

## Viertes Kapitel.

*Von der Bewegung des Monds, von seinen Lichtgestalten und den Finsternissen.*

Unter allen Gestirnen ist das, was uns nach der Sonne am meisten interessirt, der Mond, dessen Lichtgestalten eine so merkwürdige Zeitabtheilung darbieten, daß sie anfänglich bey allen Völkern in Gebrauch kam. Der Mond hat, wie die Sonne, eine eigene Bewegung von Abend nach Morgen. Die Dauer seines Sideralumlaufts war im Anfange des Jahrs 1700 gleich 27,32166118036 Tagen, Sie ist nicht in allen Jahrhunderten einerley; die Vergleichung der neueren Beobachtungen mit den älteren beweist unwidersprechlich eine Beschleunigung der mittleren Bewegung des Monds. Diese Beschleunigung, die von der ältesten Finsterniß an, deren Beobachtung auf uns gekommen ist, nur noch wenig merklich ist, wird sich in der Folge der Zeit mehr entdecken. Ob sie aber ohne Aufhören fortwachsen, oder, ob sie einmal stille stehen werde, um in eine Verminderung überzugehen, dieß können die Beobachtungen erst nach einer großen Anzahl von Jahrhunderten ausmitteln. Glücklicher Weise ist die

Entdeckung ihrer Ursache den letzteren zu-  
vorgekommen, und hat uns gelehrt, daß sie  
periodisch ist.

Der Mond bewegt sich in einer ellipti-  
schen Bahn, in deren einem Brennpunkte  
die Erde sich befindet. Sein Radius Vector  
beschreibt um diesen Punkt Flächen, die den  
Zeiten sehr nahe proportionirt sind. Nimmt  
man dieses Gestirns mittlere Entfernung von  
der Erde für die Einheit an, so ist die Excen-  
tricität seiner Ellipse 0,0550368, welches die  
größte Mittelpunktsgleichung  $7^{\circ},0099$  groß  
giebt. Die Erdnähe des Mondes hat eine recht-  
läufige\*), d. h. in einerley Richtung mit der der  
Sonne, fortgehende Bewegung, und die Dauer  
ihres Sideralumlaufts beträgt 3232,46643 Tage.

Diese, den Bewegungsgesetzen der Sonne  
ähnliche, Gesetze sind noch weit entfernt,  
die Beobachtungen darzustellen. Die Bewe-  
gung des Mondes ist einer großen Anzahl  
anderer Ungleichheiten unterworfen, die in

\*) Eine Bewegung am Himmel heist *rechtläufig*,  
wenn sie der Ordnung der Zeichen der Ekliptik:  
Widder, Stier etc. etc. folgt, oder, wenn das Ge-  
stirn aus dem Widder in den Stier etc. etc. rückt,  
*rüchläufig* hingegen, wenn sie der Ordnung der  
Zeichen entgegen erfolgt, oder, wenn das Gestirn  
aus den Fischen in den Wassermann etc. etc. rückt.

sichtbaren Beziehungen mit der Lage der Sonne stehen. Die drey vornehmsten davon sind folgende:

Die beträchtlichste von allen, die man auch zuerst kennen gelernt hat, ist die, welche man die *Evection* nennt. Diese Ungleichheit, die in ihrem Maximum bis auf  $1^{\circ},4902$  steigt, ist dem Sinus des doppelten mittleren Winkelabstands des Monds von der Sonne, weniger des mittleren Winkelabstands des Monds von der Erdnähe seiner Bahn proportionirt. In den Oppositionen und Conjunctionen des Monds mit der Sonne vermischt sie sich mit der Mittelpunktsgleichung, die sie beständig vermindert, und deswegen fanden die alten Beobachter, die die Elemente der Mondstheorie blos zum Behufe der Finsternisse, und in der Absicht, diese Erscheinungen vorauszusagen, bestimmten, des Monds Mittelpunktsgleichung um die ganze Gröfse der *Evection* kleiner, als sie in der That ist.

