ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, VIERTES STÜCK.

I.

Ueber

*die Verwandtschaften der Körper
zum Lichte;*

*und insbesondere über das Brechungsver-
mögen der verschiedenen Gasarten,*

von

den Herren B I O T,

Prof. am Coll. de France und Mitglied des
National-Instituts,

und

A R R A G O,

Secretär des Längen-Bureau.

*Frei bearbeitet und erläutert von Gilbert. *)*

Die Verfasser zeigen in einigen vorläufigen Be-
trachtungen, wie vortheilhaft es ist, wenn man die

*) Nach einem Auszuge, der dem Herausgeber der
Bibliothèque Britannique, mit welchem Herr Biot
in freundschaftlichen Verhältnissen steht, über-
Annal. d. Physik. B. 25. St. 4. J. 1807. St. 4. Z

Grundeigenschaften der verschiedenartigen Körper erforschen will, diese Körper im luftförmigen Zustande zu untersuchen. In dieser Gestalt erscheint eine Substanz auf die allereinfachste Weise, und ist Gegenstand dreier verschiedener Wissenschaften, der Physik, der Chemie und der Astronomie.

Es ist bekannt, daß das Licht, wenn es aus Einem durchsichtigen Mittel in ein Anderes übergeht, welches in der Dichtigkeit, oder in seiner chemischen Natur von dem erstern verschieden ist, von seinem Wege abgelenkt wird. Man bezeichnet dieses Phänomen in der Physik und in der Astronomie mit dem Namen der *Strahlenbrechung* (*Refraction*). Newton hat dargethan, daß diese Veränderung in der Richtung des Lichtstrahls von einer Anziehung herrührt, welche die Körper auf die kleinsten Theilchen des Lichtes äußern, und daß diese Anziehung nur in sehr kleinen Entfernungen wirkt,

schickt worden war, und den man im *Mai-* und *Juniusstück* dieser Zeitschrift findet. Dürfte gleich der Physiker das ganze Detail der überraschenden und sehr wichtigen Versuche vor Augen zu haben wünschen, so scheinen doch die Verfasser selbst der Meinung gewesen zu seyn, durch die folgende Darstellung die Freunde der Naturkunde mehr zu interessiren. Dieses, und der Wunsch, den Lesern eine genauere Kenntniß einer der meisterhaftesten physikalischen Arbeiten nicht allzu lange vorzuenthalten, haben mich bestimmt, die Mittheilung dieses Auszugs nicht länger in Erwartung des Originals zu verschieben.

Gill.

wodurch sie den chemischen Verwandtschaften sich außerordentlich nähert. Eine der Hauptabsichten der Herren Biot und Arrago bei dieser ihrer Arbeit ging dahin, zu erforschen, wie die Ablenkung, welche der Lichtstrahl durch verschiedene Gasarten erleidet, mit der chemischen Natur dieser Gasarten zusammen hängt; sie hofften, das so äußerst feine Element werde ihnen als eine Art von Reagens für luftförmige Körper dienen können, ist anders diese Vergleichung mit den Reagentien der Chemiker für Flüssigkeiten nicht zu grob. Diese sinnreiche Idee ist durch ihre Behandlung äußerst fruchtbar geworden.

Der am längsten bekannte und der interessanteste von allen luftförmigen Körpern ist unstreitig der, welcher unter dem Namen der Atmosphäre die Erdkugel umhüllt, und auf ihrer Oberfläche die Wärme und das Leben zurück hält. Die Ablenkung, welche durch ihn die Strahlen erleiden, ist von den Physikern zuerst untersucht worden. Man kann hierzu zwei wesentlich verschiedene Wege einschlagen, einen astronomischen und einen physikalischen. Der Astronom vergleicht den durch die Strahlenbrechung veränderten Ort der Sterne mit ihrem wahren Orte, das heißt, mit dem, wie die Berechnung ihn für den Augenblick der Beobachtung giebt; der Unterschied beider ist die Wirkung der Strahlenbrechung der Atmosphäre. Der Physiker bedient sich hierzu eines Verfahrens, dem ganz ähnlich, durch das man das Brechungsvermögen

feſter oder tropfbarer Körper zu beſtimmen pflegt: er macht aus ihnen ein Prisma, das heißt, er begränzt ſie mit ebenen Oberflähen, welche einen bekannten Winkel mit einander machen; ſieht dann durch dieſes Prisma aus Luft nach bekannten Gegenſtänden, und beobachtet die ſcheinbare Verrückung dieſer Gegenſtände, welche daher rührt, daß die Lichtſtrahlen in das Luft-Prisma unter einem ſchiefen Winkel mit der Oberfläche deſſelben hinein und ſo auch wieder heraus gehn.

Aber wie läßt ſich ein Prisma aus Luft machen?

Gerade ſo, wie man ein Prisma aus einer tropfbaren Flüssigkeit macht. Es bedarf dazu weiter nichts, als irgend eines hohlen Körpers, der an den Stellen, wo der Lichtſtrahl hinein, und wo er wieder hinaus gehen ſoll, mit zwei ſehr durchſichtigen und völlig ebenen Glasplatten verſehn iſt, die luftdicht ſchließen, und gegen einander unter einem Winkel geneigt ſind, der genau bekannt ſeyn muß, da er der brechende Winkel des Prisma iſt. Dieſer hohle Körper muß ſo eingerichtet ſeyn, daß das, was man in der Phyſik einen luftleeren Raum nennt, ſich darin hervor bringen und erhalten laſſe. Hat man dieſes Prisma vermittelt der Luftpumpe luftleer gemacht, ſo iſt es nun die äußere, das Prisma umgebende und die beiden Glasplatten berührende Luft, welche auf den Lichtſtrahl wie ein Prisma wirkt. Denn den weſentlichen Bedingungen bei der Brechung: Verſchiedenheit der Mittel, durch welche der Lichtſtrahl geht, und Schiefe des Einfalls.

winkels, geschieht auf gleiche Weise Genüge, das hohle Prisma mag luftleer und von Luft umgeben, oder es mag mit Luft gefüllt seyn, und sich im luftleeren Raume befinden. *) Auch finden diese Bedingungen Statt, nur auf eine andere Weise, wenn die Höhlung mit einem luftförmigen Körper anderer Art, oder mit atmosphärischer Luft in einem andern Zustande von Dichtigkeit, als die äußere Luft, angefüllt ist.

Schon Hawksbee war durch Newton auf Versuche dieser Art geführt worden. Da indess das Prisma dieses Physikers einen zu kleinen brechenden Winkel hatte, und da die Mittel, welche man damahls kannte, den Sehewinkel von Gegenständen zu messen, sehr weit von dem Grade von Genauigkeit entfernt waren, der sich jetzt erreichen läßt, so verdienten diese Untersuchungen wieder aufgenommen zu werden; und schwerlich konnten sie geschicktern Händen anvertraut werden. **)

*) Hierüber mehreres in einer der folgenden Anmerkungen. Gilb.

**) Hier, was von diesen Versuchen Hawksbee's Smith im *Lehrbegriffe der Optik* von Kästner, S. 439, und Priestley in der *Geschichte der Optik*, überf. von Klügel, Th. 1, S. 126, erzählen. Hawksbee stellte diese Versuche in London, im Jahre 1708, zu Folge eines Auftrags der londoner Societät der Wissenschaften, nach der Anweisung Halley's an. Er verfertigte dazu ein hohles Pris-

Auf den Vorschlag des Herrn De La Place trug sie das National-Institut einem seiner Mitglie-

ma aus starkem Messing, das an zwei Seiten Nuten hatte, in die ebene Glasplatten eingekittet waren, welche mit einander einen Winkel von 64° machten. An der dritten Seite befand sich eine Röhre mit einem Hahne, vermöge deren die Luft im Prisma sich verdünnen und verdichten liefs: um wie viel, das zeigte eine am Prisma angebrachte Barometerprobe an. Das Prisma liefs sich etwas um seine Achse drehen, damit man es so stellen konnte, dafs die Brechungen an beiden brechenden Flächen gleich wurden, und war an einem fussigen Fernrohre befestigt, in dessen Brennpunkt sich ein feines horizontal gespanntes Haar befand. Man stellte das Ganze so, dafs man einen senkrechten, 2588 engl. Fuss entfernten Gegenstand durch Prisma und Fernrohr deutlich sah, und dafs der Strahl, der von einem bestimmten Zeichen an diesem Gegenstande kam, vor und nach der Brechung gleiche Winkel mit den beiden Glasplatten machte, welches, wie bekannt, dann der Fall ist, wenn der Gegenstand bei einer kleinen Drehung des Prisma nicht weiter steigt oder sinkt. Während der Versuche am 15ten Junius alten Stils 1708 stand das Barometer auf 29" 7 $\frac{1}{2}$ " und Hawksbee's Thermometer auf 60° . Zuerst wurde die Luft möglichst ausgeleert, das Prisma so gerichtet, dafs das Haar im Brennpunkte ein an dem Gegenstande gemachtes Zeichen bedeckte, und nun der Hahn geöffnet. Während des Einstromens der Luft erhob sich das Zeichen allmählig über das Haar, bis dieses zuletzt einen $10\frac{1}{4}$ Zoll niedriger liegenden

der auf, und dieser wählte sich seinen Mitarbeiter selbst. In dem Berichte, den die Herren Biot

