kurz zuvor das Auge gegen die Sonne gerichtet hat, oder man sieht diese Wand grün oder orange, wenn man kurz zuvor eine rothe oder eine blaue Fläche durch längere Zeit angesehen hat.

§. 220. (Sind die Farben der Doppelsterne aus diesem Grunde zu erklären?) Man hat die Meinung geäußert, daß die zwei Farben, in welchen man gewöhnlich die Doppelsterne sieht, aus diesen complementären Farben zu erklären seyn können, und daß daher diese Farben der Sterne nicht reel, sondern nur optische Illusionen unsers Seborgans sind. Der kleine Stern hat gewöhnlich nur ein schwaches Licht im Verhältnisse zu den größern. Wenn also jener auch an sich selbst von weißer Farbe ist, so wird er uns doch violet oder bläulich erscheinen, sobald er einem großen und intensiven gelben Sterne, oder grünlich, falls er einem großen rothen Stern nahe steht. Beispiele für eine solche Zusammenstellung gibt es genug. So ist bei α Herkules und η Cassiopeia der große roth und der kleine grün; bei ϵ Orion, ι Cancer, β Cygnus, θ Centaurus der große gelb und der kleine blau u. s. w.

Allein auch an zahlreichen Ausnahmen von dieser sogenannten Regel fehlt es nicht. So findet man sehr oft einen kleinen blauen Stern neben einem großen weißen, wie in λ Aries, ς Perseus, β Orion, δ Gemini, α Leo, α Serpens u. s. Da hier weder roth noch gelb ist, woher soll die complementäre blaue Farbe kommen? — Bei andern Doppelsternen sind sogar beide blau, wie bei δ Serpens, ν Draco, 28 und 59 Andromeda u. s. Bei γ Andromeda ist der große orange und der kleine smaragdgrün; bei

δ Orion ist der große weiß und der kleine purpurroth; bei ε Einhorn ist der große gelb und der kleine blutroth; bei ζ im südlichen Schiffe Argo ist umgekehrt, der große blau und der kleine dunkelroth; auch findet man mehrere Doppelsterne, wo beide tief gelb, oder beide stark roth sind u. s. w.

Alle diese und viele andere Beispiele zeigen deutlich, daß die vorübergehende Muthmaßung nicht gegründet ist, und daß wenigstens bei sehr vielen, wo nicht bei den meisten Doppelsternen dieser Unterschied der Farben keine optische Täuschung, sondern eine diesen Sternen selbst zukommende Eigenthümlichkeit ist.

Auch gibt es ein einfaches Mittel, sich von dieser Eigenthümlichkeit der Farben der Doppelsterne zu überzeugen. Man darf nur den größeren im Brennpunkte des Fernrohrs mit einem daselbst ausgespannten dicken Faden bedecken und zusehen, ob dann der kleine, wenn er auf diese Weise allein im Fernrohr erscheint, noch immer seine frühere blaue oder grüne Farbe behält. Dieß ist in der That der Fall mit den Beobachtungen, die man bisher darüber angestellt hat, zum Beweise, daß diese blaue oder grüne Farbe den kleineren Sternen eigenthümlich ist.

Indeß behauptet der jüngere Herschel, der doch so viele Erfahrungen über diese Doppelgestirne gesammelt hat, daß ihm durchaus noch kein Fall vorgekommen sey, wo der eine der beiden Doppelsterne grün oder blau erschienen wäre, wenn er nicht zugleich sehr nahe bei einem größeren rothen oder gelben Sterne stand, wo also jene Farbe des kleinen Sternes allerdings aus der complementären Farbe erklärt werden könnte. Ihm erscheinen, wie er versichert, alle Sterne weiß, deren Farbe sich nicht gegen gelb oder roth neigt, vorausgesetzt, daß keine Lampe in der Nähe des Beobachters ist. Nach seiner Behauptung sind alle Farben der Sterne nur aus dem unteren Ende des Spectrums genommen, wo das rothe und gelbe Licht ist und durchaus keine von dem oberen Ende, wo die blaue und grüne Farbe vorherrscht. Da aber andere Beobachter diese blaue und grüne Farbe so oft schon gesehen haben, so glaubt er den Grund davon in der grünlichen Farbe des Kronglases zu finden, die man bei den achromatischen Fernrohren so oft antrifft. Allein die neueren Fernrohre von

Fraunhofer haben diese grüne Färbung ihrer Objectivgläser nicht. Vielleicht daß umgekehrt die Abwesenheit der blauen und grünen Farbe bei Herschels Telescop in den Metallspiegeln derselben zu suchen ist, die bekanntlich, der höhern Politur wegen, viel Kupfer enthalten, welches den rothen und gelben Lichtstrahlen ein Uebergewicht geben und die blauen und grünen Farben beträchtlich schwächen mag.