Man beobachtet ferner bey der Bewegung des Monds eine grofse Ungleichheit, welche bey den Conjunctionen und Oppositionen des Monds mit der Sonne, so wie in den Punkten, wo diese Gestirne hundert

Grade von einander entfernt sind, verschwindet. Sie erreicht ihr Maximum, und steigt bis auf  $0^{\circ},6608$ , wenn ihre Entfernung von einander fünfzig Grade beträgt. Daraus hat man geschlossen, daß sie dem Sinus des doppelten mittleren Winkelabstands des Mondes von der Sonne proportionirt sey. Diese Ungleichheit, die man die *Variation* nennt, konnte, weil sie bey den Finsternissen verschwindet, durch Beobachtung dieser Erscheinungen nicht bekannt werden.

Endlich wird die Bewegung des Mondes beschleunigt, wenn die der Sonne vermindert wird, und umgekehrt. Daraus entspringt eine unter dem Namen der *Jahrgleichung* bekannte Ungleichheit, deren Gesetz genau dasselbe, wie für die Mittelpunktsgleichung der Sonne, nur mit dem entgegengesetzten Zeichen, ist. Diese Ungleichheit, die in ihrem Maximum  $0^{\circ},2064$  beträgt, vermischt sich bey den Finsternissen mit der Mittelpunktsgleichung der Sonne, und bey der Berechnung des Augenblicks dieser Erscheinungen, ist es gleichgiltig, diese beyden Gleichungen besonders zu betrachten, oder die Jahrgleichung der Mondstheorie auszuschließen, um die Mittelpunktsgleichung der Sonne

damit zu vermehren. Dieß ist eine der Hauptursachen, warum die alten Astronomen dieser letztern Gleichung einen zu großen Werth gaben, so wie sie den Werth der Mittelpunktsgleichung des Mondes im Verhältnisse der Evection zu klein ansetzten.

Die Mondbahn ist um  $5^{\circ}7188$  gegen die Fläche der Ekliptik geneigt, ihre Durchschnittspunkte mit dieser, die man *Knoten* nennt, sind nicht veste am Himmel, sondern haben eine rückläufige, der der Sonne entgegengesetzte, Bewegung, die man aus der Folge der Sterne, denen der Mond begegnet, indem er die Ekliptik durchschneidet, leicht kennen lernen kann. Die Dauer des Sideralumlaufts dieser Knoten beträgt 6793,3009 Tage.

Den *aufsteigenden* Knoten nennt man den, von welchem der Mond sich über die Ekliptik gegen den Nordpol zu erhebt; und den *niedersteigenden* den, von welchem er unter dieselbe gegen den Südpol zu sich hinabläßt. Ihre Bewegung ist mehreren Ungleichheiten unterworfen, wovon die größte dem Sinus des doppelten Winkelabstands der Sonne von dem aufsteigenden Knoten der Mondbahn proportionirt ist, und in ihrem

Maximum auf  $1^{\circ},8105$  steigt. Die Neigung der Bahn ist auf gleiche Art veränderlich; ihre grösste Ungleichheit, die auf  $0^{\circ},1631$  steigt, ist dem Cosinus des nämlichen Winkels, von welchem die Ungleichheit der Bewegung der Knoten abhängt, proportionirt.

Die Mondsbahn hat, so wie die Bahnen der Sonne und aller Himmelskörper, nicht mehr Realität, als die Parabeln, die von geworfenen Körpern über der Oberfläche der Erde beschrieben werden. Um uns die Bewegung eines Körpers im Raume vorzustellen, gedenken wir uns eine Linie durch alle auf einander folgenden Lagen seines Mittelpunkts gezogen. Diese Linie ist seine Bahn, und deren Ebene die, welche durch zwey auf einander folgende Lagen des Körpers und durch den Mittelpunkt geht, um welchen man sich denselben als bewegt vorstellt. Anstatt die Bewegung des Körpers auf diese Art zu betrachten, kann man ihn in Gedanken über einer unbeweglichen Ebene werfen, und die Curve der Wurfbewegung, nebst der Höhe des Körpers über dieser Ebene bestimmen. Jede dieser Methoden hat ihre eigenthümlichen Vorzüge, die, nach Beschaf-

fenheit der Umstände, die eine vor der andern empfehlen.

Des Monds scheinbarer Durchmesser ändert sich auf eine den Veränderungen seiner Bewegung gemäße Art. Er beträgt 5438" in der größten, und 6207" in der kleinsten Entfernung des Monds von der Erde.

