

zen Monate, von einem halben und von einem ganzen Jahre; andere endlich sind einerley mit denen der Umläufe der Knoten und der Erdnähe der Mondsbahn, deren Lage, vermöge der Abweichungen des Monds und seiner Entfernungen von der Erde, auf die Fluthen einen Einfluss hat.

Die Gröfse und überhaupt alle Erscheinungen der Ebbe und Fluth schienen mir in den Neu- und Vollmonden einerley zu seyn.

Diese Erscheinungen haben in allen Häfen und an allen Meerufern auf gleiche Art Statt. Aber die Localumstände, wenn sie schon an den Gesetzen der Fluthen nichts ändern, haben auf die Gröfse derselben und auf die Zeit der Einrichtung des Hafens einen grossen Einfluss.

---

#### Vierzehntes Kapitel.

*Von der Erdatmosphäre und den astronomischen Strahlenbrechungen.*

Eine elastische, dünne und durchsichtige Flüssigkeit umgiebt die Erde, und erhebt sich

auf eine große Höhe; sie ist schwer, wie alle Körper, und ihr Gewicht hält dem des Quecksilbers im Barometer die Waage. Bey der Temperatur des schmelzenden Eises und bey der mittlern Höhe des Barometers über der Meeresfläche, welche sehr nahe  $2\frac{1}{3}$  Fufs beträgt, verhält sich das Gewicht der Luft zu dem eines gleichgroßen Raums Quecksilber, wie 1 zu 10320. Bey dieser Temperatur braucht man also, um das Barometer, wenn seine Höhe  $2\frac{1}{3}$  Fufs ist, um  $\frac{1}{100}$  Fufs fallen zu machen, sich nur um 103,20 Fufs zu erheben; und wenn die Dichtigkeit der Atmosphäre durchaus ungleich wäre, so würde ihre Höhe 24080 Fufs betragen. Aber die Luft läßt sich sehr nahe im Verhältnisse der aufgelegten Gewichte zusammendrücken. Daraus folgt, daß bey gleicher Temperatur ihre Dichtigkeit der Barometerhöhe proportionirt ist. Ihre unteren Schichten sind daher dichter, als die oberen, deren Gewicht jene zusammendrückt; und sie werden immer in eben dem Maasse dünner, als man sich in der Atmosphäre erhebt, und wenn ihre Temperatur die nämliche bleibt, so zeigt eine sehr leichte Rechnung, daß, während ihre Höhe in arithmetischer Progression wächst, ihre

Dichtigkeit in geometrischer Progression abnimmt. Die in den obern Gegenden der Atmosphäre herrschende Kälte vermehrt die Dichtigkeit der obern Schichten. Denn die Luft wird, wie alle Körper, von der Kälte zusammengezogen und von der Wärme ausgedehnt; und man hat bemerkt, daß in der Nähe von der Temperatur des schmelzenden Eises die Zunahme der Temperatur von einem Grade den Raumsinhalt derselben ohngefähr um  $\frac{1}{270}$  vermehrt.

Von diesen Bestimmungen hat man eine vortheilhafte Anwendung auf die Messung der Höhen der Berge mittelst des Barometers gemacht.

Wäre die Wärme der Atmosphäre zu jeder Zeit und in ihrer ganzen Ausdehnung der des schmelzenden Eises gleich, so würde daraus folgen, daß man durch Multiplication des Logarithmen der Tafeln von dem Verhältnisse der auf zwey beliebigen Stationen beobachteten Barometerhöhen mit 55326 Fufs, die Höhe der einen dieser Stationen über der andern erhielte. Aber diese Höhe erfordert eine Berichtigung wegen des Irrthums der Voraussetzung einer gleichförmigen Dichtigkeit und einer dem Nullpunkte gleichen

Temperatur. Man übersieht leicht, dafs, wenn die mittlere Temperatur der zwischen zwey Stationen enthaltenen Luftschichte grösser, als Null ist, ihre Dichtigkeit kleiner wird, und man sich noch höher erheben muß, um das Barometer um eben so viel fallen zu machen. Man muß daher den Multiplicator 55326 Fufs um  $\frac{1}{270}$  desselben so vielmal genommen, vermehren, als man Grade dieser mittleren Temperatur hat. Zu dem Ende beobachtet man auf beyden Stationen die Grade des Thermometers, multiplicirt ihre Summe durch 110,65 Fufs und addirt das Product zu 55326 Fufs. Noch muß man bey den Barometerhöhen eine kleine Berichtigung wegen des Unterschieds der Temperatur der beyden Stationen anbringen. Die Dichtigkeit des Quecksilbers ist nicht an beyden Stationen einerley; nun beträgt seine Ausdehnung für eine Zunahme seiner Temperatur um einen Grad,  $\frac{1}{5412}$  seines Volumens; daher muß man die Barometerhöhe an der kälteren Station um  $\frac{1}{5412}$  derselben so vielmal genommen, vermehren, als der Unterschied der Temperatur beyder Stationen Grade hat. Vermittelst dieser Regel erhält man sehr nahe den Unterschied ihrer

Höhen, wenn sie nicht viel von einerley Verticallinie abweichen.