Punkt des Gegenstandes bedeckte, mithin um einen Winkel von 68 Secunden. Bei mehrmahliger Wiederholung des Versuchs blieb der Erfolg ganz derselbe. Als umgekehrt die Luft im Prisma ein Mahl bis zur doppelten, und das zweite Mahl bis zur dreifachen Dichtigkeit comprimirt war, sank, so bald der Hahn geöffnet wurde, das Zeichen, welches man durch das Prisma sah, unter das Haar herunter, und zwar im ersten Falle so tief, daßs das Haar einen Punkt bedeckte, der um $10\frac{1}{2}$, im zweiten Falle um fast 21 Zoll höher lag. Es nahm also das Brechungsvermögen der Luft genau im Verhältnisse ihrer Dichtigkeit zu. Für den Uebergang der Strahlen aus der atmosphärischen Luft in den luftleeren Raum der Luftpumpe folgte aus dem ersten Versuche ein Brechungsverhältniß wie $\sin 31^{\circ} 59' 26''$: $\sin 32^{\circ}$ oder wie 1 : 1,00026. Schon früher, nämlich im Jahre 1698, hatte Lowthorp einen ganz ähnlichen Versuch, den Priestley einen sehr genauen Versuch nennt, nur mit dem Unterschiede angestellt, daßs er im Prisma durch Quecksilber eine torricellische Leere bewirkte, und er bestimmte daraus jenes Verhältniß auf 1 : 1,00036, (*Philosoph. Transact.*, No. 257.) „Der jüngere Cassini“, (erzählt Priestley,) war eben gegenwärtig, als Lowthorp diesen Versuch vor der königl. Societät machte. Auf seinen Bericht davon, wollten Mitglieder der par. Akad. im Jahre 1700 den Versuch wiederholen, konnten ihn aber nicht zu Stande bringen, und dieses veranlaßte den oben erwähnten Auftrag der londner Societät an Hawksbee;

und Arrago von ihrer Arbeit erstatten, erkennen sie es mit Dankbarkeit an, wie grossen Antheil die ausgezeichneten Verfasser der *chemischen Statik* und der *himmlischen Mechanik* an den Resultaten ihrer Forschungen haben. „Die Gegenstände unserer Untersuchungen“, sagen sie, „waren schon alle in ihren Werken angezeigt; die mündliche Unterhaltung mit diesen Gelehrten und ihr Rath haben uns die Mittel verschafft, die Untersuchung zu unternehmen und sie zu beendigen.“

Der berühmte Borda hatte sich mit dieser Untersuchung in der letzten Zeit seines Lebens beschäftigt, mit Instrumenten, die ihm selbst einen grossen Theil ihrer Vollkommenheit verdankten. Der Tod überraschte ihn, ehe er seine Arbeit vollenden konnte, und man hat nicht einmahl einige Resultate derselben vorgefunden. Aber seine Instrumente und seine Methoden sind noch vorhanden, und die Herren Biot und Arrago erwählten sie, ohne Bedenken, vorzugsweise, und fügten ihnen das hinzu, was ihre eigne Erfindsamkeit, und was die

und nach glücklicher Ausführung desselben einen ähnlichen Auftrag der par. Akad. an den jüngern Delisle, der den Versuch nun auch zu Stande brachte, und fand, dass das Prisma, dessen man sich bei den frühern Versuchen in Paris bedient hatte, und das mit keiner Barometerprobe versehen war, beim Auspumpen Luft hatte hinein schlüpfen lassen. (*Mém. de l'Acad. de Paris*, A. 1719, p. 88 und 436.)

neuesten Fortschritte in der Naturkunde ihnen als Verbesserungen an die Hand gaben.

Das Prisma, womit Borda seine Versuche angefangen hatte, behielten sie gerade so bei. Es besteht aus einer ziemlich dicken Röhre von Messing, welche an beiden Enden schief abgeschnitten ist, nach Richtungen, die sich durchkreuzen. An diesen Enden sind mit vieler Sorgfalt zwei ebene Glasplatten aufgekittet, welche mit einander einen Winkel von $143^{\circ} 7' 28''$ nach der Sexagesimaltheilung machen; dieser Winkel ist durch Methoden gemessen worden, die ihn bis auf wenige Sekunden genau geben. Die Röhre hat eine senkrecht stehende Achse, welche mit einem Hahne versehen ist, und läßt sich vermittelt derselben so wohl in der Horizontalebene drehen, als auch auf eine Luftpumpe bringen, vermöge deren man die Luft aus dem Innern derselben auspumpen kann. *) Eine Baro-

*) *Ce tube est soutenu par un support à robinet au moyen duquel on fait le vide dans son intérieur, en l'appliquant à la machine pneumatique, heisst es im Originale. Dafs es mit diesem Support die Bewandtnifs haben mußte, welche ich hier davon aus sage, beweiset das Folgende. Auch erhellt daraus, dafs diese Achse so angebracht war, dafs der Apparat nicht ein horizontal liegendes, sondern ein senkrecht stehendes Prisma vorstellte, so dafs eine Ebene, welche auf den beiden brechenden Glasplatten senkrecht stand, eine horizontale Lage hatte.*

meterprobe, die auf der Röhre, im freien Zusammenhange, mit ihrem Innern steht, zeigt den Grad der Luftverdünnung an; dieser bleibt jede beliebige Zeit über unverändert.

Der Winkel, um welchen dieses Prisma, nachdem man es möglichst luftleer gemacht hatte, einen Lichtstrahl von seinem Wege ablenkte, wurde auf folgende Art gemessen. Man stellte den Apparat an ein Dachfenster des Pallastes des Senats, (dem ehemaligen *Luxembourg*,) und unmittelbar hinter das Prisma wurde ein Vervielfältigungskreis gestellt, und so eingerichtet, daß man beim Vervielfältigen der Winkel das untere Fernrohr stets auf den Blitzableiter der Sternwarte richtete, welche 1400 Mètres entfernt lag. Vor dem obern Fernrohre befand sich das Prisma, und beide wurden so gedreht, daß durch sie hindurch genau derselbe Gegenstand in der Achse des Fernrohrs erschien; der Gesichtstrahl, der durch dieses Fernrohr kam, hatte also die ganze Ablenkung durch die Brechung im Prisma erlitten. Man nahm diese Winkelgröße sehr genau, ließ dann das Prisma eine halbe Umdrehung um seine senkrechte Achse in horizontaler Ebene machen, und beobachtete aufs neue die Ablenkung, die nun durch diese Umwendung verdoppelt wurde; sie war so bedeutend, daß der abgelenkte Lichtstrahl statt, wie zuvor, von dem einen Ende der Façade der Sternwarte, nun von dem andern Ende derselben

herzukommen schien. *) Dieser ganze Winkel wurde viel Mal hinter einander beobachtet, so wie es geschehen mußte, um den eigenthümlichen Vorzug der Vervielfältigungskreise zu benutzen, und auf diese Art erhielt man vollkommene Genauigkeit. **) Die Veränderungen des Barometerstan-

*) Durch die halbe Umkehrung des Prisma kam nämlich der brechende Winkel, wenn er bei der ersten Beobachtung rechts lag, jetzt links zu liegen.

Gillb.

**) Der von Borda angegebene und unter dessen Augen von dem pariser Künstler Le Noir zuerst ausgeführte *Vervielfältigungskreis* (*cercle repetiteur*) besteht aus zwei gleichen parallelen Kreisen, die mit einander nur Ein Stück bilden, das sich um eine Achse, welche durch die Mittelpunkte beider geht, in den Ebenen der Kreise drehen läßt. Es ruht auf einem Fusse, den man um seine starke senkrecht stehende Achse umher drehen kann, und läßt sich in jede Neigung gegen den Horizont stellen. Ueber jedem der beiden Kreise dreht sich, um seinen Mittelpunkt, ein Fernrohr. Nur der obere ist eingetheilt, und nur das Fernrohr desselben ist mit Verniers versehen; der untere Kreis hat keine Theilung. Beim Beobachten der Ablenkung des Gesichtsstrahls durch das Prisma ist man höchst wahrscheinlich folgender Massen verfahren; [in den erläuternden Figuren auf Taf. IV. stellen die beiden Kreise das obere, der eine das untere Fernrohr, F das Prisma und G den Gesichtsstrahl vor, der nach dem Gewitterableiter geht.] Man stellt, das obere Fernrohr auf den Nullpunkt, visirt dann direct nach dem Gewitterableiter, und eben dahin direct

des und des Hygrometerstandes während des Versuchs wurden jedes Mal in Rechnung gebracht.