Wir wollen die Entscheidung dieses Gegenstandes unsern Nachkommen überlassen, da uns noch die zweckmäßigen Beobachtungen dazu fehlen. Es ist möglich und selbst sehr wahrscheinlich, daß sie durch diese Untersuchungen auf sehr interessante Resultate geführt werden können, wenn anders der Gegenstand nicht auch für sie noch mit zu großen Schwierigkeiten verbunden seyn wird, um ihn ins Reine zu bringen.

§. 221. (Doppelsterne als Prüfungsmittel der Fernröhre.) Wenn man mit zwei oder mehreren Fernröhren denselben irdischen Gegenstand, z. B. eine entfernte Thurmspitze, beobachtet, so steht man oft an, zu sagen, mit welchem von diesen Fernröhren man besser sieht. Sicherer ist es schon, zu diesem Zwecke ein gedrucktes Blatt in einiger Entfernung vor den Fernröhren aufzustellen und für jedes Fernrohr das Blatt so lange zu entfernen, bis man aufhört, dasselbe deutlich lesen zu können. Die Astronomen aber, die schon gewohnt sind, die Gegenstände des Himmels auch zu diesem Zwecke anzuwenden, pflegen die Güte ihrer Fernröhre dadurch anzugeben, daß sie sagen, dasselbe zeige die Phasen der Venus, die Streifen Jupiters, den Schatten des Saturnringes u. dgl. sehr deutlich. Allein man sieht, wie viel dabei noch Unbestimmtes zurückbleibt, und daß solche Aussagen keine Basis zu einer eigentlichen Classification der Fernröhre abgeben können.

Anderß verhält sich dieß mit den Doppelsternen. Da es sich bei der Untersuchung der Güte eines Fernrohres vorzüglich darum handelt, ob die Strahlen, die von irgend einem Punkte eines Gegenstandes außer ihm kommen, durch das Objectiv wieder genau in einen einzigen Punkt vereinigt werden, oder mit andern Worten, ob die Bilder, welche die Fernröhre von den Gegenständen machen, ganz rein und vollkommen deutlich sind, worin

eben der Hauptvorzug eines jeden guten Fernrohrs besteht, so werden die Doppelsterne ein ganz vorzügliches Mittel seyn, das Daseyn oder den Mangel dieses Vorzugs zu beweisen. Es ist bereits oben gesagt worden, daß die Fixsterne alle, in guten Fernrohren, nur als eben so viele untheilbare Punkte, ohne allen merklichen Durchmesser erscheinen. Zwar sieht man sie öfter als Scheibchen von beträchtlicher Dimension, die nicht einmal immer ganz rund und noch überdieß mit Strahlen versehen sind. Aber eben diese Erscheinungen sind nur eben so viele Fehler des Fernrohrs, von welchen aber auch ein Theil in der Aberration des Auges liegen mag. Ein gesundes Auge soll durch ein vollkommen gebautes Fernrohr alle Sterne, auch die hellsten, als reine Punkte zeigen, und überhaupt alle von jedem einzelnen Punkte eines Gegenstandes kommende Strahlen, nach der Brechung derselben, genau wieder in einen einzigen scharfen Punkt vereinigen. Die Doppelsterne sind solche Gegenstände, die nur aus zwei Punkten bestehen, die überdieß hellglänzend auf dem dunklen Hintergrunde des Himmels stehen und daher ganz besonders geeignet sind, zu entscheiden, ob diese beiden Punkte sich auch in ihrem Bilde, in dem Fernrohre, wieder genau als solche zeigen. Wenn die beiden Sterne sehr hell und z. B. beide wenigstens zu der I. bis V. Größe gehören, und wenn sie überdieß sehr nahe bei einander stehen, wie Castor, γ Jungfrau, ϵ großer Bär, so wird eine sehr große Reinheit des Bildes nöthig seyn, um diese zwei hellen Punkte auf ihrem dunklen Grunde scharf abgesondert und in ihren nächsten Gränzen nicht verwaschen oder in einander laufend zu sehen, und im Gegentheile, wenn beide Sterne oder auch nur der eine derselben sehr klein ist, so wird eine große raumdurchdringende Kraft des Fernrohrs, wie sie Herschel zu nennen pflegte, erforderlich seyn, um so feine und lichtschwache Punkte, selbst wenn sie einzeln am Himmel stünden, überhaupt noch sehen zu können, so daß also durch die Doppelsterne sowohl die Kraft, als auch die Richtigkeit der Construction des Fernrohrs sehr vortheilhaft und sicher untersucht werden kann, und daß man dadurch gleichsam ein bestimmtes Maas erhält, nach welchem man diese Instrumente unter sich vergleichen kann.

