

äußerst dunkles Blau grenzte nahe an Schwarz, und das Licht, welches von diesem dunkeln Gewölbe zurückgeworfen wurde, war so schwach, daß man da, wo man von der Sonne selbst nicht unmittelbar beschienen ward, sogar helle Sterne mitten am Tage sah.

Ich schließe hier diese Erzählung von Erscheinungen, welche in der Atmosphäre ihren Grund haben, und komme jetzt zu einem neuen Gegenstande, nämlich zu den ersten Schlüssen über die Entfernung des Mondes von der Erde.

Sechs und zwanzigster Brief.

am 9. Jan.

Ich sagte Ihnen in einem meiner ersten Briefe, daß bei allen Reisen, die wir auf der Erde anstellen, die Sterne ihre scheinbare Lage gegen einander gar nicht ändern, und daß wir daraus auf die sehr große Entfernung der Sterne von uns schließen können. Diese Behauptung ist in Rücksicht auf die Fixsterne in völliger Strenge richtig, bei einigen Planeten leidet sie eine

geringe Ausnahme, auf den Mond hingegen ist sie gar nicht anwendbar. Wohin man auch auf der Erde reiset, da findet man die scheinbare Entfernung zweier Fixsterne von einander aufs allergenaueste gleich groß, da sieht man die entferntern Planeten zu einerlei Stunde genau an einerlei Stelle; auch die nächsten Planeten, Venus und Mars, erscheinen in ihrer Stellung gegen Fixsterne nur ganz wenig verschieden, und bloß der Mond erscheint in den südlichen Gegenden der Erde bei nördlichen Sternen, als wenn man ihn in nördlichen Gegenden beobachtet.

Wenn wir aus der Beobachtung des Mondes an verschiedenen Orten der Erde seine Entfernung von der Erde herleiten wollen: so müssen wir zuerst daran denken, daß die Fixsterne, mit welchen wir die scheinbare Stellung des Mondes vergleichen, so erstaunlich weit entfernt sind, daß wir die von Grönland und vom Feuerlande, und von den nördlichsten und südlichsten Gegenden der Erde nach einerlei Sterne gezogenen Linien als gleichlaufend oder parallel ansehen können, indem sie sich auf der Strecke bis zum Monde so gut wie gar

nicht einander nähern. Ich werde in der Folge Gelegenheit haben, Ihnen genauer zu sagen, wie man sich von der überaus großen Entfernung der Fixsterne noch vollständiger überzeugt hat, und dadurch völlig gewiß geworden ist, daß man bei jenen Linien auf noch weit längern Strecken keine Annäherung zu bemerken im Stande ist.

Wenn die Gesichtslinien, welche man von zwei verschiedenen Beobachtungspuncten nach einem Gegenstande zieht, merklich gegen einander geneigt sind, das heißt, in einer bestimmten Entfernung sich einander merklich nähern, so sagt man, dieser Gegenstand habe für den Abstand jener beiden Beobachtungspuncte eine merkliche Parallaxe, und nennt den Winkel, welchen die von beiden Beobachtungspuncten nach jenem Gegenstande gezogenen Linien mit einander machen, die Parallaxe des Gegenstandes für diese Beobachtungspuncte. Beobachtet man also von A und von B aus den Gegenstand C, so heißt (Fig. 30) der Winkel, welchen AC und BC mit einander machen, die Parallaxe von C, und diese ist desto kleiner, je entfernter C ist, und wird bei den Fixsternen völlig

unmerklich, wenn A, B zwei Orte auf der Erde sind. Auch für den Mond ist die Parallaxe nie sehr groß, weil auch er schon eine bedeutende Entfernung von der Erde hat; es scheint mir daher passender, wenn ich Ihnen zuerst eine andere Beobachtung erzähle, wobei die Ungleichheit der scheinbaren Lage des Gegenstandes bedeutender ist.