Die nämlichen Mittel, denen die Sonnenparallaxe, wegen ihrer Kleinheit, entgieng, haben die Mondsparallaxe in derjenigen Entfernung des Monds von der Erde, die das arithmetische Mittel zwischen der größten und kleinsten ist, 10676" gleich gegeben. In der nämlichen Entfernung also, in welcher der Mond uns unter einem Winkel von 5823" erscheint, würde man die Erde unter einem Winkel von 21352" sehen; ihre Durchmesser stehen also in dem Verhältnisse dieser Zahlen, oder sehr nahe in dem Verhältnisse von 3 zu 11, und der Rauminhalt der Mondskugel ist 49mal kleiner, als der der Erdkugel.

Die Lichtgestalten (*Phasen*) des Monds sind eine der auffallendsten himmlischen Erscheinungen. Wenn er des Abends aus den Stralen der Sonne hervorkommt, so zeigt er uns einen kleinen Theil seiner erleuchteten

Seite, welcher in eben dem Maafse zunimmt, als er sich von ihr entfernt, und welcher eine ganze Lichtscheibe wird, wenn er mit diesem Gestirne in Opposition kommt.

Wenn er in der Folge sich ihr wieder nähert, so verwandelt sich diese Scheibe in ein Stück einer erleuchteten Kreisfläche mit einer dunkeln Ergänzung (*croissant* \*), welches eben so stufenweise, wie es gewachsen war, wiederum abnimmt, bis es sich des Morgens in den Sonnenstralen verliert. Dafs die erleuchtete Seite des Monds beständig gegen die Sonne zu gerichtet ist, ist eine deutliche Anzeige, dafs er sein Licht von ihr entlehnt; und das Gesetz der Veränderung seiner Lichtgestalten, deren Breite sehr nahe in dem Verhältnisse des Sinus Versus seines Winkelabstandes von der Sonne wächst, beweist uns, dafs er ein sphärischer Körper ist.

Da diese Lichtgestalten sich mit den Conjunctionen erneuern, so hängt ihre Zurück-

\*) Sonst heifst bey den französischen Schriftstellern *croissant* nur der zunehmende Mond, und *décours* der abnehmende. Denn un *croissant*, qui *diminue*, wie es hier heifst, ist, genau zu reden, ein hölzernes Schüreisen.

kunft von dem Ueberschusse der synodischen Bewegung des Mondes über die der Sonne ab, welcher Ueberschufs die *synodische* Bewegung des Mondes genannt wird \*). Die Dauer des synodischen Umlaufs dieses Gestirns, oder die Periode seiner mittleren Conjunctionen ist 29,530588 Tage. Sie steht zum tropischen Jahre sehr nahe in dem Verhältnisse von 19 235, d. h. auf 19 Sonnenjahre gehen ohngefähr 235 Mondmonate.

Die

\*) Dies ist *Kaenderwelsch*. Was soll die synodische Bewegung der Sonne seyn? Wie kann eine Bewegung mit dem Ueberschusse, um welchen sie die Gröfse einer andern Bewegung übertrifft, einerley Namen führen? Das Wahre ist: Die Zeit, welche verfließt, bis der Mond wieder zur Sonne kommt, nachdem er einmal bey ihr gewesen ist, heifst der *synodische*, und die, welche verfließt, bis er wieder zum nämlichen Fixsterne zurückkommt, der *periodische* Umlauf des Mondes. Die erstere ist gröfser als die letztere, weil, während eines Umlaufs des Mondes, die Erde, vom Monde begleitet, in ihrer eigenen Bahn fortrückt, was die Folge hat, dafs der letztere, wenn er wieder beym nämlichen Fixsterne angelangt ist, noch nicht, auch mit der Sonne wieder am nämlichen Orte des Himmels gesehen wird, sondern dazu noch einen Bogen seiner Bahn zurücklegen muß, zu welchem er über 2 Tage Zeit gebraucht. Der Ueberschufs seines synodischen Umlaufs über den periodischen ist es also, woyon die Zurückkunft seiner Lichtgestalten abhängt.

Die Syzygien sind die Punkte der Bahn, wo der Mond mit der Sonne in Conjunction oder in Opposition ist. Im ersten Punkte ist der Mond *neu*, im andern *voll*. Die *Quadraturen* sind die Punkte der Bahn, wo der Mond von der Sonne 100 oder 300 Grade, nach der Richtung seiner eigenen Bewegung gerechnet, entfernt ist. In diesen Punkten, die man das *erste* und *letzte Viertel* des Monds nennt, sehen wir sehr nahe die Hälfte seiner erleuchteten Halbkugel. Streng genommen, sehen wir etwas mehr davon; denn wenn genau seine Hälfte uns zu Gesichte kommt, so ist der Winkelabstand des Monds von der Sonne etwas kleiner, als 100 Grade.