Die Luft ist in kleinen Massen unsichtbar; aber die von allen Schichten der Atmosphäre zurückgeworfenen Lichtstralen verursachen einen merklichen Eindruck, sie machen nämlich, daß sie uns mit einer blauen Farbe erscheint, welche allen Gegenständen, die wir in der Entfernung wahrnehmen, ein gleiches Ansehen giebt, und das Azur des Himmels bildet. Dieses blatte Gewölbe, an welchem die Sterne uns angeheftet scheinen, ist demnach uns sehr nahe, und ist nichts anders, als die Erdatmosphäre, jenseits welcher jene Körper in unermesslichen Entfernungen sich befinden. Die Sonnenstralen, welche die Theilchen derselben uns in Menge zusenden, bilden vor dem Aufgange und nach dem Untergange der Sonne die Morgen- und Abenddämmerung, welche dadurch, daß sie auf mehr als 20 Grade des Abstands dieses Gestirns sich erstrecken, uns beweisen, daß die äußersten Theilchen der Atmosphäre aufs wenigste 250000 Fufs hoch liegen.

Könnte das Auge die Punkte der äußern Oberfläche der Atmosphäre unterscheiden, und  
auf

auf ihre wahren Oerter beziehen, so würden wir den Himmel wie eine kugelförmige Kappe sehen, die durch den von einer die Erde berührenden Ebene abgeschnittenen Theil dieser Oberfläche gebildet würde; und da die Höhe der Atmosphäre in Ansehung des Erdhalbmessers sehr klein ist, so würde uns der Himmel unter der Gestalt eines eingedrückten Gewölbes erscheinen. Allein ob wir gleich die Gränzen der Atmosphäre nicht unterscheiden können, so müssen wir doch, da die Stralen, welche sie uns zusendet, bis zum Horizonte einen längeren Weg zurücklegen, als bis an das Zenith, ihre Ausdehnung nach der ersteren Richtung für gröfser halten. Zu dieser Ursache kommt noch die Stellung der zwischen uns und dem Horizonte liegenden Gegenstände, welche dazu beyträgt, die scheinbare Entfernung desjenigen Theils des Himmels, den wir jenseits derselbigen sehen, zu vergrößern. Der Himmel muß uns daher sehr eingedrückt, wie eine kugelförmige Kappe erscheinen. Ein Stern, der ohngefähr 26 Grade hoch steht, scheint uns die Linie, welche der Durchschnitt der Oberfläche des Himmels mit einer lothrechten Ebene vom Zenith bis an den

Horizont bildet, zu halbiren. Daraus folgt, daß der horizontale Halbmesser des scheinbaren Himmelsgewölbes zum verticalen bey nahe wie  $3\frac{1}{4}$  zu 1 sich verhält; aber dieses Verhältniß ändert sich mit den Ursachen dieser Täuschung.

Da die scheinbare Gröfse der Sonne und des Monds dem Winkel, unter welchem sie gesehen werden, und dem scheinbaren Abstände des Punkts am Himmel, auf welchen man sie bezieht, proportionirt ist; so scheinen sie uns am Horizonte größer, als am Zenith, ungeachtet sie dort unter einem kleineren Winkel gesehen werden.

Die Lichtstralen bewegen sich in der Atmosphäre nicht in geraden Linien, sondern biegen sich beständig gegen die Erde zu. Der Beobachter, der die Gegenstände nur in der Richtung der Tangente der Curve sieht, die sie beschreiben, sieht sie immer höher, als sie in der That sind, und die Sterne erscheinen selbst dann noch über dem Horizonte, wenn sie schon unter demselben sind. So macht die Atmosphäre, indem sie die Stralen der Sonne krümmt, daß wir ihre Gegenwart länger genießen, und vermehrt die Länge des Tags, welche auch die Morgen-

und Abenddämmerung noch vergrößern. Es war den Astronomen äußerst viel daran gelegen, die Gesetze und die Gröfse der Strahlenbrechung zu bestimmen, um die wahre Lage der Gestirne zu erhalten; ehe ich aber das Resultat ihrer Untersuchungen über diesen Gegenstand darlege, will ich die vorzüglichsten Eigenschaften des Lichts kürzlich erläutern.