Zu diesem Zwecke folgen hier einige dieser Doppelsterne, die sowohl für schwächere, als auch für stärkere Fernröhre als Prüfungsmittel gebraucht werden können.

I. Sehr leicht und schon durch gewöhnliche achromatische Fernröhre von etwa zwei Fuß Focallänge und zwei Zoll Oeffnung lassen sich die folgenden Doppelsterne erkennen:

ζ Ursae majoris, Distanz $\Delta = 14''$ und scheinbare Größe III und IV.

γ Andromedae, $\Delta = 11''$, Größe III. V.

θ Serpentis, $\Delta = 22''$, Größe IV. IV.

κ Herculis, $\Delta = 31''$, Größe V. VI.

ζ Lyrae, $\Delta = 44''$, Größe III. IV.

II. Schon stärkere Fernröhre, etwa von 4 Fuß Brennweite und 3 oder $3\frac{1}{2}$ Zoll Oeffnung erfordern die folgenden:

Castor, $\Delta = 5''$, Größe III. IV.

π Bootis, $\Delta = 7''$, Größe V. VI.

ι Trianguli, $\Delta = 4''$, Größe V. VI.

ζ Cancri, $\Delta = 6''$, Größe V. VI.

ω Piscium, $\Delta = 6''$, Größe VII. VII.

α Ursae minoris, oder der Polarstern, $\Delta = 19''$, Größe II u. XI, ist bloß deshalb schwerer zu sehen, weil der Satellit so klein ist.

III. Fernröhre der besten Art werden für die folgenden Doppelsterne erfordert:

γ Virginis, $\Delta = 3''$, Größe III. III.

η Herculis, $\Delta = 2''$, Größe IV. VIII.

ε Bootis, $\Delta = 2''$, Größe VI. VI.

ω² Leonis, $\Delta = 1''$, Größe VI. VII.

β Orionis (Rigel), $\Delta = 9''$, Größe I und X.

η Pleiadum (Atlas), $\Delta = 1''$, Größe V und XII.

η Coronae, $\Delta = 1''$, Größe V. VI.

γ Coronae, $\Delta = 2''$, Größe IV. VII.

σ Coronae, $\Delta = 1''$, Größe V. VII.

IV. Als vorzüglich feine und nur durch ausgezeichnete Fernröhre erkennbare Doppelsterne können die zwei folgenden gelten:

Bei β Capricorni (AR = $20^{\circ} 11'$, Pold. = $105^{\circ} 19'$), $\Delta = 3''$, Größe XVII. XVIII.

Bei β Equulei (AR = $21^{\circ} 14'$, Pold. = $85^{\circ} 54'$), $\Delta = 2''$,
Größe XIV. XV.