durch das untere Fernrohr, (Fig. 1;) beide Fernrohre befinden sich dann in einerlei Vertikalebene. 2. Das Prisma wird so in der Höhe des obern Fernrohrs gestellt, daß dessen brechender Winkel links gerichtet ist, und daß der Strahl vor und nach der Brechung mit den beiden Glasebenen einen gleichen Winkel macht. Darauf dreht man den Kreis rechts, und visirt nach dem Gewitterableiter durch das obere Fernrohr und das Prisma, und eben dahin bei unverrückter Lage des Kreises direct durch das untere Fernrohr, (Fig. 2.) Da die Materie des Prisma weniger als das umgebende Medium die Strahlen bricht, so geschieht die Ablenkung des Strahls von dem brechenden Winkel abwärts, und daher muß in dieser Lage das untere Fernrohr links vom obern stehen. Beide Fernrohre machen zwar mit einander den Winkel der Ablenkung, (ou' ;) dieser läßt sich aber nicht ablesen, da der untere Kreis nicht getheilt ist. 3. Nun dreht man das Prisma halb um, so daß der brechende Winkel nach der rechten Seite gekehrt ist; und schiebt bei unveränderter Stellung des Kreises und des untern Fernrohrs, das obere so weit links, bis wieder der Gewitterableiter in demselben durch das gehörig gestellte Prisma erscheint, (Fig. 3.) Der Vernier desselben zeigt nun das Doppelte der Ablenkung (oo' ;) Das obere Fernrohr wird fest gestellt, das Prisma wieder zurück gewendet, und der Kreis rechts gedreht, bis der Gewitterableiter wieder durch das Prisma im obern Fernrohre erscheint, (Fig. 4;) dann fest gestellt;

Die ganze Ablenkung des Lichtstrahls im Prisma betrug $362''{,}6$. War das Prisma mit gewöhn-

das untere Fernrohr links gedreht und auf den Gewitterableiter gerichtet, (Fig. 5,) das Prisma gewendet, und das obere Fernrohr so weit links gedreht, daß durch dasselbe der Gewitterableiter wieder in der Achse erscheint, (Fig. 6.) Der Vernier desselben zeigt nun das Vierfache der Ablenkung, (00^2 .) Und so fährt man fort, nimmt das Sechsfache, das Achtfache — — — derselben, bis man auf dem Kreise rings umher gekommen ist, oder sonst die nöthige Vollkommenheit in der Bestimmung des Ablenkungswinkels erreicht hat. —

„Sie werden wahrgenommen haben, welchen Vortheil mir der Gebrauch eines neuen Instruments „g. währt hat, das man in der That wunderbar „nennen kann,“ schrieb Herr Caffini im Jahre 1792 an Herrn Oberhofmarschall von Zach, (*Ueber die Borda'schen oder Lenoir'schen ganzen Kreise und ihren Gebrauch von von Zach, in Hindenburg's Archiv der Mathematik, B. 1, S. 450 f.*)

„Mit einem Kreise von 8 Zoll Halbmesser lassen „sich die Höhen der Sterne und andere Winkel „fast bis auf 1 Secunde genau finden. Ich verificire „jetzt den sechsfüßigen Mauerquadranten durch „solche kleine Kreise.“ Auch in Deutschland werden kleinere Kreise dieser Art mit vieler Vollkommenheit von dem geschickten Mechanicus Hrn. Mendelssohn in Berlin, unter den Augen des Freiherrn von Humboldt verfertigt, zu Preisen, die verhältnißmäfsig sehr billig sind, (*Annalen, XXIII, 362.*) Selbst Troughton in London hatte sich endlich entschlossen, drei Borda'sche Ver-

licher Luft gefüllt, die sich von der äussern Luft in nichts unterschied; so blieb kein Grund der Strahlenbrechung durch das Prisma, es sey denn, dass die beiden Oberflächen jeder Glasplatte unter einander nicht völlig parallel gewesen wären. In der That entdeckte sich durch Beobachtungen dieser Art, dass ein Fehler wegen des Nicht-Parallelismus der beiden Oberflächen der Glasplatten Statt fand; er hatte indess keinen grössern Einfluss als von $16'',6$, welches nur $\frac{1}{32}$ stel der ganzen Ablenkung beträgt. Um diese Grösse war jeder der beobachteten Winkel zu vermehren. *)

vielfältigungskreise, mit eignen Verbesserungen, zu verfertigen, von denen Herr Freiherr von Humboldt den einen besitzt, der, wenn ich nicht irre, 10 oder 12 engl. Zoll Halbmesser hat. *Gillb.*

*) Wenn der Lichtstrahl vor und nach der Brechung einerlei Winkel mit den brechenden Flächen des Prisma macht, ($BHG = BIK$, Fig. 7,) so lässt sich das Prisma ein wenig hin und her drehen, ohne dass dadurch die Ablenkung (A) der beiden Strahlen verändert wird. Hat man daher das Prisma auf die letzte Art gestellt, so findet das erstere Statt. Dann ist aber, für den gewöhnlichen Fall, wenn die Ablenkung nach dem brechenden Winkel (B) hinwärts geschieht, das Brechungsverhältniss aus dem dünnern in das dichtere Mittel ($n : 1$) gleich $\sin \frac{1}{2}(B + A) : \sin \frac{1}{2}B$. In dem Falle des luftleeren Prisma findet die Ablenkung nach einer entgegen gesetzten Seite Statt, ist also der Ablenkungswinkel, (auf den vorigen Fall bezogen,) ne-

Das Prisma, und was dazu gehört, ist von Hrn. Fortin gemacht worden; die Verfasser rühmen das Verdienst dieses vortrefflichen Künstlers aus voller Ueberzeugung. Der Apparat leistete alles, was sich in Hinsicht auf Bequemlichkeit und auf Genauigkeit nur immer davon erwarten liefs.

Um das Prisma mit Gas verschiedener Art zu füllen, war weiter nichts nöthig, als es zuvor aus-
zupumpen, dann das Hahnstück desselben mit einem Behälter in Verbindung zu bringen, worin das Gas sich in möglichster Reinheit befand, und den Hahn zu öffnen. Die Barometerprobe verglichen

gativ, und $1 : n = \sin. \frac{1}{2} (B - A) : \sin. \frac{1}{2} B$; oder

$$n = \frac{\sin. \frac{1}{2} B}{\sin. \frac{1}{2} (B - A)}$$
 eine Verschiedenheit, welche auch bei den Versüchen mit Gasarten eintritt, je nachdem das Gas stärker oder schwächer bricht, als die umgebende atmosphärische Luft. Nun war bei den Versüchen der Verfasser mit dem luftleeren Prisma der Brechungswinkel $143^{\circ} 7' 28''$ und der Ablenkungswinkel $6' 2'', 6$; folglich entspricht ihren Versüchen ein Brechungsverhältnifs aus dem luftleeren Raume in gewöhnliche Luft, von $\sin 71^{\circ} 30' 42'', 7$: $\sin 71^{\circ} 33' 44''$, das ist, von $1 : 1,00029353$. Herr Biot setzt es weiterhin um $0,0000014$ gröfser; wahrscheinlich weil das Prisma bei dieser Ablenkung noch nicht vollkommen luftleer war. Man sieht hieraus, dafs Hawksbee's Versuch weit genauer als der Versuch Lowthorp's war, (S. 351, Anm.,) da jener dieses Brechungsvermögen bei nicht völlig luftleerem Prisma $= 1 : 1,00026$, dieser es $= 1 : 1,00036$ gegeben hat. Gillb.

mit dem Barometerstande, gab aufs genaueste das Verhältniß der Dichtigkeit des luftförmigen Körpers im Innern des Prisma, zu der der umgebenden atmosphärischen Luft.

Bei Versuchen dieser Art ist das specifische Gewicht des Gas, womit das Prisma gefüllt wird, ein wesentliches Element. Die Herren Biot und Arago haben dasselbe auf die gewöhnliche Art, durch Abwägen eines gläsernen Ballons bestimmt, Ein Mahl, wenn er von atmosphärischer Luft leer gepumpt, und dann, wenn er mit dem Gas gefüllt war. Dabei wurde keine der nöthigen Correctionen vergessen, weder für den Stand des Barometers und des Thermometers, noch selbst für den Stand des Hygrometers. Denn da bei gleichem Drucke der Wasserdampf nach dem Verhältnisse von 10 zu 14 leichter als die atmosphärische Luft ist, so darf man das Hygrometer nicht übersehen. Die Correction wegen des Hygrometerstandes wurde nach einer Formel angebracht, welche Herr De La Place aus den Versuchen Sauffure's und Dalton's abgeleitet hat. *) Alle Gewichte sind auf den Werth zurück geführt worden, den sie im luftleeren Raume, bei 0° Wärme und unter einem constanten Drucke von 28 par. Zoll Quecksilberhöhe haben würden. Man hat dabei selbst auf die Ausdehnung des Glases Rücksicht genommen, und sie für

*) Man vergl. den folgenden Aufsatz. *Gillb.*

für jeden Grad des Centesimalthermometers auf 0,0000262716 des Glasvolumens gesetzt. So haben sie die Herren Lavoisier und De La Place gefunden, bei ihren Versuchen über die Ausdehnung der festen Körper durch Wärme, welche leider nicht sind bekannt gemacht worden. Bei Befolgung aller dieser Vorichtsregeln haben die Verfasser selbst an verschiedenen Tagen und bei sehr verschiedenen Zuständen der Luft Gewichte erhalten; die, wenn man sie auf gleiche Temperatur und gleichen Druck bringt, für jedes Gas kaum um einige Milligrammes von einander abweichen.