Beym Uebergange aus einem durchsichtigen Mittel in ein anderes nähert sich ein Lichtstral dem Lothe auf der Oberfläche, welche die beyden Mittel scheidet, oder entfernt sich von demselben. Das Gesetz seiner Brechung ist dieses, daß *die Sinus der beyden Winkel, welche seine Richtungen, die eine vor, die andere nach seinem Eintritte in das neue Mittel mit diesem Lothe machen, in einem beständigen Verhältnisse stehen, wie auch immer diese Winkel beschaffen seyn mögen.* Aber das Licht zeigt bey seiner Brechung eine merkwürdige Erscheinung, die uns mit seiner Natur näher bekannt gemacht hat. Ein weißer Lichtstral, der in einem verfinsterten Zimmer aufgefangen wird, bildet nach seinem Durchgange durch ein Prisma ein länglichtes, verschiedentlich gefärbtes

Bild. Dieser Stral ist ein Büschel, der aus einer unbestimmar großen Anzahl Stralen von verschiedenen Farben besteht, welche das Prisma vermöge ihrer verschiedenen Brechbarkeit scheidet. Der am meisten brechbare Stral ist der violette, auf diesen folgt der indig - oder dunkelblaue, dann der hellblaue, dann der grüne, nach diesem der hellgelbe, dann der orange - oder goldgelbe, und endlich der rothe. Ungeachtet wir aber nicht mehr, als sieben Stralen unterscheiden, so beweist doch die Stetigkeit des Bildes, daß deren eine unendliche Anzahl vorhanden ist, die sich nach unmerklichen Stufen der Brechbarkeit und der Farbe einander nähern.

Werden alle diese Stralen durch ein Linsenglas wieder vereinigt, so bringen sie die weiße Farbe wieder hervor, welche daher nichts anders ist, als eine Mischung von allen einfachen oder gleichartigen Farben nach bestimmten Verhältnissen.

Wenn ein Stral von einer gleichartigen Farbe von den übrigen wohl abgesondert wird, so verändert er weder seine Brechbarkeit noch seine Farbe, wie auch immer die Zurückwerfungen und Brechungen, die er leidet, beschaffen seyn mögen; seine Farbe

kann also nicht von gewissen Modificationen herrühren, die das Licht in den Mitteln, durch welche es geht, annimmt, sondern sie ist mit seiner Natur verbunden.

Indessen beweist die Aehnlichkeit der Farbe nicht die Aehnlichkeit des Lichts. Denn wenn man mehrere verschiedentlich gefärbte Stralen des durch das Prisma zerlegten Sonnenbildes mit einander mischt, so kann man eine Farbe erhalten, die einer der einfachen Farben dieses Bildes vollkommen ähnlich ist. So giebt die Mischung der gleichartigen rothen und hellgelben Farbe ein dem gleichartigen Goldgelben dem Scheine nach ähnliches Goldgelb; aber diese gemischten Stralen werden durch die Brechung vermittelt eines neuen Prisma wieder getrennt, und in die zusammensetzenden Farben zerlegt, während die Stralen des gleichartigen Goldgelben unveränderlich bleiben.

Wenn die Lichtstralen auf einen Spiegel fallen, so werden sie zurückgeworfen, und machen mit dem Lothe auf dessen Oberfläche Reflexionswinkel, die den Einfallswinkeln gleich sind.

Die Brechungen und Zurückwerfungen, welche die Sonnenstralen in den Regentropfen

leiden, geben dem Regenbogen seine Entstehung, dessen Erklärung, da sie auf eine scharfe Berechnung sich gründet, und allen besonderen Umständen dieser sonderbaren Erscheinung vollkommen Genüge thut, eins der schönsten Resultate der Physik ist.

Die meisten Körper zerlegen das Licht, das sie auffangen; einen Theil davon schlucken sie ein, einen andern werfen sie unter allen Richtungen zurück; sie erscheinen blau, roth, grün u. s. w. nach der Farbe der Strahlen, die sie in größter Menge zurücksenden. So wird das weiße Sonnenlicht, indem es sich über die ganze Natur verbreitet, zerlegt, und mit unendlich manchfaltigen Farben in unsere Augen zurückgeworfen.

Nach dieser kurzen Abschweifung über das Licht komme ich wieder auf die astronomischen Strahlenbrechungen zurück. Sehr genaue Versuche haben gelehrt, daß bey gleicher Temperatur die brechende Kraft der Luft wie ihre Dichtigkeit wächst und abnimmt. Aber wechselt diese Kraft bey gleichen Dichtigkeiten, mit der Temperatur? Was für einen Einfluß hat der hygrometrische Zustand der Luft, und das Verhältniß,

in welchem die beyden Gasarten, das Stickgas und das Sauerstoffgas (gas azot et oxigène), in der Atmosphäre verbunden sind, auf die Stralenbrechungen? Dieß ist's, was man noch nicht weiß, und was, wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes, aufgeklärt zu werden verdient.