In diesem Augenblicke, den man daran erkennt, daß die Linie, welche die erleuchtete Halbkugel von der dunkeln scheidet, als eine gerade Linie erscheint, ist die Gesichtslinie von dem Beobachter nach dem Mittelpunkte des Monds auf derjenigen Lothrecht, welche die Mittelpunkte des Monds und der Sonne verbindet. Demnach ist in dem Dreyecke, das die Linien einschließen, die diese Mittelpunkte und das Auge des Beobachters verbinden, der Winkel am Monde ein rechter, der am Auge des Beobachters

aber aus der Beobachtung bekannt; man kann also die Entfernung der Sonne von der Erde in Theilen der Entfernung der Erde vom Monde bestimmen. Die Schwierigkeit, den Augenblick genau anzugeben, wo wir die Hälfte der erleuchteten Mondscheibe sehen, macht diese Methode minder genau; indessen verdankt man ihr doch die ersten richtigen Begriffe, die man von dem unermesslichen Rauminhalte der Sonne und ihrer großen Entfernung von der Erde erlangt hat.

Die Erklärung der Mondphasen führt auf die der Finsternisse, die, in den Zeiten der Unwissenheit für die Menschen ein Gegenstand des Schreckens, zu allen Zeiten aber für die Philosophen ein Gegenstand der Forschungsbegierde waren.

Der Mond kann sich nicht verfinstern, als durch Dazwischenkunft eines dunkeln Körpers, der ihm das Licht der Sonne entzieht, und es ist offenbar, daß dieser Körper die Erde ist, weil die Mondsfinsternisse niemals, als in ihren Oppositionen, oder, wenn die Erde zwischen dem Monde und der Sonne steht, erfolgen. Die Erdkugel wirft, der Sonne gegenüber, einen Schattenkegel hinter sich, dessen Achse in die gerade Linie fällt, die die

Mittelpunkte der Sonne und der Erde mit einander verbindet, und dessen Spitze in dem Punkte liegt, wo die scheinbaren Durchmesser dieser beyden Körper gleich sind. Diese Durchmesser, aus dem Mittelpunkte des Monds in der Opposition und in seiner mittleren Entfernung gesehen, sind beyläufig 5920" für die Sonne, und 21352" für die Erde; der Schattenkegel der Erde hat also eine Länge, die wenigstens dreymal größer ist, als die Entfernung des Monds von der Erde, und seine Breite ist da, wo der Mond ihn durchschneidet, mehr, als das Doppelte vom Durchmesser des Monds. Der Mond würde daher allemal verfinstert werden, so oft er mit der Sonne in Opposition ist, wenn die Ebene seiner Bahn mit der Ekliptik zusammenfiel; aber vermöge der gegenseitigen Neigung dieser Ebenen steht der Mond in seinen Oppositionen oft über oder unter dem Schattenkegel der Erde, und geht nicht durch denselben, als wenn er nahe bey seinen Knoten ist. Tritt seine ganze Scheibe in den Erdschatten ein, so heißt die Mondsfinsterniß *total*, geht aber diese Scheibe nur zum Theil durch denselben, so heißt sie *partial*; und man begreift nun, daß die Nähe des Monds

bey seinen Knoten im Augenblicke der Opposition alle Verschiedenheiten, die man bey diesen Finsternissen bemerkt, hervorbringen müsse.

Die mittlere Dauer eines Umlaufs der Sonne in Ansehung des Knotens der Monds-  
bahn ist 346,61963 Jahre; sie steht zur Dauer  
eines synodischen Umlaufs des Monds sehr  
nahe in dem Verhältnisse von 223 zu 19; nach  
einer Periode von 223 Mondsmonaten befin-  
den sich also die Sonne und der Mond wieder  
in der nämlichen Lage in Ansehung des Kno-  
tens der Mondsbahn; und die Finsternisse  
müssen folglich ohngefähr in der nämlichen  
Ordnung zurückkommen. Dieß giebt ein  
einfaches Mittel, sie vorauszusagen. Aber die  
Ungleichheiten der Bewegungen der Sonne  
und des Monds müssen darin merkliche Un-  
terschiede hervorbringen, und da ausserdem  
die Zurückkunft dieser beyden Gestirne zur  
nämlichen Lage in Ansehung des Knoten in  
dem Zeitraume von 223 Monaten nicht ge-  
nau ist, so verändern die daraus entspringen-  
den Abweichungen auf die Länge die Ordnung  
der in einer dieser Perioden beobachteten  
Finsternisse.