Um das Gewicht der Gasarten mit dem des Wassers und des Quecksilbers auf das allergeuäueste zu vergleichen, haben die Verfasser ihren Glasballon mit reinem Wasser von 4° Wärme ausgewogen. Dieses ist die Temperatur, bei der das Wasser die größte Dichtigkeit hat, und bei der das absolute Gewicht desselben sehr genau aus den Versuchen bekannt ist, welche man in Frankreich angestellt hat, um den Werth des Gramme zu bestimmen. Das Wasser wurde zuvor in dem Ballon ausgekocht und unter der Luftpumpe von Luft befreit. Eben so wurde das Quecksilber in einem Kolben mit einem engen Halse sorgfältig ausgekocht, um alle mit dem Glase adhärende Luft heraus zu jagen, und dann noch unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht. Nach allen nöthigen Correctionen wegen der Temperatur und der Dichtigkeit der atmosphärischen Luft und wegen der Ausdehnbarkeit der Ge-

fäße fand sich zuletzt das Verhältniß zwischen dem specifischen Gewichte des Queckfilbers und dem spec. Gewichte der atmosphärischen Luft von 0° Wärme und einem Drucke von 0,76 Mètres Queckfilberhöhe, — oder vielmehr der diesem Verhältniß entsprechende beständige Coefficient der Formel für die Messungen der Höhen durch das Barometer nach Mètres, gleich 18332. *)

Bekanntlich läßt sich dieser Coefficient noch auf einem andern Wege finden, der von dem hier eingeschlagenen sehr abweicht; dadurch nämlich, daß man in Stationen von verschiedener Höhe, deren Höhenunterschied durch Nivellirung oder durch trigonometrische Messung bekannt ist, gleichzeitige Barometerstände in freier Luft beobachtet. Die Herren De Luc, Shuckburgh, Trembley und andere Physiker sind auf diese Art verfahren;

*) Das specifische Gewicht der Luft bei der angegebenen Wärme und dem genannten Drucke war folglich nach diesen Versuchen der Herren Biot und Arrago $\frac{1}{10475,6}$ vom specifischen Gewichte des Queckfilbers. Bedeutet nämlich δ das specifische Gewicht der Luft in Theilen des specifischen Gewichts des Queckfilbers ausgedruckt, M den Modulus des Briggischen logarithmischen Systems und C jenen Coefficienten der Formel nach Mètres, so ist $\delta = \frac{M \cdot 0,76^{\text{in}}}{C}$ oder $C = \frac{M \cdot 0,76^{\text{in}}}{\delta}$ für 0° Wärme und einen Druck von 0,76 Met., (28'' 0''',6 par. M.,) Queckfilberhöhe. Gilb.

niemand hat jedoch diesen Theil der Untersuchung anhaltender verfolgt, und alles, was darauf Einfluß haben kann, mit mehrerm Scharffsinne ergründet, als Herr Ramond. *) Der Coefficient, den dieser emsige Beobachter als den genügendsten angiebt, für Beobachtungen in freier Luft, welche die Höhen nach Mètres geben sollen, ist 18336; also nur um 4 Achtzehntausendtel des Ganzen größer, als ihn die Herren Biot und Arrago durch ihre Versuche in eingeschlossenen Gefäßen gefunden haben: eine Uebereinstimmung, welche für die Genauigkeit dieser Fundamentalbestimmung zeugt. Auch hat Herr Ramond gezeigt, daß, wenn man diesen Coefficienten in die Formel des Herrn De La Place setzt, sie die Höhen der Berge der Wahrheit so nahe giebt, daß die Ungewissheit, welche sie übrig läßt, innerhalb der Gränzen der Fehler fällt, denen die Beobachtungen selbst unterworfen sind. Dieses ist das Ziel, bei dem man in der Physik muß stehen bleiben, wenn man so glücklich gewesen ist, es zu erreichen.

Schon aus dem specifischen Gewichte jeder der Gasarten, welche zu den Versuchen gebraucht wurden, liefs sich die Reinheit derselben einiger Massen beurtheilen. Die Verfasser haben sich jedoch hiermit nicht begnügt, sondern jedes Mahl das Gas che-

*) In zwei Abhandlungen über diesen Gegenstand, welche ich dem Leser nächstens vorlegen werde.

misch zerlegt; eine Arbeit, in welcher die Herren Thenard und Berthollet der Sohn ihren Freunden geholfen haben: Namen, welche volles Zutrauen einflößen müssen. Noch kam es darauf an, das Gas, wenn es in aller Reinheit entbunden worden war, in eben der Reinheit in das Prisma zu bringen. Die Verfasser haben dieses durch eine besondere Einrichtung der Hähne in den Verbindungsröhren bewerkstelligt; diese Einrichtung läßt sich indess nicht ohne Zeichnung verständlich machen.

Dieses sind die Mittel und die Methoden, deren sich die Herren Biot und Arago bei ihren Untersuchungen bedient haben. Nachdem sie sie deutlich und im Detail beschrieben haben, wenden sie sich zu den Resultaten ihrer Versuche und zu den Folgerungen, zu welchen diese führen.

„Da uns“, sagen sie, „durch unsere Versuche das specifische Gewicht jeder Gasart und zugleich die Brechung bekannt war, welche das Licht von derselben leidet, so konnten wir daraus berechnen, wie groß das Brechungsvermögen jedes Gas, im Vergleich mit dem der atmosphärischen Luft ist. Wir verstehen hier unter *Brechungsvermögen* weder die bloße Ablenkung des Lichtstrahls, noch den Winkel, der diese Ablenkung misst, sondern die gesammte Zunahme des Quadrats der Geschwindigkeit, oder der lebendigen Kraft des Lichtes, nachdem es die ganze Einwirkung des durchsichtigen Körpers erlitten hat. Wenn die Function der Entfernung, welcher die Einwirkung der Körper auf

das Licht proportional ist, für alle Körper von derselben Form wäre, wenn sie für alle nur bloß in dem Produkte aus der Dichtigkeit des Körpers in einem constanten Coefficienten, der von der Natur desselben abhinge, verschieden wäre: so würde die GröÙe, welche man mit dem Ausdrucke: *Brechungsvermögen eines Körpers*, bezeichnet, der Intensität der anziehenden Kraft, die der Körper auf das Licht äußert, proportional seyn. Auf jeden Fall ist sie die Summe aller Einwirkungen des Körpers auf das Licht, jede mit dem Elemente des Raums und mit der Dichtigkeit multiplicirt. Diese genaue und scharfe Bestimmung des Begriffs ist den Grundsätzen gemäß, welche Newton und der Verf. der *Mechanik des Himmels* aufgestellt haben. *) Es hat uns nöthig geschienen, sie hier in das Gedäch-

*) Ich setze hierher, was Herr De La Place darüber in der *Mécanique céleste*, t. IV, p. 236, sagt: „Diese GröÙe“, [die Zunahme des Quadrats der Geschwindigkeit des Lichts, nachdem es die ganze Einwirkung des durchsichtigen Körpers erlitten hat,] „ist in den verschiedenen durchsichtigen Körpern nicht dieselbe, und den Dichtigkeiten derselben nicht proportional. Es ist möglich, daß die Function der Entfernung, welche die Einwirkung der Körper auf das Licht ausdrückt, für jeden verschieden ist; es könnte aber auch seyn, daß sie für alle dieselbe wäre, und in den verschiedenen Körpern in weiter nichts abweiche, als in einem für die einzelnen Körper constanten, nach der Verschiedenheit ihrer Natur aber ver-

niss zurück zu führen; denn nur, wenn man mit den Grundsätzen scharfe Begriffe verbindet, kann man sie mit Sicherheit anwenden und mit Zutrauen den Folgerungen nachgehen, auf welche sie führen.“

„schiedenen Coefficienten, womit ihre Dichtigkeit
 „multiplirt würde. In beiden Fällen ist die gan-
 „ze Einwirkung der Körper auf das Licht dieselbe,
 „und da im Calcul nur das ganze Resultat dieser
 „Einwirkung mit eingeht, so läßt sich die zweite
 „Voraussetzung als die einfachste annehmen. Der
 „constante Coefficient kann dann die verhältniß-
 „mäßige Intensität der Wirkung der Körper auf
 „das Licht, oder ihr Brechungsvermögen vor-
 „stellen. — — Bezeichnet man mit i das Ver-
 „hältniß des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus
 „des Brechungswinkels, (und ist ρ die Dichtigkeit
 „des Körpers,) so stellt $\frac{i^2 - 1}{\rho}$ das Brechungsver-
 „mögen der verschiedenen Substanzen in der Na-
 „tur vor.“ Es sey mir erlaubt, diese Stelle des
 Herrn De La Place mit ein Paar Bemerkungen
 zu begleiten. Seitdem es diesem großen Geome-
 ter endlich geglückt ist, die Theorie der Haarröhr-
 chen und der verwandten Erscheinungen aus der
 Voraussetzung, daß in ihnen die Anziehung nur
 in der Berührung wirke, auf das genügendste ab-
 zuleiten, scheint er daran nicht zu zweifeln, daß
 die Einwirkung der Körper auf das Licht ebenfalls
 nur in Entfernungen, die nicht mehr angeblich
 sind, merkbar ist. In diesem Falle, dünkt mich,
 könne allein die letzte Annahme bestehen; denn es
 kann alsdann, wie es mir scheint, von einer Ver-
 schiedenheit des Gesetzes, wornach die Kraft mit