Bei dem letzten dieser Doppelsterne ist der Begleiter selbst wieder doppelt. Ein Fernrohr, welches diese zwei Doppelsterne deutlich zeigt, ist zu den schwierigsten Untersuchungen geeignet, und kein Fernrohr soll, nach Herschels Meinung, die Satelliten des Uranus zeigen, wenn es diese Prüfung nicht besteht. So viel mir bekannt, sind diese beiden Doppelsterne nur durch Herschels zwanzigfüßige Spiegeltelescope gesehen worden. Fraunhofer gab den Refractoren den Vorzug vor den Reflectoren unter sonst gleichen Verhältnissen, weil, nach seiner Aeußerung, die Spiegel viel mehr Licht absorbiren sollen, als bei dem Durchgange der Strahlen durch das Objectiv eines achromatischen Fernrohrs verloren geht. Herschel ist der entgegengesetzten Ansicht, da, nach ihm, die Metallspiegel nur den dritten Theil des auf sie fallenden Lichtes absorbiren. Nach dem letztern sind unsere Refractoren den Spiegeltelescopien erst dann gleich zu achten, wenn die Oeffnung der ersten gleich dem achtzehnten Theile der Oeffnung der Spiegel bei den zweiten ist, so daß z. B. seinem 20füßigen Reflector mit einem Spiegel von 18 Zoll im Durchmesser, ein Refractor erst dann gleichgesetzt werden könnte, wenn die Oeffnung oder der Durchmesser der Objectivlinse des letztern $15\frac{3}{10}$ Zolle oder nahe $1\frac{3}{10}$ Fuß beträgt, eine Größe, die noch keines unserer Objective erreicht hat. Der größte Refractor, den wir näher kennen, ist der, den Fraunhofer für die Sternwarte in Dorpat verfertigt hat. Er hat, so wie der von demselben Künstler nach Berlin gebrachte, 9 Par. Zoll Oeffnung und $13\frac{1}{2}$ Fuß Focallänge. Die dabei angebrachten Vergrößerungen gehen bis 600 mit einem Durchmesser des Gesichtsfeldes von $2\frac{3}{10}$ Minuten. Von den Herschelschen Reflectoren hat das von 20 Fuß Focallänge, mit welchem er seine meisten Entdeckungen gemacht hat, einen Spiegel von 18 Zoll im Durchmesser; das von 25 Fuß Focallänge hat einen Spiegel von 24 Zoll Oeffnung, und das größte, welches Herschel verfertigte, das aber, da der Spiegel desselben bald matt wurde, nicht lange gebraucht wurde, hat 40 Fuß Focallänge mit einem Spiegel von 48 Zoll oder 4 Fuß Oeffnung. Bei dem

20 flüssigen konnte er die Vergrößerung bis 2000 und bei dem 40 flüssigen bis 7000 treiben, ohne das Instrument zu überladen.

§. 222. (Planeten der Doppelsterne.) Da die Doppelsterne ohne Zweifel unserer Sonne ähnliche Körper sind, so kann man nicht wohl zweifeln, daß auch sie mehreren Planeten und Kometen, die sich um diese Sonnen bewegen, Licht und Wärme geben werden. Es kann nicht unsere Absicht seyn, die Leser mit der nähern Beschaffenheit dieser secundären Himmelskörper bekannt zu machen. Da sie wahrscheinlich ihr Licht nur von ihren beiden Sonnen erhalten, so werden sie uns, ihrer großen Entfernung wegen, wohl immer unbekannt bleiben. Indessen sey es uns doch erlaubt, einige Muthmaßungen über die Bahnen dieser Planeten der Doppelsterne vorzutragen, die ohne Zweifel von den Bahnen unserer Planeten und Kometen sehr verschieden seyn werden.

Diese letzten bewegen sich nämlich nur um einen einzigen Centralkörper, die Sonne, und da sie von dieser nach dem von Newton entdeckten Gesetze angezogen werden, so können sie nur, wie sich durch Rechnung mit der größten Evidenz zeigen läßt, entweder Ellipsen oder Hyperbeln beschreiben; der Kreis und die Parabel sind zwar auch möglich, aber unendlich weniger wahrscheinlich, als jene beiden, an sich sehr einfachen, krummen Linien.

Allein viel verwickelter werden diese Bahnen, wenn die Planeten von zwei Sonnen, deren übrigens jede nach demselben Newton'schen Gesetze wirkt, angezogen werden. Wenn man auch die unzähligen Fälle unbeachtet läßt, wo diese Bahnen förmliche Schraubenlinien oder Spiralen werden, deren kein Theil mit dem nächstfolgenden in derselben Ebene liegt, so giebt es doch noch immer unendlich viele andere krumme Linien, deren jede ganz in derselben Ebene liegt, und die doch unter einander völlig verschieden und oft auf das sonderbarste gestaltet sind.

Euler und nach ihm Legendre haben einige der hier statt habenden Fälle näher untersucht, und sehr überraschende Resultate gefunden, von welchen wir hier nur einige der vorzüglichsten kurz anführen wollen.