Sie kennen gewiß die nächtliche Erscheinung der Sternschnuppen, Sternschüsse, fallenden Sterne, oder wie die Namen dieser Erscheinungen, die mit den Feuerkugeln ziemlich einerlei sind, alle heißen. — Doch wozu diese Frage, da ich, wie mir eben einfällt, Ihnen von meinen Beobachtungen der Sternschnuppen, die ich mit meinem Freunde Benzenberg in Göttingen anstellte, wohl einmal erzählt habe. Um die Parallaxe und die Entfernung dieser Erscheinungen zu bestimmen, beobachteten wir sie an zwei verschiedenen Orten zugleich, und Sie werden sich ohne große Anstrengung der Phantasie leicht vorstellen können, wie Ihr Freund am Abhange des Gesebühl, eines ansehnlichen Berges in der Nähe von Göttingen, wo man eine schöne Aussicht bis zum Harzgebirge hat,
auf

auf einem grünen Felde, mit der Laterne und den Sterncharten neben sich, seinen Stand, oder Lagerpunct hatte, und wie Benzenberg auf gleiche Weise von dem kleinen Hügel von Clausberg aus seine Beobachtung anstellte. Die Entfernung dieser Standpuncte von einander betrug 2 Meilen, und wir konnten also hoffen, hier schon eine ansehnliche Parallaxe der Sternschnuppen zu bemerken. So wie nun einer von uns eine Sternschnuppe sah, so zeichnete er die Minute nach seiner Uhr an, und bezeichnete in den Sterncharten möglichst genau den Punct, wo sie ihm am Himmel erschienen war, und kehrte mit diesem Verzeichnisse am andern Morgen nach Göttingen zurück. Da unsre Uhren genau gleich gestellt waren, so ergab nun schon die erste Vergleichung der Journale einige ziemlich gleichzeitige Beobachtungen, von denen mit Wahrscheinlichkeit angenommen werden konnte, daß sie einerlei Sternschnuppe betrafen, und diese wurden durch genauere Rechnung weiter untersucht.

Da die Stelle, wo jeder von uns die Sternschnuppe verschwinden sah, in den Sterncharten bezeichnet war, so ließen sich die Winkel, welche

die von der Sternschnuppe nach jedem von uns gezogenen Linien mit der Standlinie machten, angeben; und da zugleich die Länge der Standlinie bekannt war, so ließ sich (Fig. 31) ein Dreieck ABC zeichnen, worin AB die Standlinie vorstellt, und die an A und B gehörig gezeichneten Winkel die wahre Lage der Sternschnuppe C , also ihre Entfernung von A und B angeben. Bei diesen Beobachtungen konnte der Zweifel entstehen, ob auch wirklich beide Beobachter einerlei Sternschnuppe gesehen hatten; es wird Ihnen aber nicht schwer werden, einzusehen, daß dieser Zweifel sich ziemlich sicher heben ließ. So weit nämlich auch die Punkte am Himmel auseinander liegen können, wo dieselbe Sternschnuppe jedem der Beobachter erschien: so ist doch bei einer gegebenen scheinbaren Lage der Sternschnuppe für den einen Beobachter schon einigermaßen bestimmt, wo der andere Beobachter sie sehen kann. Sah ich z. B. vom Sesebühl aus eine Sternschnuppe genau im Zenith, so erschien zwar diese für Benzenberg nicht im Zenith, aber sie mußte ihm doch genau nach der Himmelsgegend erscheinen, wo ihm der Sesebühl lag, oder mußte ihm grade über

dem Gesebühl stehen. So also ließ sich bei jeder Beobachtung bestimmen, ob eine von Benzenberg beobachtete Sternschnuppe mir da erscheinen konnte, wo ich zu ohngefähr gleicher Zeit eine gesehen hatte, und diese Bestimmung gab einen hohen Grad von Gewissheit für die Identität der beobachteten Sternschnuppe, weil der Streif am Himmel, wo ich möglicher Weise jene Sternschnuppe sehen konnte, nur einen kleinen Raum in Vergleichung der ganzen Himmelskugel ausmachte. Diese Beobachtungen führten uns zu der Gewissheit, daß die Sternschnuppen in Höhen von 3 bis mehr als 30 Meilen oberhalb der Erde entstehen und verschwinden, und daß es möglich sei, manche derselben an Orten, welche mehrere hundert Meilen von einander entfernt liegen, zu sehen, da wir selbst eine beobachtet haben, die ohngefähr in Ungarn im Zenith stehen mußte, und uns gleichwohl noch größer als der Jupiter erschien.