Bis jetzt hat man angenommen, die brechende Kraft der Atmosphäre hange nur von der Dichtigkeit ihrer Schichten ab, so daß es zur Bestimmung der Bahn des Lichts durch dieselbe hinreichend sey, das Gesetz ihrer Temperatur zu kennen; aber dieses Gesetz ist uns unbekannt, und ändert sich ausserdem jeden Augenblick. Unter der Voraussetzung, daß die Temperatur der Atmosphäre durchaus die nämliche, und der des schmelzenden Eises gleich sey, würde die Dichtigkeit ihrer Schichten in geometrischer Progression abnehmen, und die Stralenbrechung am Horizonte  $73'$  seyn; sie würde aber nur  $55\frac{1}{2}'$  betragen, wenn die Dichtigkeit der Schichten der Atmosphäre in arithmetischer Progression abnähme, und an ihrer Oberfläche gleich Null würde. Die horizontale Stralenbrechung, wie man sie beobachtet, nämlich ohngefähr  $64\frac{1}{2}'$ , ist die mittlere zwischen diesen Gränzen; das

Gesetz der Verminderung der Dichtigkeit der Schichten hält bey nahe das Mittel zwischen der geometrischen und arithmetischen Progression, und dieß stimmt mit den Beobachtungen des Barometers und Thermometers überein. Ueberhaupt kann man alle diese Beobachtungen und die der astronomischen Strahlenbrechung vermittelst sehr wahrscheinlicher Hypothesen über die Verminderung der Wärme bey zunehmender Erhebung in der Atmosphäre vereinigen, ohne daß man nöthig hätte, wie einige Naturforscher gethan haben, zu einer besondern Flüssigkeit seine Zuflucht zu nehmen, die, wenn sie der atmosphärischen Luft beygemischt wäre, die Wirkung hätte, das Licht zu brechen.

Wenn die scheinbare Höhe der Sterne größer, als 12 Grade ist, so hängt die Strahlenbrechung, so weit man es bemerken kann, bloß von dem Stande des Barometers und Thermometers an dem Orte des Beobachters ab, und ist der Tangente des um die vierfache Strahlenbrechung verminderten scheinbaren Abstandes des Sterns vom Scheitelpunkte sehr nahe proportionirt. Man hat durch verschiedene Mittel gefunden, daß bey der Temperatur des schmelzenden Eises, und bey der

Barometerhöhe von  $2\frac{1}{3}$  Fufs, der Coefficient, der, mit dieser Tangente multiplicirt, die astronomische Stralenbrechung giebt,  $183''$  ist, aber er ändert sich wie die Dichtigkeit der Luft an dem Orte der Beobachtung. Diese Dichtigkeit aber ändert sich um  $\frac{1}{270}$  für einen Grad des Thermometers; man muß daher diesen Coefficienten um  $\frac{1}{270}$  desselben so vielmal genommen, vermindern oder vermehren, als das Thermometer Grade über oder unter dem Nullpunkte anzeigt. Da, bey gleicher Temperatur, die Dichtigkeit der Luft der Barometerhöhe proportionirt ist, so muß man den so verbesserten Coefficienten auch noch in dem Verhältnisse der beobachteten Barometerhöhe zur Höhe von  $2\frac{1}{3}$  Fufs verändern. Vermittelst dieser Bestimmungen kann man eine Tafel der Stralenbrechungen vom zwölften Grade der scheinbaren Höhe an bis an das Zenith verfertigen, in welchem Raume fast alle astronomischen Beobachtungen gemacht werden. Diese Tafel wird den Vorzug haben, von jeder Hypothese über die Beschaffenheit der Atmosphäre unabhängig zu seyn, und wird auf dem Gipfel der höchsten Berge, wie an der Meeresfläche, dienen können.

Die Atmosphäre schwächt das Licht der Sterne, besonders am Horizonte, wo ihre Stralen einen längern Weg durch sie zu machen haben. Aus Bouguers Versuchen folgt, daß, wenn man die Stärke (l'intensité) des Lichts eines Sterns bey seinem Eintritte in die Atmosphäre für die Einheit annimmt, seine Stärke, wenn es zum Beobachter gelangt, und der Stern am Zenith steht, bey einer Barometerhöhe von  $2\frac{1}{3}$  Fufs, auf 0,8123 herunter gebracht ist. Die Höhe der Atmosphäre, wenn sie ihrer ganzen Ausdehnung nach auf die dem Nullpunkte der Temperatur und dem Drucke einer Quecksilbersäule von  $2\frac{1}{3}$  Fufs zugehörige Dichtigkeit gebracht wird, würde 24080 Fufs seyn. Nun ist es natürlich, zu denken, daß das Erlöschen eines durch sie gehenden Lichtstrals eben so, wie bey dieser Voraussetzung, erfolge, weil er der nämlichen Anzahl von Lufttheilchen begegnet; folglich bringt eine Luftschichte von der sogenannten Dichtigkeit, und von 24080 Fufs Dicke die Stärke des Lichts auf 0,8123 herunter.