Diesen Grundfätzen gemäß berechnen die Herren Biot und Arrago aus ihren Versuchen das *Brechungsvermögen der verschiedenen luftförmigen Flüssigkeiten*. Sie finden, daß von allen Gas-

der Entfernung sich verändert, in der Natur, nicht weiter die Rede seyn. Die Kraft ist in jeder Entfernung null, und findet nur in der Berührung Statt. — Dem Brechungsverhältnisse gemäß, aus dem leeren Raume in gewöhnliche Luft, welches ich S. 359, Anm., aus den Versuchen der Verfasser berechnet habe, würde $i^2 - 1 = 0,00058710$, und also das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft $= 0,0005871 \cdot \frac{1}{9}$ seyn. Herr Biot setzt weiterhin den Coefficienten L , der das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft bei 0° Wärme und $0\text{m},76$ Druck ausdrückt, nach seinen Versuchen $= 0,000294958$. Diese Zahl übertrifft die Hälfte der eben berechneten um $\frac{1}{18}$ derselben; vielleicht enthielt das Prisma, als es eine Ablenkung von $362''$ gab, noch so viel Luft, daß die Barometerprobe sich auf einer Höhe von $\frac{3}{4}$ par. Linien oder von $3\frac{1}{2}$ Mill. erhielt. — Hätte das Quecksilber der Verfasser das specifische Gewicht gehabt, welches Herr Hällström, *Annalen*, XX, 397, angiebt, nämlich von 13,565, so würde sich, aus der in der Anm. S. 362 geführten Rechnung, für die atmosphärische Luft von 0° Wärme und $0\text{m},76$ Druck ein specifisches Gewicht $= \frac{1}{77\frac{1}{2},23} = 0,00129$, und also ein Brechungsvermögen $= 0,4556$ ergeben. Aus dem Folgenden erhellt, daß dieses höchstens in der letzten Decimalstelle von der Bestimmung der Verfasser abweichen kann. *Gillb.*

arten, ja selbst von allen bis jetzt beobachteten Körpern in der Natur, der *Sauerstoff* das kleinste, der *Wasserstoff* dagegen das grösste Brechungsvermögen hat, und dass beide die Endglieder in der Verwandtschaftsreihe der Körper zum Lichte ausmachen. Das Brechungsvermögen des Wasserstoffs ist $6\frac{1}{2}$ Mal grösser als das der atmosphärischen Luft. *) So wie Newton aus dem Verhalten des Diamanten bei der Brechung voraus ahndete, der Diamant sey ein brennbarer Körper, so hatte auch Herr De La Place in einem gedruckten Mémoire diese grosse Brechkraft als etwas, das dem Wasserstoff eigen seyn müsse, angekündigt. Das Brechungsvermögen der übrigen Gasarten fällt zwischen das des Sauerstoffs und des Wasserstoffs. Ungeachtet der grossen Schwierigkeiten, mit welchen man bei der Manipulation des *salzsauren Gas* zu kämpfen hat, wurde doch auch mit diesem Gas der Versuch angestellt; es übertraf an Brechungsvermögen die atmosphärische Luft.

Bei der Reduction ihrer Versuche auf einerlei Druck und einerlei Temperatur, haben die Verfasser das von Herrn Gay - Lussac entdeckte Gesetz zum Grunde gelegt, dass alle Gasarten durch

*) Man wird aus dem Folgenden sehen, was die Verfasser veranlasst zu haben scheint, hier von Sauerstoff und Wasserstoff zu reden, da doch ihre Versuche mit Sauerstoffgas und Wasserstoffgas angestellt wurden,

gleiche Zunahme von Wärme gleich stark ausgedehnt werden, und zwar für jeden Grad der hunderttheiligen Thermometerscale um 0,00375 ihres Volumens. Dieses ist ein Resultat von 25 Versuchen, welche unter einander, ohne merkbaren Unterschied übereinstimmen und mit vollkommen trockenen und genau calibrirten Röhren angestellt sind. „Dieses von Gay-Lussac aufgefundenene Resultat“, sagen sie, „ist für die Physik vom höchsten Nutzen; täglich bedarf dasselbe der Chemiker und selbst der Astronom, um seine Beobachtungen zu reduciren. Nimmt man hierzu noch die specifischen Gewichte der Gasarten und ihr Brechungsvermögen, wie wir beide in dieser Abhandlung geben, so hat man eine vollständige und sehr genaue Kenntniss aller physikalischen Eigenschaften der luftförmigen Flüssigkeiten.“ *)

Der wichtigste Theil der Untersuchungen der Herren Biot und Arago betraf das Gesetz, wie bei der atmosphärischen Luft sich das Brechungsvermögen mit der Dichtigkeit verändert; denn davon

*) Es ist in der That etwas grausam, daß der Verfasser des Auszugs, welchen ich in Ermangelung des Originals dieser Bearbeitung habe zum Grunde legen müssen, nach einer solchen Aeußerung uns diese Zahlangaben vorenthält. Ich werde sie in der Folge nachtragen. Was die Versuche des Herrn Gay-Lussac betrifft, auf die hier hingedeutet wird, so ist von ihnen in dem folgenden Aufsatze umständlicher die Rede. Gillb.

hängt die Ablenkung ab, welche jeder Lichtstrahl, der in unser Auge kömmt, mehr oder weniger von der geradlinigen Bahn erleidet. Die atmosphärische Luft liefs sich im Innern des Prisma bei unveränderter Natur in ihrer Dichtigkeit nach Belieben verändern, die Barometerprobe zeigte den Zustand derselben auf das genaueste, und eben so konnte man jedes Gas, womit das Prisma gefüllt wurde, in jedem beliebigen Grade der Verdünnung darin verschliessen. Mehrere Reihen von Beobachtungen, welche mit atmosphärischer Luft von sehr verschiedenen Graden der Dichtigkeit, und dann auch mit Gasarten von verschiedener Dichtigkeit angestellt wurden, und bei deren jeder man auf den Stand des Barometers, des Thermometers und des Hygrometers sah, gaben den Verfassern die für die Theorie der Strahlenbrechung so wichtige Ueberzeugung, dafs in jedem Gas, vom vollkommenen Vacuo an, durch alle Grade von Dichtigkeit hindurch bis zu der, welche dem gewöhnlichen Drucke der Atmosphäre entspricht, die brechende Kraft stets der Dichtigkeit proportional ist, und dafs dieses Gesetz nicht der kleinsten Abänderung bedarf.

Ob die brechende Kraft demselben Gesetze unterworfen bleibt, wenn die atmosphärische Luft zusammen gedrückt wird, und wie sie sich mit der Temperatur der Luft verändert; dieses zu untersuchen, haben die Verfasser einer Fortsetzung ihrer Versuche vorbehalten.

Der hygrometrifche Zustand der Luft schien ihnen auf das Brechungsvermögen derselben keinen wahrnehmbaren Einfluss zu haben, so oft der Himmel rein und die Luft durchsichtig war. Auch hierüber, und über das Brechungsvermögen der Dämpfe, haben sie sich Versuche vorbehalten. Sie erfordern hohe Temperaturen, und mußten deshalb bis zur Wiederkunft der größten Sommerhitze ausgesetzt werden. *)

Damit man von dem Gange dieser Versuche und von der Schärfe der Resultate derselben sich einen anschaulichen Begriff machen möge, wollen wir hier wörtlich das Protokoll eines Versuchs hersetzen, sammt der Anmerkung, welche die Verfasser darunter geschrieben haben.

*) Nach spätern Nachrichten aus Paris hatte Herr Gay - Lussac sich mit den Herren Biot und Arrago zu dieser Fortsetzung ihrer Versuche vereinigt, nachdem er von der Reise, auf welcher er den Hrn. Freiherrn von Humboldt durch Italien und Deutschland begleitet hatte, wieder in Paris eingetroffen, und in das National-Institut aufgenommen worden war. Ein Auftrag der Regierung führte indess die beiden letztern bald darauf nach Spanien, wo sie die von Mechain angefangenen Messungen fortsetzen sollten, um den Meridian der pariser Sternwarte bis auf die balearischen Inseln zu verlängern.

Gillb.

Beobachtungen über die Brechung

Barometer äußeres	Thermometer äußeres	Barometer inneres	Thermometer des innern Barometers
Mètres.	hunderttheil.	Mètres.	hunderttheil.
0,7654	+ 5°	0,526	+ 6°
0,7654	+ 5°	0,283	+ 6°
0,7658	+ 5°	0,120	+ 6°
0,7660	+ 5°	0,021	+ 6°
0,7662	+ 4°,5	0,005	+ 5°
0,7548	+ 4°,8	0,4055	+ 3°,4
0,7551	+ 4°,8	0,2425	+ 4°,8
0,7543	+ 4°,8	0,6130	+ 4°,8

„In keinem dieser Versuche beträgt der Unterschied zwischen der Berechnung und der Beobachtung mehr als 2'', obgleich die Dichtigkeiten der Luft im Innern des Prisma sehr verschieden waren. Diese Resultate dienen daher gleichfalls, die Richtigkeit des Coefficienten, der das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft bei 0° Wärme und 0^m,76 Druck ausdrückt, [wie wir ihn bei unserer Berechnung angenommen haben, $L = 0,000294958$,] zu bestätigen, *) Diese Bestimmung des Coefficienten folgt aus den Versuchen, welche wir mit dem luftleeren Prisma angestellt haben. Er ist ausnehmend wenig von dem verschieden, welchen Hr. De La Place in der *Mécanique céleste*, t. 4, p. 246, nach Delambre gegeben hat, nämlich $L = 0,000294047$. Dieser Unterschied hat auf die Bestimmung der Polhöhe von Paris kaum einen Einfluss von $\frac{1}{3}$ Secunde, und bis auf eine so kleine GröÙe lässt sich für die Richtigkeit astronomischer Beobachtungen nicht stehen.“

*) Vergl. S. 367, Anm.

verdünnter atmosphärischer Luft.