Wenn die Massen der beiden Sonnen gleich groß sind, so

beschreibt der Planet eine Ellipse, in deren Brennpunkte jene zwei Sonnen liegen und zwar so, daß die Geschwindigkeiten des Planeten in den beiden Endpunkten der großen Ase dieser Ellipse gleich groß und daß auch die Zeiten durch die vier Quadranten, d. h. von dem Endpunkte der einen bis zu dem der andern Ase der Ellipse, von gleicher Größe sind.

Wenn die Massen der beiden Sonnen gleich groß sind, aber die erste S' eine anziehende und die andere S'' eine eben so große abstoßende Kraft hat, so beschreibt der Planet wieder eine Ellipse, aber nur die eine Hälfte derselben. Ist nämlich $AmBn$ (Fig. 20) diese Ellipse, sind mn und AB die große und kleine Ase derselben, und liegt die abstoßende Sonne auf der Seite von n , so wird der Planet von m , wo er seine größte Geschwindigkeit hat, nach dem Punkte A gehen, während seine Geschwindigkeit immer abnimmt, bis sie in dem Punkte A gänzlich verschwindet. Von da geht der Planet nicht in derselben Richtung nach n weiter, sondern wieder zurück durch denselben Bogen Am , in welchem er gekommen ist. Wenn er so in m mit seiner größten Geschwindigkeit ankömmt, so geht er von da weiter bis an den Endpunkt B seiner kleinen Ase, wo seine Geschwindigkeit wieder verschwindet. Von dem Punkte B geht er dann wieder durch den Bogen BmA zurück, um, wenn er in A ankömmt, seine vorige Bewegung durch den Bogen AmB zu wiederholen, in welchem er also, gleich einem Pendel, seine Schwingungen auf- und abwärts immerwährend fortsetzt, ohne je in die übrige Hälfte AnB seiner Ellipse zu kommen.

Unter bestimmten andern Verhältnissen der anziehenden Kräfte der beiden Sonnen, in Verbindung mit der Wurfkraft, welche der Planet bei seiner Entstehung erhalten hat, wird er zwar wieder eine Ellipse, aber eine veränderliche Ellipse beschreiben. Wenn er z. B. von dem Punkte A (Fig. 21) der großen Ase $A''B''$ ausgeht, so wird er den Bogen ADB beschreiben, aber dann auf der andern Seite von $A''B''$ einen solchen Weg nehmen, daß er, am Ende seiner ersten Revolution die Linie $A''B''$ nicht mehr in A , sondern in dem Punkte A' schneidet; von da geht er durch den Bogen $A'D'B'$ und unter der Linie $A''B''$ in einem neuen

Bogen so weiter, daß er jetzt, am Ende der zweiten Revolution, jene Linie in dem Punkte A'' schneidet. Von dem Punkte A'' geht er nun durch den Bogen $A''D''B''$ und durch den ihm entsprechenden unteren Bogen so, daß er, am Ende der dritten Revolution wieder nach A' , und am Ende der vierten Revolution endlich wieder nach dem Punkt A gelangt, von welchem er ausgegangen ist. In andern besondern Fällen gelangt er erst nach fünf, sechs oder mehr Revolutionen zu seinem Anfangspunkte, oder er durchschneidet in den auf einander folgenden Revolutionen die Linie AA'' und BB'' allmählig in allen auf einander folgenden Punkten derselben, so daß die Bahn desselben immer zwischen den beiden Gränzellipsen ADB und $A''D''B''$ enthalten ist, zwischen welchen die wahre Bahn des Planeten allmählig gleichsam anschwillt und sich dann wieder contrahirt.

Wieder in andern Fällen wird eine Art von in sich selbst zurückkehrender Doppellinie beschrieben, wie man Fig. (22) sieht. Hier geht der Planet von dem Punkte A seiner großen Ase aus durch den Halbkreis AaB der kleinen ellipsenartigen Linie; in B tritt er in die große Ellipse BCD ; in D hat er die Hälfte seiner Revolution zurückgelegt, und geht dann durch den Bogen $DeBbA$ wieder zu seinem Anfangspunkt A zurück.