Die Sonnenfinsternisse beobachten wir  
nur in den Conjunctionen der Sonne und des

Monds, wenn der letztere zwischen die Sonne und die Erde tritt, und dadurch das Licht der ersteren auffängt. Obschon der Mond unvergleichbar viel kleiner als die Sonne ist, so ist er doch, durch einen merkwürdigen Umstand, der Erde nahe genug, daß sein scheinbarer Durchmesser von dem der Sonne wenig unterschieden ist; ja es geschieht sogar, nach dem Verhältnisse der Veränderungen dieser Durchmesser, daß sie sich wechselseitig einander übertreffen. Gedenken wir uns die Mittelpunkte der Sonne und des Monds in *einer* geraden Linie mit dem Auge des Beobachters, so wird er die Sonne verfinstert sehen, und wenn des Monds scheinbarer Durchmesser größer, als der der Sonne, ist, so wird die Finsterniß total seyn; ist aber jener Durchmesser kleiner, so wird der Beobachter einen erleuchteten Ring sehen, den der über die Mondscheibe hervorragende Theil der Sonne bildet, und die Finsterniß wird *ringförmig* seyn.

Liegt aber des Monds Mittelpunkt nicht in der geraden Linie, die vom Auge des Beobachters nach dem Mittelpunkte der Sonne gehet, so wird der Mond nur einen Theil der Sonnenscheibe verdunkeln können, und

die Finsternis wird partial seyn. So müssen also die Verschiedenheiten in den Entfernungen der Sonne und des Mondes vom Mittelpunkte der Erde und in der Nähe des Mondes bey seinen Knoten im Augenblicke seiner Conjunctionen sehr große Unterschiede bey den Sonnenfinsternissen hervorbringen. Zu diesen Ursachen kommt noch die Höhe des Mondes über dem Horizonte, welche die Größe seines scheinbaren Durchmessers ändert, und, vermittelst der Mondsparrallaxe, die scheinbare Entfernung der Mittelpunkte der Sonne und des Mondes so verändern kann, daß von zwey von einander entfernten Beobachtern der eine eine Sonnenfinsternis sehen kann, die für den andern nicht Statt findet.

Darin sind also die Sonnenfinsternisse von den Mondfinsternissen unterschieden, welche allen Oertern der Erde auf gleiche Art erscheinen.

Oft sieht man den Schatten einer von Winden fortgetriebenen Wolke über Anhöhen und Thäler eiligst weglaufen, und den Zuschauern, die er trifft, den Anblick der Sonne entziehen, dessen diejenigen genießen, die ausser seinen Gränzen sich befinden. Diefs ist ein genaues Bild der totalen Sonnen-

finsternisse. Eine ganz dunkle Nacht, die unter günstigen Umständen über fünf Minuten dauern kann, begleitet diese Finsternisse. Das plötzliche Verschwinden der Sonne und die darauf folgende dicke Finsterniß erfüllen die Thiere mit Schrecken; die Sterne, die das Tageslicht nicht sichtbar werden liefs, zeigen sich in ihrem ganzen Glanze, und der Himmel erscheint wie in der schwärzesten Nacht. Man hat um die Mondscheibe einen blassen Lichtring bemerkt, welcher wahrscheinlich die Atmosphäre der Sonne selbst ist, denn seine Ausdehnung kann der des Mondes nicht zukommen, und man hat sich durch die Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen versichert, daß diese letztere Atmosphäre beynahe unmerklich ist.

Die Atmosphäre, die man sich um den Mond vorstellen kann, beugt die Lichtstralen gegen den Mittelpunkt dieses Gestirns zu; und wenn, wie das seyn muß, die atmosphärischen Schichten in dem Maasse dünner sind, als sie sich über die Oberfläche des Mondes erheben, so beugen sich diese Stralen, nach dem Eingange in dieselbigen, immer mehr und mehr, und beschreiben eine gegen seinen Mittelpunkt zu hohle krumme Linie.