Hieraus läßt sich das Erlöschen des Lichts in einer Luftschichte von gleicher Dichtigkeit und jeder beliebigen Dicke leicht herlei-

ten; denn es ist offenbar, daß, wenn die Stärke des Lichts bey seinem Durchgange durch eine Schichte von gegebener Dichtigkeit auf ein Viertel gebracht wird, eine gleiche Dicke dieses Viertel auf ein Sechzehntel seines anfänglichen Werths herunterbringen werde. Hieraus sieht man, daß, wenn die Dicke in arithmetischer Progression wächst, die Stärke des Lichts in geometrischer Progression abnimmt. Ihre Logarithmen folgen also dem Verhältnisse der Dicken, so, daß man, um den Logarithmen der Tafeln von der Stärke des Lichts, nachdem es eine Luftschichte von jeder beliebigen Dicke durchloffen hat, zu erhalten, — 0,0902835, als den Logarithmen von 0,8123 mit dem Verhältnisse dieser Dicke zu 24080 Fufs multipliciren muß; und wenn die Dichtigkeit der Luft größer oder kleiner, als die vorgenannte ist, so muß man diese Logarithmen in dem nämlichen Verhältnisse vermehren oder vermindern.

Um die Schwächung des Lichts der Sterne nach dem Verhältnisse ihrer scheinbaren Höhe zu bestimmen, kann man sich vorstellen, der Lichtstral bewege sich in einer durchaus gleich weiten Röhre, und die in dieser Röhre einge-

schlossene Luft auf die vorgenannte Dichtigkeit reduciren. Die Länge der so reducirten Luftsäule wird das Erlöschen des Lichts des Sterns, den man betrachtet, bestimmen. Nun kann man annehmen, vom Scheitelpunkte bis ohngefähr zum zwölften Grade der scheinbaren Höhe seyen die atmosphärischen Schichten merklich eben und parallel, und die Bahn des Lichts geradlinigt; alsdann verhält sich die Dicke einer jeden Schichte in der Richtung des Lichtstrals zu ihrer Breite in lothrechter Richtung, wie die Secante des scheinbaren Abstandes des Sterns vom Scheitelpunkte zum Halbmesser.

Multiplircirt man also diese Secante mit  $0,0902835$ , und mit dem Verhältnisse der Barometerhöhe zu  $2\frac{1}{3}$  Fufs, so hat man den Logarithmen der Lichtstärke des Sterns. Diese sehr einfache Regel giebt das Erlöschen des Lichts der Sterne auf dem Gipfel der Berge, und an der Meeresfläche, und kann sowohl zur Berichtigung der Beobachtungen der Verfinsterungen der Jupiterstrabanten, als zur Schätzung der Stärke des Sonnenlichts im Brennpunkte der Brenngläser nützlich seyn. Indessen ist zu bemerken, daß die in der Luft schwebenden Dünste auf das Erlöschen

des Lichts der Sterne einen merklichen Einfluß haben. Die Heiterkeit des Himmels in den südlichen Gegenden macht das Licht derselben dort im Allgemeinen viel lebhafter; und wenn man unsere großen Teleskope auf die hohen Gebürge von Peru brächte, so ist nicht zu zweifeln, daß man daselbst mehrere himmlische Erscheinungen entdecken würde; welche eine dickere und minder durchsichtige Atmosphäre in unsern Gegenden unsichtbar macht.

In sehr kleinen Höhen hängt die Stärke des Lichts, so wie die Strahlenbrechung, von der Beschaffenheit der Atmosphäre ab. Wäre ihre Temperatur durchaus die nämliche, so wären die Logarithmen der Lichtstärke den astronomischen Strahlenbrechungen, dividirt durch die Cosinus der scheinbaren Höhen, proportionirt, und alsdann wäre diese Stärke am Horizonte auf  $\frac{1}{4000}$  ihres anfänglichen Werths gebracht. Diefs ist der Grund, warum man die Sonne, deren Glanz man am Mittage nicht leicht aushält, am Horizonte ohne Mühe ansehen kann.