Noch zusammengesetzter erscheint die Planetenbahn in Fig. (23), wo drei Ellipsen unter einander verschlungen sind, in welchen der Planet nach der Ordnung der Zahlen 1, 2, 3 . . . 13, 14 wieder zu seinem Anfangspunkt 1 fortschreitet. Wenn er zum zweitenmal in den Punkt 3 der großen Ase kommt, hat er die erste Hälfte seiner Revolution geendet, daher dieser Punkt als der Mittelpunkt der ganzen Bahn betrachtet werden kann, die vier sogenannte Knoten in dem Punkte 1, 3 und zwischen den Punkten 7, 8 und 13, 14 hat, u. s. w.

So mannigfaltig sind also die Bahnen der Planeten der Doppelsterne, selbst wenn man nur diejenigen betrachtet, die, wie unsere Planetenbahnen, ganz in einer einzigen Ebene liegen, und wenn man die Attraction der beiden Sonnen dem Gesetze der allgemeinen Schwere gemäß voraussetzt. Man sieht ohne meine Erinnerung, daß ohne diese doppelte Beschränkung die Anzahl und

die Complication dieser krummen Linien noch ungleich größer seyn und daß es unserer mathematischen Analysis, so vollkommen diese auch seyn mag, ganz unmöglich fallen würde, diese äußerst zusammengesetzten Bewegungen auch nur annähernd zu bestimmen.

S. 223. (Anblick des Himmels von diesen Planeten.) Wir haben bereits oben gesehen, welchen sonderbaren Anblick der Himmel von der Oberfläche des Mondes oder der Satelliten Jupiters und Saturns gewährt. Noch viel auffallender werden aber die Erscheinungen seyn, welche derselbe den Bewohnern der Planeten der Doppelsterne darbietet. Die mannigfaltig verwickelten und in einander geschlungenen Bahnen der andern Planeten, die wir so eben betrachtet haben, werden die Bewohner derselben, welche diese Bahnen wieder von immer geänderten Standpunkte aus betrachten, über die wahre Beschaffenheit derselben wahrscheinlich noch viel ungewisser machen, als wir selbst über die Bahnen unserer Planeten Jahrtausende hindurch gewesen sind, bis es endlich dem Scharfsinne zweier seltener Männer, Copernicus und Kepler, gelungen ist, uns dieselben näher kennen zu lehren. Denken wir uns noch dazu die Satelliten, die Ringe dieser Planeten und ein ganzes Heer von Kometen, welche sie nach jeder Richtung umschwärmen, alle in einen verhältnißmäßig sehr kleinen Raum zusammengedrängt, — so wird es schwer, sich von diesem Schauspiel eine nur einigermaßen getreue Vorstellung zu machen. Welchen Eindruck würde nur auf unser Auge, welche Veränderungen in der ganzen uns umgebenden Natur würde überdies eine rothe, eine grüne, eine blaue Sonne erzeugen! — Wenn auch nur unser eigenes Sonnenlicht bloß aus weißen Strahlen bestünde, die sich nicht in einzelne gefärbte Strahlen zerlegen ließen: wie ganz anders würde uns die ganze Welt erscheinen. Wir haben bereits oben (II. S. 9.) Gelegenheit gehabt, die Wirkungen der gefärbten Sonnenstrahlen auf die Körper der Natur näher anzugeben.

Wenn wir aber diese wunderbaren Farbenspiele der Natur schon unserer einzigen Sonne verdanken, — welch' ein ganz anderes Schauspiel mögen in jenen Regionen zwei und mehrere Sonnen von verschiedenen Farben erzeugen. Eine rothe Sonne erhebt sich dort über den Horizont des erstaunten Beobachters und Erde und