Diese Beobachtungen zeigen Ihnen außer dem, wozu ich sie eigentlich hier anführe, auch noch das, daß die Sternschnuppen wirklich zu Signalen für die Längenbestimmung dienen können, indem es möglich ist, mit großer Gewiß-

heit auszumachen, ob beide Beobachter einerlei Sternschnuppen sahen; für die Längenbestimmung zur See sind sie nicht brauchbar, da der Schiffer nicht warten kann, bis er eine gleichzeitige Beobachtung aus London oder Berlin erhält, sondern seine geographische Länge sogleich zu wissen verlangt. Aber auch das werden Sie nun leicht übersehen, daß man auf ganz ähnliche Weise die Entfernung des Mondes von der Erde bestimmen kann, wenn man diesen an zwei sehr weit von einander entfernten Orten beobachtet. Der Unterschied seiner scheinbaren Lage unter den Sternen ist zwar nicht groß, aber man hat diesen Unterschied so wiederholt und so genau beobachtet, daß man seine Entfernung mit großer Genauigkeit angeben kann. Diese Entfernung ist nicht immer ganz gleich, sondern bei jedem Umlaufe nähert der Mond sich eine Zeitlang der Erde, und entfernt sich wieder von ihr, seine mittlere Entfernung von uns ist etwa 60 mal so groß als der halbe Durchmesser der Erde.

Wegen der erheblichen Parallaxe des Mondes sehen nicht alle Beobachter auf der Erde die Sonnenfinsternisse auf gleiche Art, und daher kommt es, daß zuweilen eine Sonnenfinsterniß

für uns unsichtbar ist, wenn sie sich auch während der Zeit ereignet, da wir die Sonne sehen können. Es kann sich nämlich treffen, daß der Mond uns ganz nahe unter der Sonne vorbeigeht, und daher in den südlicher liegenden Gegenden der Erde einen Theil der Sonne, und selbst die ganze Sonne verdeckt, während wir ihn hier gar nicht bemerken. Bei den meisten Sonnenfinsternissen giebt es einige Orte auf der Erde, wo man den Mond grade mitten vor der Sonne, und daher diese entweder ganz verfinstert, oder nur um den dunkeln Mond einen schmalen Rand der Sonne wie einen Ring sieht; dies sind nämlich diejenigen Orte, auf welche der Mittelpunct des Mondschattens fällt, und diese bilden wegen des beständigen Fortrückens des Mondes eine zusammenhängende Linie auf der Erde. Alle Orte, welche von dieser Linie entfernt liegen, sehen den Mond nur einen Theil der Sonne bedecken, und zwar einen immer desto kleinern Theil, je weiter sie von jener Linie abliegen. — So könnten also auch die Sonnenfinsternisse zur Bestimmung der Entfernung des Mondes dienen, wenn man an zwei Orten, deren Entfernung von einander

man genau kennt, bemerkt, wie viel der Mond am einen Orte mehr als am andern von der Sonne verdeckt.

Bei dem Gebrauche des Mondes zu Berechnung der Länge bringt diese Parallaxe die Unannehmlichkeit hervor, daß man nicht annehmen darf, daß die Stellung, in welcher ich den Mond sehe, für denselben Augenblick auch für London oder für den Ort, der bei der Vorausberechnung im Calendar zum Grunde gelegt ist, gilt; aber man kann dieser Unannehmlichkeit ziemlich leicht abhelfen. Weil man die Entfernung des Mondes vom Mittelpuncte der Erde zu jeder Zeit genau kennt, so kann man (Fig. 32), wenn AB die Erde vorstellt, einen Kreis CD so ziehen, daß seine Entfernung von E zur Größe der gezeichneten Erde eben das Verhältniß hat, wie die Entfernung des Mondes zur Größe der Erde; ist nun der Beobachter in F, so giebt seine Beobachtung ihm den Abstand des Mondes vom Zenith, und folglich die Richtung FG an, wo er den Mond sieht, und er kann nun in seiner Zeichnung bestimmen, wie weit der Ort H, wo der Mond im Zenith steht, von ihm abliegt. Auch lehrt ihm die Zeichnung die