Ein Beobachter auf dem Monde würde demnach nicht aufhören einen Stern zu sehen, als wenn dieser um einen Winkel, den man die *Horizontalrefraction* nennt, unter seinem Horizonte stünde. Die von diesem im Horizonte erscheinenden Sterne ausgehenden Stralen, würden, nachdem sie an der Oberfläche des Mondes hingegangen wären, ihren Weg fortsetzen, und eine Curve beschreiben, die derjenigen ähnlich wäre, durch welche sie dahin gelangt wären; daher würde ein zweyter Beobachter, der, in Ansehung des Sterns, hinter dem Monde stünde, ihn, vermöge der Beugung seiner Stralen, in der Atmosphäre des Mondes noch sehen. Der Durchmesser des Mondes wird durch die Stralenbrechung seiner Atmosphäre nicht merklich vergrößert; daher wird ein Stern, der vom Monde bedeckt wird, dieses später seyn, als wenn diese Atmosphäre nicht wäre, und aus der nämlichen Ursache wird er auch früher aufhören bedeckt zu seyn, daß also der Einfluß der Atmosphäre des Mondes hauptsächlich in der Dauer der Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen vom Monde merklich ist. Vielfältige und genaue Beobachtungen haben diesen Einfluß kaum vermuthen las-

sen, und man hat sich versichert, daß auf der Oberfläche des Monds die Horizontalrefraction nicht über fünf Secunden betrage.

Wir werden in der Folge sehen, daß auf der Oberfläche der Erde diese Refraction zum wenigsten tausendmal grösser ist. Die Atmosphäre des Monds ist also, wenn es eine giebt, äusserst dünne, und in dieser Eigenschaft dem luftleeren Raume, den wir durch unsere besten Luftpumpen hervorbringen können, überlegen. Daraus müssen wir den Schluß ziehen, daß kein Thier der Erde auf dem Monde athmen und leben könnte, und daß, wenn er bewohnt ist, er es nur durch Thiere von anderer Art seyn kann. Die Flüssigkeiten, die durch eine so dünne Atmosphäre nur wenig zusammengedrückt wären, würden sich bald in Dünste auflösen; man hat also Grund zu glauben, daß auf der Oberfläche des Monds alles vest sey, und dieß scheint durch die Beobachtungen desselben mittelst großer Teleskope, die ihn uns als eine trockene Masse zeigen, auf welcher man die Wirkungen und sogar Auswürfe von Vulcanen zu bemerken glaubte, bestätigt zu werden.

Bouguer hat durch Versuche gefunden, daß das Licht des Vollmonds ohngefähr 300000mal schwächer, als das der Sonne ist. Diefs ist die Ursache, warum dieses Licht, wenn es im Brennpunkte der größten Brennspiegel vereiniget wird, auf das Thermometer keine merkliche Wirkung äusert.

Der Mond verschwindet, bey seinen Verfinsterungen, nicht ganz, sondern ist noch mit einem sehr schwachen Lichte erleuchtet, das er von den Sonnenstralen erhält, die in der Atmosphäre der Erde eine Beugung erlitten haben. Seine Helligkeit würde selbst dann noch lebhafter, als im Vollmonde, seyn, wenn nicht so viele dieser Stralen in unserer Atmosphäre verlohren giengen. Man übersieht leicht, daß dieses Licht beträchtlicher seyn müsse bey den Finsternissen, die in der Erdferne, als bey denen, die in der Erdnähe einfallen; die Dünste und Wolken können es so sehr schwächen, daß sie den Mond bey seinen Verfinsterungen ganz unsichtbar machen, und die Geschichte der Astronomie stellt uns einige, obgleich sehr seltene, Beyspiele von einem solchen gänzlichen Verschwinden des Monds auf.

Man unterscheidet noch, besonders bey den Neumonden, den Theil der Mondfläche, der nicht von der Sonne erleuchtet ist. Dieser blasse Schimmer, den man das *aschfarbige Licht* nennt, kommt von dem Lichte her, das die erleuchtete Halbkugel der Erde dem Monde zuwirft, wie man daraus sieht, das er gegen den Neumond zu merklicher ist, wenn ein größerer Theil dieser Halbkugel dem Monde zugekehrt ist. In der That übersieht man leicht, das die Erde einem Beobachter auf dem Monde ähnliche Phasen, wie der Mond uns, zeigen würde, nur würden diese mit einem, nach dem Verhältnisse der größeren Ausdehnung der Erdoberfläche stärkeren, Lichte begleitet seyn.