Himmel schwimmt in ihrem Purpurlichte. In wenig Stunden schon folgt ihr eine andere, eine blaue, eine grüne Sonne, und plötzlich ändert sich der Anblick der ganzen Natur. Neue Welten scheinen mit diesen neuen Sonnen vor uns aufzugehen; Erde und Himmel sind in stetem Wechsel begriffen und in Mitten aller dieser Verwandlungen würden wir die Welt, würden wir uns selbst nicht mehr erkennen. So lange die rothe Sonne scheint, wird unsere ganze Erde mit ihrem Rosenlichte übergossen fern; wenn sie untergegangen ist, und die blaue oder grüne Sonne sich erhebt, wird wieder alles, selbst die Wüste und das Meer mit einem azurnen oder smaragdnen Teppiche überzogen, und wenn endlich beide Sonnen zugleich über dem Horizonte stehen, und die ganze Natur von zwei complementären Farben beleuchtet wird, so werden alle Gegenstände ihr früheres, buntes Kleid ablegen und in einer einförmigen, aschgrauen Farbe zu trauern scheinen. Nicht mehr würden wir, wie bisher, die Dinge um uns an ihren Farben erkennen, da jeder Gegenstand abwechselnd in allen Farben erscheinen muß, je nachdem er von dieser oder von jener Sonne, oder von beiden zugleich beleuchtet wird. Der Himmel würde nicht mehr blau, die Wiese nicht mehr grün, der Schnee nicht mehr weiß seyn, sondern alles würde, je nach der Tageszeit, in allen Farben spielen. Wie ganz anders mag die Optik dieser guten Leute, und die Farbengebung ihrer Maler beschaffen seyn! Ja selbst die Zeitrechnung derselben wird von der unseren verschieden seyn müssen, da sie nicht mehr nach Tagen und Jahren zählen können. Vielleicht rechnen sie nur nach rothen und grünen Zeiten, oder nach gelben und blauen Tagen; vielleicht — doch es ist besser, der Imagination meiner Leser nicht weiter vorzugreifen und ihnen die Vollendung dieses Gemäldes selbst zu überlassen, was ihnen keine Mühe machen kann, da sie ihrer Einbildungskraft keine Zügel anzulegen brauchen und da sie zu ihrem Bilde die Farben kaum zu lebhaft nehmen können.

S. 224. (Geschichte der Entdeckung der Doppelsterne.) Wenn das, was wir bisher über diese sonderbaren Gestirne mitgetheilt haben, in Beziehung auf den Reichthum, der in diesen Minen wahrscheinlich noch verborgen liegt, nur gering erscheint, so mag

man bedenken, daß kaum ein halbes Jahrhundert verfloßen ist, seitdem sich die Astronomen mit diesem Gegenstande zu beschäftigen angefangen haben. Wenn unsere Nachfolger in dem nächsten Jahrhunderte eben so fleißig und eben so vom Glücke begünstigt seyn werden, als ihre Vorgänger waren, so werden sie wahrscheinlich den gestirnten Himmel mit ganz anderen Augen betrachten, als es ihren Vorfahren möglich gewesen ist.

Es war i. J. 1778, daß der ältere Herschel (Sir William) zuerst auf die Doppelfterne aufmerksam wurde. Er hielt sie anfangs, wie schon oben erwähnt worden ist, für bloß optisch doppelte Sterne und wollte sie demnach zur Bestimmung der Entfernung derselben von der Erde benützen. Allein schon in den ersten Jahren erkannte er seinen Irrthum. Zwar fand er Bewegungen an diesen Doppelfternen, aber keine solchen, die mit der Theorie der Parallaxe (I. Cap. V) übereinstimmten. Diese Bemerkung brachte ihn auf die Idee, daß jene Bewegungen der Doppelfterne von einer Verrückung der Sonne und unsers ganzen Sonnensystems kommen mögen, und er glaubte einige Zeit lang, jene Erscheinungen durch eine Bewegung des Sonnensystems erklären zu können, deren Weg jetzt gegen das Sternbild des Hercules hin gerichtet sey. Allein auch diese Idee wurde bald unrichtig gefunden. Statt weitem Hypothesen nachzubängen, zog er es vor, seine Beobachtungen mit verdoppeltem Eifer fortzusetzen, und er lieferte i. J. 1782 und 1785 der k. Academie in London bereits ein Verzeichniß von 702 solcher Sternenpaare, die er wiederholt beobachtet hatte.

Erst nach dem Jahre 1785, also mehr als sieben Jahre nach seinen ersten Arbeiten über diesen Gegenstand versuchte er einmal zufällig, den Weg eines dieser Doppelfterne, seinen Beobachtungen gemäß, auf dem Papiere, in Gestalt einer kleinen Karte, zu zeichnen, und war nicht wenig erstaunt, zu sehen, daß der eine dieser Sterne um den andern, wie ein Planet um die Sonne, sich bewege. Allein er wagte es nicht, seine Entdeckung bekannt zu machen, bis er sich von der Wahrheit derselben an mehreren andern Sternen überzeugt hatte. Erst i. J. 1801 nahm er diese Beobachtungen wieder mit neuem Eifer vor, und jetzt erst, 24 Jahre

nach dem Anfange seiner Untersuchungen, stellte er, in zwei Abhandlungen (Philos. Transact. 1802 und 1804) die positive Behauptung auf, „daß es eigene Sternsysteme gebe, die aus zwei Fixsternen zusammen gesetzt sind, von welchen der eine sich in einer regelmäßigen Bahn um den andern bewege.“ Er führte in diesen beiden Memoiren gegen fünfzig Doppelsterne an, bei welchen diese Bewegung des einen um den andern durch die Beobachtungen außer Zweifel gesetzt wurde, ja er wagte es sogar schon, von einigen derselben die Umlaufzeit zu bestimmen.