Ablenkung.		Ablenkung wegen des Nicht-Parallelismus d. Oberfläche der beiden Glasplatten d. Prisma.	
beobachtete, wegen des Nicht-Parall. nicht corrig.	berechnete.	Differenz.	direct beobacht.
1' 37",1	1' 52",3	15",2	16,6
3 29,2	3 45,8	16,6	
4 45,8	5 2,4	16,6	
5 31,8	5 48,9	17,1	
5 43,5	5 58	14,5	
2 29,2	2 44,1	14,9	16,6
3 45,0	4 0,9	15,9	
0 48,6	1 6,3	17,7	

7. März
1806

9. März
1806

Den zweiten Theil der Abhandlung fangen die Verfasser mit folgender sinnreichen und richtigen Zusammenstellung an: „Die Einwirkung der Körper auf das Licht“, (bemerken sie,) „ist nur in äußerst geringen Entfernungen merkbar, und die Intensität dieser Einwirkung hängt nothwendig von der Natur der kleinsten Theilchen eines Körpers und von ihrer Zusammenordnung ab, folglich von ihren wesentlichsten Eigenschaften. Der Physiker, der das Brechungsvermögen der verschiedenen Substanzen untersucht und vergleicht, thut also im Grunde nichts anderes als der Chemiker, wenn er einerlei Basis der Einwirkung der verschiedenen Säuren, oder einerlei Säure der Einwirkung aller Alkalien aussetzt, um ihre verhältnißmäßige Kraft und den Grad

• ihrer Sättigung zu bestimmen. Bei unsern Versuchen war die Substanz, auf welche wir alle Körper wirken ließen, das Licht, und wir schätzten die Grösse der Wirkungen der Körper nach ihrem Brechungsvermögen, das heisst, nach der Zunahme an lebender Kraft, welche die Einwirkung ihrer Theilchen dem Lichte einzudrücken streben. Unfre Versuche haben hierbei selbst einen eigenthümlichen Vorzug, der in dem Grade sich in keinem chemischen Versuche findet: die kaum zu begreifende Intensität, mit der die Körper auf das Licht wirken. Sie ist bei einigen so gross, dass sie dem Lichte in einer unendlich kleinen Zeit fast die doppelte Geschwindigkeit ertheilen, die es in dem Raume hatte; und selbst die Körper, welche das kleinste Brechungsvermögen äussern, verändern doch immer die Geschwindigkeit des Lichts merkbar, in einem Augenblicke.“

Die Verschiedenheit in der Geschwindigkeit, welche dem Lichte durch die verschiedenen brechenden Körper eingedrückt wird, giebt eine so ausgedehnte Stufenleiter, auf der alle diese brechenden Mittel in so bedeutenden Abständen von einander Platz finden, dass man sich dieses besondern Charakters eines jeden als eines Mittels bedienen kann, sie zu unterscheiden, ja selbst ihnen bis in die Verbindungen, in denen sie sich als Bestandtheile befinden, einiger Massen nachzuspüren. Es war so z. B. sehr natürlich, dass die Verfasser, nachdem sie die grosse Kraft, welche der Wasserstoff auf

das Licht ausübt, in ihren Versuchen wahrgenommen hatten, das starke Brechungsvermögen, welches nach Newton's Versuchen dem Wasser, dem Gummi, den Oehlen und den andern brennbaren Körpern eigen ist, der Anwesenheit des Wasserstoffs in diesen Körpern zuschrieben. Ganz vorzüglich zeigt sich dieser Einfluss des Wasserstoffs auf die Brechung des Lichtes im Ammoniak, welches aus Wasserstoff und Stickstoff besteht; denn das Ammoniakgas hat ein doppelt so großes Brechungsvermögen, als die atmosphärische Luft, und übertrifft das Wasser an brechender Kraft. *)

Die große Geschwindigkeit und die ausnehmende Feinheit der Theilchen geben dem Lichte zu Untersuchungen solcher Art, worin man sich desselben als Reagens bedient, den ganz eigenthümlichen Vorzug, dass der Zustand größerer oder geringerer Verdichtung der Bestandtheile eines Körpers, auf die brechende Kraft derselben nur wenig Einfluss hat, im Vergleich mit der ganzen Wirkung, welche diese Bestandtheile einzeln auf das Licht durch Verwandtschaft hervor bringen; einige äußerste Fälle ausgenommen, in denen die Verdichtungen sehr beträchtlich sind. Immer geben, (mit diesen

*) Das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft, wie wir es oben, S. 367, Anm., berechnet haben, wird hier bei allen Zahlangaben der Brechungsvermögen anderer Körper = 1 gesetzt; und so verstanden, ist also das Brechungsvermögen des Wasserstoffgas 6,5 und das des Ammoniakgas 2. *Gilb.*

Ausnahmen,) die Produkte aus dem Brechungsvermögen jedes Bestandtheils, in dem Antheile, der davon dem Gewichte nach in dem Körper vorhanden ist, zusammen addirt, das Brechungsvermögen des ganzen zusammen gesetzten Körpers.

Bei bloßen Gemengen aus einfachern Substanzen, in welchen diese nicht innig an einander gebunden sind, entspricht das Brechungsvermögen der ganzen Mengung dieser Regel vollkommen. So z. B. findet sich das Brechungsvermögen der *atmosphärischen Luft* nach den Beobachtungen genau dem gleich, welches die Rechnung für ein Gasgemenge giebt, das dem Volumen nach aus 0,21 Sauerstoffgas, 0,787 Stickgas und 0,003 kohlenfaures Gas besteht. Wenn man die Strahlenbrechung diesen Antheilen der einfachern Gasarten gemäß berechnet, so erhält man sie gerade so, als unmittelbare Beobachtung sie giebt.

Dieses Gesetz erhält sich auch noch in den chemischen Verbindungen, in welchen die Verdichtung der Bestandtheile nicht sehr stark ist. So z. B. im *Ammoniakgas*, in welchem das Stickgas und das Wasserstoffgas durch Verdichtung auf die Hälfte des ganzen Raums, den sie einzeln einnahmen, gebracht sind. Die beobachtete Brechung desselben ist genau dieselbe, als die einer Mengung aus 0,805 Stickstoff, (dem Gewichte nach,) und 0,195 Wasserstoff. Gesetzt also, man hätte bisher bloß gewußt, daß das Ammoniak aus Stickstoff und aus Wasserstoff besteht, das genaue Verhältniß aber, wornach beide

beide darin gemischt sind, noch nicht gekannt, so hätte sich dieses durch Beobachtung ihres Brechungsvermögens eben so gut auffinden lassen, als durch die chemische Analyse. *)

Selbst in der so festen, so innigen, und im Vergleich mit den einzelnen Bestandtheilen so außerordentlich verdichteten Verbindung des Wasserstoffs und des Sauerstoffs, — im *Wasser*, gilt noch dieselbe Regel bis auf eine kleine Abweichung, welche ihren Grund entweder in dem Zustande der Verdichtung haben kann, worin sich die kleinsten Theilchen dieser Flüssigkeit, verglichen mit ihrer gasartigen Verdünnung, befinden, — oder in dem Versuche, durch den Newton das Brechungsvermögen des Wassers bestimmt hat, zu einer Zeit, wo alle Instrumente den jetzigen sehr an Vollkommenheit nachstanden. Nach dem Mischungsverhältnisse berechnet, welches die Herren von Humboldt und Gay - Lussac in ihrer vortrefflichen Untersuchung über die Eudiometrie für das Wasser festsetzen, **) findet sich das Brechungsvermögen gleich

*) Umgekehrt läßt sich hieraus und aus der vorigen Anmerkung das Brechungsvermögen des Stickgas, nach der Beobachtung der Herren Biot und Arago, welches sie nirgends angeben, berechnen. Es ist $= \frac{2 - 6,5 \cdot 0,195}{0,806} = 0,91$, voraus gesetzt, daß das Brechungsvermögen des Ammoniakgas genau 2 sey.

Gillb.