Richtung kennen, in welcher man den Mond von H aus sieht, und wenn er eine Linie FI nach derselben Richtung zieht, so bezeichnet ihm diese, wenn er sie auf den Himmel überträgt, den Stern, bei dem der Beobachter in H den Mond erblickt. Diese Kenntniß ist für den Schiffer darum wichtig, weil in seinem Calen- der der Stand des Mondes für jeden Zeitpunkt so angegeben ist, wie er demjenigen erscheint, der ihn grade im Zenith sieht, oder wie ein Beob- achter im Mittelpunct der Erde ihn sehen würde, wenn er von da aus den Mond sehen könnte. — So dient also der Lauf des Mondes, ungeachtet seiner Parallaxe, dem Beobachter statt eines Signals, und er kann den Zeitpunkt aus seiner Beobachtung bestimmen, der nach der Angabe des Calenders z. B. grade dann statt findet, wenn es in London 12 Uhr ist; — die Angabe seiner Uhr, welche für den Ort der Beobachtung richtig gestellt ist, giebt ihm dann den Zeitun- terschied, und folglich den Längenunterschied zwischen seinem Standpuncte und London an.

Die Methode, welche man zu Bestimmung der Entfernung des Mondes von uns gebraucht, indem man diese aus der Parallaxe desselben für

eine bestimmte Entfernung herleitet, würde sich zwar auch gebrauchen lassen, um zu bestimmen, wie weit die Planeten und die Sonne von uns entfernt sind; aber die Parallaxe dieser Himmelskörper ist sehr klein, und da man bei der Beobachtung doch nie vor einigen Fehlern sicher ist, so darf man sich auf die Bestimmung so kleiner Größen nicht ganz verlassen. So viel zeigen indeß diese Parallaxen-Beobachtungen, daß alle andere Himmelskörper sehr viel entfernter sind, als der Mond, und man hat sich sehr viele Mühe gegeben, auch die Entfernung der Sonne von uns durch Beobachtungen, die mit der Parallaxen-Beobachtung verwandt sind, möglichst genau zu bestimmen. Ich werde auf diese Beobachtungen, welche Kenntnisse der wahren Bewegung der Himmelskörper voraussetzen, in der Folge zurück kommen, und will hier nur voraus bemerken, daß man die Entfernung der Sonne größer als 20 Millionen Meilen, das ist mehr als 400 mal so groß, als die Entfernung des Mondes von uns gefunden hat. Die Schlüsse, welche sich hieraus über die wahre Größe des Mondes und der Sonne ergeben, will ich hier übergehen, da ich Sie noch einmal recht

vollständig von der natürlichen Beschaffenheit dieser Himmelskörper zu unterhalten denke.

Ich schließe übrigens mit dem heutigen Briefe den ersten Haupttheil meiner astronomischen Unterhaltungen. Es war meine Absicht, Ihnen hier das Wichtigste von dem zu erläutern, was man aus der Beobachtung der Himmelskörper ableiten konnte, ehe man die wahre Bewegung der Erde und der übrigen Körper kannte. Sie haben gesehen, daß dieses nicht ganz unbedeutend ist, daß jene Beobachtungen uns zur genauen Kenntniß der Figur der Erde, zur Kenntniß der kugelförmigen Gestalt des Mondes, seiner Entfernung von uns, ja selbst zu einiger Kenntniß der Entfernung der Sonne von uns, und zu Bestimmung ihrer Größe leiten. Wir wollen jetzt die wichtigsten Fragen, warum die Sterne sich täglich um uns zu bewegen scheinen, warum die Sonne jährlich ihren Kreis unter den Sternen durchläuft, u. s. w. zu beantworten suchen, und ich erbitte mir daher zu diesen Untersuchungen Ihre fernere Aufmerksamkeit.