Um das Jahr 1815 fing auch Struve in Dorpat an, sich mit diesem interessanten Gegenstande zu beschäftigen. Anfangs beobachtete er sie bloß mit seinem Mittagsrobre, als aber später der große 13füßige Refractor Fraunhofers in seine Hände kam (und er konnte nicht wohl in bessere kommen), nahm er diese ganze Arbeit nach einem neuen, größeren Plane wieder vor und verfolgte denselben mit einem Eifer, der von dem schönsten Erfolge gekrönt wurde.

Beinahe um dieselbe Zeit begann der jüngere Herschel (John Fred. William) vereint mit John South seine Beobachtungen der Doppelsterne. Sie machten dieselben meistens gemeinschaftlich an zwei Aequatorialen, deren Fernröhre 5 und 7 Fuß Brennweite und $3\frac{1}{2}$ und 5 Zoll Oeffnung hatten, wovon das letztere von dem berühmten Optiker Tully verfertigt, selbst eine Vergrößerung von 600 noch sehr gut ertragen soll. Die ersten Resultate ihrer Arbeiten gaben sie in dem Werke: Observations of 380 double stars, London 1825, heraus. Seitdem haben beide diesen Gegenstand eifrig verfolgt und Herschel besonders gab in den sechs ersten Bänden der k. astron. Gesellschaft in London mehrere sehr reiche und schätzbare Memoiren über diese Doppelsterne heraus. Erst vor Kurzem ist er nach dem Cap der guten Hoffnung gereist, um sich dort mit der Beobachtung der Doppelsterne des südlichen Himmels zu beschäftigen, von welchen bereits früher Dunlop, Astronom in Port Jackson in Neuhoolland, Mehreres bekannt gemacht hat.

Auch Prof. Amici in Modena soll mit den von ihm selbst verfertigten Spiegeltelescopen mehrere Beobachtungen von Doppelsterne gemacht haben, die aber bisher noch nicht bekannt geworden

sind. Bessel hat bei seinen Zonenbeobachtungen ebenfalls eine nicht geringe Anzahl von Doppelsternen durch seinen Meridiankreis gefunden und in seinen Sammlungen der Königsberger Beobachtungen bekannt gemacht. Auch ist er der erste, der bei Gelegenheit seiner Untersuchung des Doppelsterns 61 Schwan mit Bestimmtheit darauf aufmerksam gemacht hat, daß die Bewegungen dieser Gestirne nach dem von Newton entdeckten Gesetze der allgemeinen Schwerkraft vor sich gehen. Savary, Encke und der jüngere Herschel entwarfen, wie bereits oben gesagt wurde, Methoden, die Elemente der Bahnen dieser Gestirne aus den Beobachtungen zu berechnen.

Noch muß hier der früheren Verdienste John Michel's erwähnt werden, der schon i. J. 1767 darauf aufmerksam machte, daß die Doppelsterne höchst wahrscheinlich nicht optisch, sondern physisch doppelt seyen. Er war davon bereits so überzeugt, daß er in seinem Memoir schon von der Möglichkeit der Bewegung eines dieser Sterne um den andern, von eigentlichen Sternsatelliten, spricht, die er daher der Aufmerksamkeit der Astronomen ganz besonders empfiehlt. Hätten diese zu den, allerdings bloß theoretischen, aber darum nicht minder begründeten Speculationen des englischen Physikers mehr Vertrauen gehabt, so würden sie schon i. J. 1767 angefangen haben, sich mit diesem Gegenstande zu beschäftigen, und selbst der ältere Herschel würde sich seine früheren, unrichtigen Hypothesen erspart und sich der Wahrheit, die er durch volle vier und zwanzig Jahre suchen mußte, viel schneller genähert haben.