Die Mondscheibe zeigt eine große Anzahl unveränderlicher Flecken, die man sorgfältig beobachtet und beschrieben hat. Diese lehren uns, das dieses Gestirn uns fast immer die nämliche Halbkugel zuwende; es dreht sich also in der nämlichen Zeit, in welcher es um die Erde läuft, auch um sich selbst.

Denn, wenn man sich die Mondskugel durchsichtig und in ihrem Mittelpunkte einen Beobachter vorstellt, so wird dieser die Erde

und seine Gesichtslinie sich um ihn drehen sehen; und da diese Gesichtslinie fast immer im nämlichen Punkte durch die Mondfläche geht, so erhellet, daß dieser Punkt in der nämlichen Zeit, und in der nämlichen Richtung, wie die Erde, sich um den Beobachter drehen müsse.

Indessen läßt doch eine fortgesetzte Beobachtung der Mondscheibe einige kleine Verschiedenheiten in ihren Erscheinungen bemerken. Man sieht die Flecken wechselsweise sich ihren Rändern nähern, und von ihnen entfernen; diejenigen, welche ihnen sehr nahe sind, verschwinden nach und nach, und erscheinen wieder, indem sie periodische Schwingungen machen, die man mit dem Namen des *Schwankens* oder *Wankens* (der *Libration*) des Mondes bezeichnet hat. Um sich eine richtige Vorstellung von den Hauptursachen dieser Erscheinung zu machen, muß man erwägen, daß die Mondscheibe, vom Mittelpunkte der Erde aus gesehen, von der Peripherie eines größten Kreises der Mondkugel begränzt ist, welcher auf der vom Mittelpunkte der Erde nach dem Mittelpunkte dieser Kugel gehenden Linie lothrecht steht. Auf der Fläche dieses größten Kreises entwirft

sich die der Erde zugekehrte Mondshalbkugel, und ihre Erscheinungen rühren von der Umdrehungsbewegung dieses Gestirns in Ansehung seines Radius Vector her. Drehete sich der Mond nicht um seine Achse, so würde sein Radius Vector, bey jedem seiner Umläufe, die Peripherie eines grössten Kreises auf seiner Oberfläche beschreiben, von welcher uns auf solche Art nach und nach alle Punkte sichtbar werden würden. Aber zur nämlichen Zeit, da der Radius Vector diese Peripherie beschreibt, führt die Mondskugel durch ihre Umdrehung immer sehr nahe den nämlichen Punkt ihrer Oberfläche unter diesen Radius zurück, und wendet folglich der Erde immer die nämliche Halbkugel zu. Die Ungleichheiten der Bewegung des Mondes bringen kleine Verschiedenheiten in seinen Erscheinungen hervor. Denn da seine Umdrehungsbewegung an diesen Ungleichheiten keinen merklichen Antheil nimmt, so ist sie in Ansehung seines Radius Vector, der auf solche Art seiner Oberfläche in verschiedenen Punkten begegnet, veränderlich. Die Mondskugel macht daher, in Ansehung dieses Radius Vector, Schwingungen, die mit den Ungleichheiten ihrer Bewegung übereinstimmen, und

uns gewisse Theile ihrer Oberfläche wechselsweise bald verbergen, bald entdecken.

Ueberdies ist die Achse der Umdrehung des Monds auf der Ebene seiner Bahn nicht genau lothrecht. Setzt man, daß sie während eines Umlaufs der Mondskugel beynahe unbeweglich sey, so ist sie über des Monds Radius Vector hin mehr oder weniger geneigt, und der von diesen beyden Linien eingeschlossene Winkel ist während der einen Hälfte des Umlaufs spitz, während der andern aber stumpf; die Erde sieht daher wechselsweise beyde Pole der Umdrehung und die ihnen nahe liegenden Theile der Mondfläche.