Es ist natürlich zu denken, daß jedes Theilchen der Oberfläche der Sonne, eine gleiche Lichtmenge nach jeder Richtung aus-

sende. Zwey gleiche und sehr kleine Theilchen dieser Oberfläche, das eine im Mittelpunkte der Scheibe, das andere am Rande derselben, scheinen, von der Erde aus gesehen, verschiedene Räume einzunehmen, die sich zu einander verhalten, wie der Halbmesser zum Cosinus des Bogens von dem größten Kreise der Sonnenoberfläche, der zwischen diesen beyden Theilchen liegt; folglich ist die Stärke ihres Lichts im umgekehrten Verhältnisse von diesem. Indessen hat Bouguer durch Versuche gefunden, daß das Sonnenlicht im Mittelpunkte lebhafter, als am Rande, ist. Da er nämlich das Licht des Mittelpunkts mit dem Lichte eines vom Rande um ein Viertel des Halbmessers der Sonne entfernten Punkts verglich, so schienen ihm die Stärken dieser beyden Lichtarten in dem Verhältnisse von 48 zu 35 zu stehen. Dieser Unterschied zeigt, daß die Sonne mit einer dicken, ihr Licht schwächenden, Atmosphäre umgeben sey. Aus den vorerwähnten Resultaten und aus Bouguers Versuchen folgt es ferner, daß die Stärke des Lichts eines von der Oberfläche der Sonne aus und am Scheitelpunkte gesehenen Sterns auf 0,24065 gebracht wird, und daß die Sonne von ihrer Atmosphäre

entblößt, uns  $12\frac{1}{3}$  mal heller erscheinen würde.

Eine horizontale Luftschichte von der Temperatur des Nullpunkts und vom Drucke einer Quecksilbersäule von  $2\frac{1}{3}$  Fufs müßte 165000 Fufs dick seyn, um das Licht in eben dem Maafse, wie die Atmosphäre der Sonne, zu schwächen. Diefs wäre also die Höhe dieser Atmosphäre, auf die Dichtigkeit dieser Luftschichte gebracht, wenn, bey gleichen Dichtigkeiten, ihre Durchsichtigkeit die nämliche wäre, wie die der Luft; aber diefs ist es eben, was man nicht weiß.

Uebrigens hangen diese Resultate von der Genauigkeit des Bouguerischen Versuchs ab, welcher bey verschiedenen Stellungen der Sonnenscheibe sorgfältig wiederholt zu werden verdient.

Die Schwingungen der Luft bringen die Töne hervor, welche nach der Geschwindigkeit oder Langsamkeit der Schwingungen hohe (aigus) oder tiefe (graves) sind. Wie sie aber immer beschaffen seyn mögen, so ist die Geschwindigkeit ihrer Fortpflanzung die nämliche, und ein starker oder schwacher, tiefer oder hoher Ton durchläuft 896,8 Fufs in einer Secunde.

Die Winde, von dem Zephyr an, bis zu den heftigsten Orcanen, werden von der Luft, die mit mehr oder weniger Geschwindigkeit ihren Ort verändert, hervorgebracht. Bey den heftigsten Sturmwinden beträgt diese Geschwindigkeit 60 bis 80 Fufs in einer Secunde. Bey den gewöhnlichen Winden aber nur ohngefähr den dritten Theil davon. Ohne Zweifel stört die Ursache, welche das Wasser des Meeres regelmäfsig erhebt, und in der Sonne und dem Monde zu liegen scheint, auch das Gleichgewicht der Atmosphäre, die sie durchlaufen muß, um auf das Meer zu wirken; aber die daher entstehenden periodischen Winde sind zu schwach, als daß man sie mitten unter den Bewegungen, welche die Atmosphäre von einer großen Anzahl anderer Ursachen erleidet, hätte bemerken können.

Im Schoofse der Atmosphäre bilden sich die Wolken, die Stürme, die Nordlichter, und alle Lufterscheinungen. Die Luft löset das Wasser auf, und diese auflösende Eigenschaft ändert sich mit ihrer Dichtigkeit und mit ihrer Wärme. So löset sich das Wasser wechselseitig in der Atmosphäre auf, und schlägt sich wieder in derselben nieder, vermöge

möge aller der Ursachen, welche die Temperatur und Dichtigkeit der Luft ändern. Das Meerwasser giebt, indem es sich in der Atmosphäre auflöst, das Salz ab, das es enthält; es selbst aber fällt unter der Gestalt des Thaues, des Schnees, des Hagels oder Regens wieder herab, wovon ein Theil durch Berge und Höhen aufgesammelt und durch die Erdschichten durchgeseiht wird, um die Quellen und Flüsse zu bilden, die ihn wieder ins Meer zurückführen.

Die Elektrizität öffnet sich nur schwer einen Durchgang durch die Atmosphäre; ihre verschiedenen Schichten sind wesentlich elektrisirt, und scheinen es um so viel mehr zu seyn, je höher sie sind; daher sind die in den oberen Schichten gebildeten Wolken mehr elektrisirt, als die niedrigeren Schichten, in welche sie sich herablassen. Wie es sich aber auch mit dieser Ursache der Elektrizität der Wolken verhalten mag, so ist es ausgemacht, daß der Blitz allemal eine elektrische Entladung zwischen den Wolken und der Erde ist.