**) *Annalen*, XX, 38. Höchst wahrscheinlich ist hierunter das Verhältniß von 2 Th. Wasserstoffgas
Annal. d. Physik. B. 25. St. 4. J. 1807. St. 4. B b

1,50, wenn das der atmosphärischen Luft gleich 1 gesetzt wird. Nach Newton beträgt aber, wenn man die Brechung des gelben Strahls für die mittlere nimmt, das Brechungsvermögen des Wassers 1,73; *) welches ungefähr um den achten Theil größer ist. Mehr als dieser Unterschied selbst, muß es in Verwunderung setzen, daß er nicht noch größer ist, wenn man die ungeheure Verdichtung bedenkt, welche der Wasserstoff und der Sauerstoff in dieser ihrer Verbindung erlitten haben. **)

Es schien den Herren Biot und Arrago von großem Interesse zu seyn, — nachdem die Genauig-

auf 1 Th. Sauerstoffgas, dem Volumen nach, zu verstehen, woraus die Verfasser das Mischungsverhältniß nach Gewichtstheilen ihren specifischen Gewichtsangaben gemäß werden berechnet haben. Denn das Gewichtsverhältniß *Annalen*, XX, 74, paßt hier nicht. *Gilb.*

*) Newton setzt in seiner Tafel, (*Optics*, Ed. 2; auch *Opp. Ed. Horsley*, Vol. 4, P. 3, pr. 10,) das Brechungsvermögen der Luft so an, wie er es aus der astronomischen Strahlenbrechung und einer Dichtigkeit 0,0012 gefunden hatte. Hr. Biot scheint statt dessen das Brechungsvermögen der Luft, wie seine eignen Versuche es geben, gesetzt, und damit das von Newton berechnete Brechungsvermögen der übrigen Körper in den Angaben, die er Newton zuschreibt, verglichen zu haben. Für Wasser steht in Newton's Tafel 0,7845, und

$$\text{es ist } \frac{0,7845}{0,4556} = 1,72.$$

Gilb.

**) Der Dr. Hook glaubte ehemahls darin, daß Eis

keit dieses neuen Mittels, die Bestandtheile durchsichtiger Körper zu erforschen, durch alle diese Zusammenstellungen mit den Resultaten der chemischen Zerlegung hinlänglich bewährt worden war, — durch diese ihre neue Methode der Analyse die Auflösung des grossen Räthfels von den Bestandtheilen der *Salzsäure* zu versuchen. Zu dem Ende beobachteten sie das Brechungsvermögen der *Salzsäure* in ihrem gasförmigen Zustande, nicht ohne grosse Schwierigkeit bei der Manipulation dieses Gas. Sie fanden das Brechungsvermögen desselben ein wenig grösser als das des Stickstoffs. Dieses beweist *erstens*, dass die *Salzsäure* keine Verbindung von Stickstoff mit Sauerstoff seyn kann; denn durch Gegenwart von Sauerstoff wird das Brechungsvermögen des Stickstoffs keinesweges vermehrt, sondern verringert. *Zweitens* ist es unmöglich, dass die *Salzsäure* ein Wasserstoff-Oxyd sey, das weniger Sauerstoff als das Wasser enthält; denn ihr Brechungsvermögen ist sehr viel kleiner als das des Wassers. Dieses Resultat widerspricht geradezu den Ideen des Herrn *Pacchiani*, gegen welche auch die directen Versuche der Herren *Biot* und *Thénard* zeugen.

nicht so stark als Wasser das Licht bricht, einen Beweis zu finden, dass die Leichtigkeit des Eises nicht von Luftbläschen, sondern von der ganzen Zusammenetzung herrühre, (*Priestley's Geschichte der Optik*, Th. 1, S. 125.) *Gilb.*

Die Untersuchung des Brechungsvermögens des *kohlenfauren Gas* hatte ein vorzügliches Interesse, theils weil Lavoisier's Analyse dieses Gas dadurch verificirt werden konnte, theils weil der Kohlenstoff in einer unzählbaren Menge durchsichtiger Körper als Bestandtheil enthalten ist, und nach den neuern Versuchen den Diamanten fast gänzlich ausmacht, dessen Brechungsvermögen durch Newton's Beobachtungen bekannt ist. Hier hat sich indess eine Anomalie gezeigt. Die Versuche geben das Brechungsvermögen des kohlenfauren Gas ein wenig kleiner, als das der atmosphärischen Luft, und ein wenig grösser als das des Sauerstoffs. Nimmt man nun als die wahrscheinlichste Angabe der chemischen Constitution dieses Gas, Lavoisier's Analyse zu Folge, 0,76 Sauerstoff und 0,24 Kohlenstoff dem Gewichte nach an; so würde daraus für den Kohlenstoff ein Brechungsvermögen = 1,44, also ein kleineres Brechungsvermögen folgen, als das, welches dem Wasser eigen ist; jedes andere Mischungsverhältniß, worin des Sauerstoffs weniger wäre, würde für den Kohlenstoff ein noch kleineres Brechungsvermögen geben. Von andern flüssigen oder festen Körpern, welche Kohlenstoff in bedeutender Menge enthalten, hat man bis jetzt leider nur sehr wenige genaue Analysen, aus denen sich dieses Brechungsvermögen mit mehr Zuverlässigkeit berechnen läßt; sonst würden sie auch dazu dienen können, die Angaben über das Mischungsverhältniß des kohlenfauren Gas zu berichtigen.

Nach Lavoisier besteht das *Olivenöhl* aus 0,21 Wasserstoff und 0,79 Kohlenstoff. Berechnet man diesem gemäß, aus dem Brechungsvermögen des Wasserstoffs und dem des Kohlenstoffs, wie die Verfasser sie aus ihren Versuchen, (letzteres aus denen mit kohlenfaurem Gas,) hergeleitet hatten; so erhält man für das Olivenöhl ein Brechungsvermögen von 2,50, das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft = 1 gesetzt. *) Aus Newton's Versuchen findet sich aber das Brechungsvermögen des Baumöhl 2,73. **) Der Unterschied zwischen der Brechung und der Beobachtung ist also kaum $\frac{1}{9}$ des Ganzen, ***) und zwar von der Art, daß man ihn als Wirkung der Verdichtung ansehen könnte. Hier also eine erste ziemlich genügende Bestätigung.

Eine zweite Bestätigung giebt die Analyse des *Alkohols*. Diese brennbare Flüssigkeit besteht nach Lavoisier aus 0,544 Sauerstoff, 0,166 Wasserstoff und 0,29 Kohlenstoff; und berechnet man hieraus das Brechungsvermögen des Alkohols, so findet es sich = 1,94. ****) Nach den Versuchen

*) Es ist nämlich $0,21 \cdot 6,5 + 0,79 \cdot 1,44 = 2,5026$.
Gilb.

**) In seiner Tafel steht es mit 12607, und es ist
 $\frac{12607}{5556} = 2,77$.
Gilb.

***) Findet in keiner dieser Zahlen ein Druckfehler Statt, so beträgt der Unterschied nur $\frac{1}{2}$ der Beobachtung und $\frac{1}{11}$ der Berechnung. Gilb.

****) Hiernach würde das Brechungsvermögen des

Newton's beträgt dasselbe 2,23. *) Der Unterschied ist $\frac{1}{7}$ des Ganzen, und ebenfalls so, daß die Verdichtung ihn erklärt, welche bei dem Uebergange aus dem Gaszustande in den tropfbarer Flüssigkeit Statt findet.

Nach der Analyse der Herren Fourcroy und Vauquelin besteht das *Gummi* aus 0,6538 Sauerstoff, 0,1154 Wasserstoff und 0,2308 Kohlenstoff. Daraus folgt ein Brechungsvermögen = 1,63. **) Aus Newton's Beobachtungen findet sich das Brechungsvermögen des arabischen Gummi = 1,89. ***) Der Unterschied beträgt $\frac{1}{7}$, und ist gleichfalls der Erklärung durch Verdichtung günstig.

Bei dem Mangel an genauen Analysen von durchsichtigen Körpern, welche Kohlenstoff in ihrer Mischung enthalten, läßt sich diese Zusammenstellung nicht weiter verfolgen. Doch scheinen die

Sauerstoffs, den Versuchen der Verfasser entsprechend, seyn:
$$\frac{1,94 - (0,166 \cdot 6,5 + 0,29 \cdot 1,44)}{0,544} = 0,815.$$

Gilb.

*) Newton's Tafel giebt rectificirtem Weingeist vom specifischen Gewichte 0,866 ein Brechungsvermögen 1,0121 und es ist $\frac{1,0121}{0,4456} = 2,22.$ Gilb.

**) Hiernach würde das Brechungsvermögen des Sauerstoffs seyn = 0,837. Gilb.

***) Es ist nach Newton's Tafel 8574, und $\frac{0,8574}{0,4556} = 1,88.$ Gilb.

Beobachtungen auch diese Körper in Absicht ihres Brechungsvermögens ziemlich so zu ordnen, wie es der Natur ihrer Bestandtheile nach geschehen müßte. Das heißt, die Brechung ist in denen am stärksten, in welchen der Wasserstoff herrscht; geringer in denen, in welchen der Kohlenstoff vorsticht; und am kleinsten da, wo der Sauerstoff die größte Menge ausmacht. So z. B. wird das Licht von Aether stärker als von Alkohol, von Terpenhinohl stärker als von Baumöhl gebrochen; Kohlen-Wasserstoffgas bricht weniger als Wasserstoffgas, und desto schwächer, je mehr es des Kohlenstoffs enthält. *) Für sich würde dieses nicht viel Beweiskraft

*) Das Kohlen-Wasserstoffgas würde den Verfassern das beste Mittel an die Hand gegeben haben, das Brechungsvermögen des Kohlenstoffs aus einem brennbaren Körper mit Genauigkeit aufzufinden, und darin unstreitig allen vegetabilischen Stoffen, (deren Analysen insgesammt bis auf mehrere Hundertel unzuverlässig sind,) sehr vorzuziehen gewesen seyn. Dafs sie keines Versuchs mit diesem Gas erwähnen, scheint mir anzuzeigen, dafs sie über das Mischungsverhältnifs desselben Zweifel gehabt haben müssen. Möchte doch Gegenwärtiges ihnen Veranlassung werden, dafs sie Henry's vortreffliche Abhandlung, von der ich dem Leser eine freie Bearbeitung mit Erläuterungen in den *Ann.*, XXII, (1806, I,) 58, vorgelegt habe, und die in Frankreich noch ganz unbekannt zu seyn scheint, bei der Fortsetzung ihrer Untersuchungen benutzen!