Endlich befindet sich der Beobachter nicht im Mittelpunkte der Erde, sondern auf ihrer Oberfläche; die Gesichtslinie von seinem Auge nach des Monds Mittelpunkte bestimmt die Mitte der sichtbaren Halbkugel, und es ist klar, daß diese Gesichtslinie die Oberfläche des Monds, nach dem Verhältnisse der Mondparallaxe in merklich unterschiedenen Punkten trifft, je nachdem die Höhe desselben über dem Horizonte verschieden ist.

Alle diese Ursachen bringen bey der Mondskugel nur ein scheinbares Schwanken

hervor; sie sind bloß optisch, und afficiren die wahre Umdrehungsbewegung des Mondes nicht. Indessen kann diese Bewegung kleinen Ungleichheiten unterworfen seyn; aber sie sind zu wenig merklich, als daß man sie hätte beobachten können.

Mit den Veränderungen der Ebene des Mondäquators verhält es sich nicht so. Dominicus Cassini wurde dadurch, daß er die Lage derselben aus Beobachtungen der Mondsflecken zu bestimmen suchte, auf folgendes sehr merkwürdige Resultat geführt, welches die ganze astronomische Theorie von dem wahren Schwanken dieses Gestirns in sich begreift: Wenn man sich durch des Mondes Mittelpunkt eine erste Ebene auf seiner Umdrehungsachse lothrecht gedenkt, welche Ebene in die seines Aequators fällt, wenn man sich ferner durch den nämlichen Mittelpunkt eine zweyte Ebene mit der Ekliptik parallel, und als eine dritte die mittlere Ebene der Mondsbahn vorstellt: so haben diese drey Ebenen beständig einen gemeinschaftlichen Durchschnitt. Die zweyte, zwischen den beyden andern liegende Ebene macht mit der ersten einen Winkel von ungefähr  $1^{\circ},67$ , und mit der dritten einen Winkel von  $5^{\circ},7188$ .

So fallen die Durchschnitte des Mondäquators mit der Ekliptik, oder seine Knoten beständig mit den mittlern Knoten der Mondbahn zusammen, und haben, wie diese, eine rückläufige Bewegung, die eine Periode von 6793,3009 Tagen hält. In dieser Zeit beschreiben die beyden Pole des Aequators und der Bahn des Monds kleine Kreise mit der Ekliptik parallel, zwischen die sie den Pol der Ekliptik so einschließen, daß diese drey Pole beständig in einem größten Kreise der Himmelskugel liegen.

Ueber der Oberfläche des Monds erheben sich Berge von ansehnlicher Höhe, deren Schatten in den Ebenen, auf welche sie fallen, Flecken bilden, welche mit der Lage der Sonne wechseln. An den Rändern des erleuchteten Theils der Mondscheibe sieht man diese Berge unter der Gestalt einer eingekerbten Zahmarbeit, die sich über die Erleuchtungsgränze hinaus um eine Gröfse erstreckt, deren Maafs uns belehrt hat, daß ihre Höhe aufs wenigste zehn- bis zwölftausend Fufs betrage. Man erkennt ferner aus der Richtung der Schatten, daß die Oberfläche des Monds mit Vertiefungen übersät ist, die den Beeten unserer Meere ohngefähr ähnlich sind. Endlich scheint die Oberfläche

fläche des Monds auch Spuren von Vulkanen zu zeigen; mehrere Beobachter haben in ihrem noch nicht erleuchteten Theile ein so lebhaftes Licht wahrgenommen, daß sie es sogar einem vulkanischen Ausbruche zugeschrieben haben. Von dieser Ursache läßt sich auch die Bildung mehrerer neuer Flecken herleiten.

### F ü n f t e s   K a p i t e l .

*Von den Planeten,  
und insbesondere vom Merkur und der Venus.*

Mitten unter der unendlichen Zahl funkelnder Punkte, womit das Himmelsgewölbe übersät ist, und die eine beynahe unveränderliche Lage gegen einander behalten, sieht man sechs Sterne in regelmässigen Perioden, und nach verwickelten Gesetzen sich bewegen, deren Untersuchung einer der wichtigsten Gegenstände der Astronomie ist. Diese Sterne, denen man den Namen der *Planeten* gegeben hat, sind: *Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn* und *Uranus*. Die zwey ersten entfernen sich von der Sonne nie über gewisse Gränzen, die andern aber auf alle möglichen Winkelabstände. Die Bewegungen aller dieser Körper sind in einer Zone der Himmelskugel einge-