Die Luft ist keine gleichartige Substanz; die Erfahrung hat uns bekannt gemacht, daß sie aus drey Theilen Stickgas und einem Theile Sauerstoffgas zusammengesetzt ist. Die letz-

tere Gasart ist zum Einathmen vorzüglich tauglich, in ihr brennen die Körper mit einem lebhaften Lichte, und sie allein ist zu ihrer Verbrennung nothwendig, so wie zum Athmen der Thiere, von welchem man weiß, daß es eine langsame Verbrennung und die Quelle der thierischen Wärme ist.

Aufser diesen giebt es noch andere luftförmige Flüssigkeiten, die sich mit der Atmosphäre vermischen, und nach dem Verhältnisse ihrer specifischen Leichtigkeit in ihr erheben. Die leichteste unter diesen Flüssigkeiten ist diejenige, welche man das Wasserstoffgas (gas hydrogène) nennt. Es ist in seiner Reinheit fünfzehn - bis sechzehnmal dünner, als die atmosphärische Luft. Wird es ohngefähr in dem Verhältnisse von 1 zu 6 mit dem Sauerstoffgas verbunden, so bildet es Wasser, welches so wenig ein Element ist, wie man seit langer Zeit geglaubt hat, daß es sich vielmehr nach Belieben zusammensetzen und zerlegen läßt. Die Zersetzung der Körper in Sümpfen und stehenden Gewässern entwickelt eine große Menge Wasserstoffgas, das sich bis an die Grenzen der Atmosphäre erhebt, wo es, wenn es durch natürliche Elektrizität entzündet wird, die Stern

schnuppen, Feuerkugeln und Lichtschweife hervorbringt, die man bey grosser Hitze bemerkt, und die, da sie zuweilen im nämlichen Augenblicke auf sehr grosse Entfernungen gesehen werden, beweisen, daß ihre Höhe wenigstens 300000 Fufs beträgt. In eine leichte Hülle eingeschlossen erhebt sich das Wasserstoffgas mit den Körpern, die an jene bevestiget werden, bis es einer Schichte der Atmosphäre begegnet, welche dünne genug ist, um darin im Gleichgewichte zu bleiben. Durch dieses Mittel hat der Mensch seine Herrschaft und Gewalt erweitert; er kann sich in die Lüfte aufschwingen, die Wolken durchschiffen, und die Natur in den vorher unzugänglichen oberen Gegenden der Atmosphäre fragen.

Die Atmosphäre läßt das Sonnenlicht ganz frey, die Wärme aber nur schwer durch; sie vermehrt daher die Temperatur auf der Oberfläche der Erde, und vielleicht würde man, ohne den Widerstand, den sie der Zerstreung der Sonnenwärme entgegensetzt, selbst unter dem Aequator eine ausnehmende Kälte empfinden.

Der Wärme hat man den luftförmigen Zustand der Atmosphäre, dem Drucke der

Atmosphäre aber und der Wärme hat man die Flüssigkeit des Weltmeeres zu verdanken. Um diese Wahrheiten zu bestätigen, wollen wir eine der wichtigsten neuern Entdeckungen über die Wärme mit wenigen Worten darstellen.

Die Natur der Wärme sey beschaffen wie sie immer wolle, so dehnt sie die Körper aus; sie versetzt sie aus dem festen Zustande in den flüssigen, und verwandelt die flüssigen in Dämpfe. Diese Veränderungen des Zustandes hat man durch besondere Erscheinungen an dem Eise bemerkt, die wir jetzt verfolgen wollen. Wir wollen eine Masse Schnee oder zerstoßenes Eis in einem offenen Gefäße betrachten, das der Wirkung einer grossen Hitze ausgesetzt ist. Wenn die Temperatur desselben unter der des schmelzenden Eises ist, so wird das Eis durch neue Zusätze von Wärme allmählig schmelzen; wenn man es aber so lange, bis es zerschmolzen ist, sorgfältig schüttelt, so wird das erhaltene Wasser, beständig die Temperatur des Nullpunkts haben; die durch das Gefäß mitgetheilte Wärme wird an dem Thermometer, das man darein taucht, nicht merklich seyn, sondern gänzlich darauf verwandt werden,

das Eifs flüssig zu machen. In der Folge wird die ferner hinzugesetzte Wärme die Temperatur des Wassers und zugleich das Thermometer erhöhen bis zum Augenblicke des Kochens. Alsdann wird das Thermometer wiederum stille stehen, und die durch das Gefäß mit getheilte Wärme lediglich darauf verwandt werden, das Wasser in Dämpfe zu verwandeln, die mit dem kochenden Wasser einerley Temperatur haben werden. Das Wasser, das durch das Schmelzen des Eisses hervorgebracht wird, und die Dämpfe, in welche das kochende Wasser sich verwandelt, verschlucken also im Augenblicke ihrer Bildung eine große Menge Wärme, welche wieder erscheint, wenn die Wasserdämpfe in den Zustand des tropfbaren Wassers, und das Wasser in den Zustand des Eisses zurückgeht. Denn wenn die Dämpfe an einem kalten Körper sich verdichten, so theilen sie ihm mehr Wärme mit, als er deren von einem gleichgroßen Gewichte kochenden Wassers erhalten würde. Und ausserdem weiß man, daß das Wasser sich im flüssigen Zustande erhalten kann, ungeachtet seine Temperatur mehrere Grade unter dem Nullpunkte ist, aber durch die geringste Erschütterung sich in Eifs verwandelt, und das

Thermometer, das man darein taucht, doch nur auf Null steht, durch die Wärme, welche diese Veränderung entbindet.

Ohne den Druck der Atmosphäre würde das zerschmolzene Eis sich in Dämpfe verwandeln; aber dieser Druck widersteht der zurückstossenden Kraft, welche die Wärme den flüssigen Theilchen mittheilt, und erhält das zerschmolzene Eis in der Gestalt des Wassers, bis die Wärme groß genug ist, um durch ihre zurückstossende Kraft den Druck der Atmosphäre zu überwinden. In diesem Augenblicke geräth das Wasser ins Kochen, und löset sich in Dämpfe auf; der Grad der Temperatur des kochenden Wassers wechselt daher mit dem Drucke der Atmosphäre; er ist auf dem Gipfel der Berge kleiner als an der Meeresfläche, und unter der Glocke einer Luftpumpe, wo man die Luft nach Belieben verdünnen und verdichten kann, läßt sich auch die Wärme des kochenden Wassers nach Willkühr vermindern oder vermehren. So macht die Wärme das Meer flüssig und der Druck der Atmosphäre verhindert es, sich in Dämpfe zu verwandeln.

Alle Körper, die wir aus dem festen Zustande in den flüssigen versetzen können, zeigen ähnliche Erscheinungen, aber die Temperatur, wobey ihr Schmelzen anfängt, ist für jeden derselben sehr verschieden. Quecksilber z. B. wird, wie man sich durch die Erfahrung versichert hat, gegen den 40 Grad unter dem Nullpunkte fest. Es fängt an flüssig zu werden bey eben diesem Grade, es geräth ins Kochen bey der Temperatur von 376 Graden, und bey dem Drucke einer Quecksilbersäule von  $2\frac{1}{3}$  Fufs, so daß bey diesem Drucke der Atmosphäre der Raum der Temperatur zwischen dem Schmelzen und Kochen, welcher für das Wasser 100 Grade beträgt, für das Quecksilber sich bis auf 416 Grade beläuft.

Es giebt Körper, die gar nicht flüssig werden können, auch durch die größten Grade der Hitze, die wir hervorzubringen vermögen; es giebt aber auch andere, welche die größte Kälte, die sie auf der Erde ausstehen, nicht in den festen Zustand versetzen kann. Von der Art sind die Flüssigkeiten, welche unsere Atmosphäre bilden, und welche, des Drucks und der Kälte, denen man sie unterworfen hat, ungeachtet,

sich doch bis jetzt in Dampfgestalt erhalten haben. Aber ihre Aehnlichkeit mit den luftförmigen Flüssigkeiten, in welche wir durch die Wärme eine große Zahl von Substanzen verwandeln, und ihre Verdichtung durch den Druck und die Kälte, lassen nicht daran zweifeln, daß diese atmosphärische Flüssigkeiten äußerst flüssige Körper seyen, welche eine große Kälte in den festen Zustand verwandeln würde. Um sie in diesen Zustand zu bringen, würde es genug seyn, die Erde von der Sonne zu entfernen, so wie es im Gegentheile, um das Wasser und mehrere andere Körper in unsere Atmosphäre zu treiben, hinreichend seyn würde, sie der Sonne zu nähern. Diese großen Abwechselungen haben auf den Kometen, und besonders auf denen Statt, welche in ihrer Sonnennähe der Sonne sehr nahe kommen. Die Nebel, die sie umgeben, und die langen Schweife, die sie nach sich ziehen, sind eine Folge der Verdampfung der Flüssigkeiten auf ihrer Oberfläche; die daraus entstehende Abkühlung muß die von ihrer Nähe bey der Sonne herrührende ausnehmende Hitze mäßigen, und die Verdichtung eben dieser Flüssigkeiten, wenn sie sich von der Sonne entfernen,

ersetzt zum Theile wieder die Abnahme der Wärme, die diese Verdichtung zur Folge hat; so daß die gedoppelte Wirkung der Verdampfung und der Verdichtung der Flüssigkeiten, die Grenzen der größten Wärme und der größten Kälte, welche die Kometen bey jedem ihrer Umläufe erfahren, einander beträchtlich nähert.