Gilb.

haben, erhält aber Bedeutung, wenn es mit den Resultaten genauer Berechnungen übereinstimmt.

Der *Diamant* macht hier jedoch eine große Ausnahme. Newton's Versuchen zu Folge ist das Brechungsvermögen des Diamanten $= 3,2119$; *) folglich fast noch ein Mal so groß als das des Kohlenstoffs, wie wir es so eben gefunden haben. Auf der bloßen Verdichtung dieses Stoffs, aus dem der Diamant bestehen soll, läßt sich eine so große Verschiedenheit nicht erklären; denn auch im Gummi ist der Kohlenstoff als fester Körper vorhanden, ohne daß hier die Verdichtung einen so unverhältnißmäßigen Einfluß auf das Brechungsvermögen desselben äußert. Auch müßte, wäre jener Grund der wahre, das Wachs viel stärker als Terpenthinöl das Licht brechen; und doch thut es dieses in viel geringerem Grade, indem es noch weit mehr als das Terpenthinöl dem Diamanten im Brechungsvermögen nachsteht. „Was läßt sich hieraus anders schließen,“ sagen die Herren Biot und Arago, „als daß der Diamant kein reiner Kohlenstoff ist; daß vielmehr sein großes Brechungsvermögen auf Anwesenheit von Wasserstoff deutet, als dem Stoffe, der das Licht von allen am stärksten bricht?“ Und zwar müßte über $\frac{1}{3}$ der Masse des Diamanten aus Wasserstoff bestehen, damit dem von Newton beobachteten Brechungsvermögen desselben Genüge

*) Nach Newton's Tafel 14556, und es ist $\frac{1,4556}{0,4556}$
 $= 3,193$. Gillb.

geschehe, oder wenigstens $\frac{1}{4}$ der Masse, sollte hier verhältnißmässig dieselbe Verdichtung Statt finden, auf welche die vorigen Beobachtungen geführt haben.

Die Verfasser nehmen hiervon Gelegenheit, die erste Klasse des Instituts aufzufordern, sie in den Stand zu setzen, die Zerlegung des Diamants durch einen directen Versuch mit aller der Vorsicht zu wiederholen, welche die Vermuthung, daß er Wasserstoff in seiner Mischung enthalte, nothwendig zu machen scheint. Wir wissen, daß dieses Gesuch bewilligt worden ist, und es lassen sich von der Fortsetzung dieser ihrer Arbeit noch sehr interessante Resultate erwarten.

Sie fordern zugleich die Chemiker auf, ihnen zu genauen Analysen der durchsichtigen Körper behülflich zu seyn. „Von unsrer Seite“, sagen sie, „werden wir es nicht veräumen, unsre Beobachtungen über mehrere feste und flüssige Körper und über die Dämpfe auszudehnen; und vielleicht werden wir noch manches nützliche Resultat der Analogie zu verdanken haben, welche uns Newton enthüllt hat. Denn schon jetzt scheinen diese Untersuchungen weit genug geführt zu seyn, um uns ein Mittel an die Hand zu geben, die von den Chemikern gemachten Analysen durchsichtiger Körper innerhalb gewisser Gränzen zu prüfen. Und ist nicht schon an sich das Resultat sehr merkwürdig, daß man in die Mischung der Körper so tief einzudringen, und die Natur und das Verhältniß ihrer Bestandtheile

so nahe zu erforschen vermag, durch bloße Hülfe eines mathematischen Instruments, des *Vervielfältigungskreises*?“

Die Herren Biot und Arrago bemerken, daß die Resultate und die Annäherungen, auf welche sie gekommen sind, dem Systeme der *Emission* des Lichtes sehr günstig sind, und gegen das System der *Undulation* zu sprechen scheinen. „Denn“, sagen sie, „nach jenem Systeme ist es sehr begreiflich, daß das Brechungsvermögen der zusammen gesetzten Körper von dem Brechungsvermögen ihrer Bestandtheile abhängen muß: denn die anziehenden Kräfte müssen sich nach Verhältniß der Massen mit einander verbinden, und daß die Verdichtung so wenig Einfluß hat, ist bloß ein Beweis der unglaublichen Entfernung, worin ein Lichttheilchen sich vom andern befindet, und ihrer ausnehmenden Feinheit, im Vergleich mit den Theilchen der Körper und des Abstandes dieser Theilchen von einander; Eigenschaften, worauf schon viele andere Phänomene geführt haben. Will man dagegen mit Huyghens und den Anhängern seiner Lehre annehmen, das Licht bestehe in Schwingungen einer sehr elastischen Materie und gehe nicht durch andere Körper hindurch, so wird jene so einfache Beziehung, worin die zusammen gesetzten Körper mit ihren Bestandtheilen stehn, völlig unbegreiflich; denn in diesem Falle müßte die größere oder geringere Dichtigkeit der Mittel nothwendig einen sehr zusammen gesetzten Einfluß auf den Gang, die Richtung und die

Geschwindigkeit der Lichtwellen haben, die sich darin fortpflanzen; besonders wenn im Gaszustande die Bestandtheile einen zwei bis drei tausend Mahl größern Raum, als im tropfbaren Zustande einnehmen, wie das zum Beispiele mit dem Wasserstoff und Sauerstoff des Wassers der Fall ist.“

Die chemische Zusammensetzung der Körper hat auch auf das wohl bekannte Phänomen der *Farbenzerstreuung* durch das Prisma Einfluß. Die Zerstreuung ändert sich im Allgemeinen mit der brechenden Kraft, und dieses scheint zu beweisen, daß die kleinsten Theilchen der Körper eine etwas ungleiche Einwirkung auf die Lichttheilchen äußern. Auch auf diese Ungleichheit könnte man ein ähnliches noch feineres Mittel der Analyse gründen; und es ließe sich aus der beobachteten Farbenzerstreuung von tropfbaren Flüssigkeiten auf die Zerstreuung schließen, welche in den Gasarten, aus denen sie bestehen, Statt findet, die aber bei der geringen Dichtigkeit derselben so klein ist, daß sie sich nicht mehr schätzen läßt. So z. B. würde man die Zerstreuungskraft der atmosphärischen Luft aus der des Sauerstoffs und des Stickstoffs in derjenigen Flüssigkeit, welche aus beiden besteht, berechnen können.

Nicht bloß für die Chemie, sondern auch für die *Astronomie* ist die Arbeit, von der wir hier Bericht ertheilt haben, von bedeutendem Nutzen. Die strahlenbrechende Kraft der atmosphärischen Luft, welche durch diese Versuche bestimmt worden ist, macht eins

der mislichſten und ſchwierigſten Elemente in der Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung aus. Sie läßt ſich auf zwei verſchiedenen Wegen finden: aus einer groſſen Menge Beobachtungen am Himmel, und auf dem irdiſchen directen Wege, welchen die Verfaſſer eingeſchlagen haben. Herr Delambre, dem die Aſtronomie ſo viele andere ſchätzbare Reſultate verdankt, hat, zum Behuf ſeiner Sonnentafeln, vor kurzem das Brechungsvermögen der Atmoſphäre aufs neue nach den Formeln des Herrn De La Place unterſucht; und der Coefficient, welchen er aus mehr als 500 Beobachtungen abgeleitet hat, iſt der, welcher in der *Mécanique céleſte* gebraucht wird. *) Es findet ſich, daß eine einzige der irdiſchen Beobachtungen unſerer Verfaſſer völlig ausreicht, dieſen Coefficienten des Herrn Delambre zu geben; denn keine ihrer Beobachtungen, welche man in der oben (S. 372) mitgetheilten Tabelle findet, weicht von demſelben um eine Gröſſe

*) Herr Delambre hat, wie in der *Mécan. céleſte* angegeben wird, aus Beobachtungen der größten und kleinſten Höhen circumpolarer Sterne die Strahlenbrechung in 50° ſcheinbarer Höhe, bei 0° Wärme und 0^m,76 Barometerſtand, gefunden = 186'',728; und hieraus berechnet Herr De La Place die Gröſſe, welche er mit L bezeichnet, = 187'',087 oder in Theilen des Halbmeyſers = 0,000293876. Es iſt aber, (daſ., S. 246,) $L = \frac{\alpha}{1 - 2\alpha}$, welches den S. 372 angegebenen Werth von $L = 0,000294047$ giebt. Gilb.

ab, die noch in Betracht käme, und das Mittel aus allen bestimmt ihn so, daß daraus in dem Orte der Sterne in 45° Höhe kein Unterschied von $\frac{1}{8}$ Secunde entsteht; eine Uebereinstimmung, die in der That höchst merkwürdig, und ganz dazu gemacht ist, diesen Beobachtungen völliges Zutrauen zu erwerben.

Ein nicht minder interessantes Resultat dieser Arbeit ist die Gewissheit, welche sie uns giebt, daß das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft ihrer Dichtigkeit, bis zum äußersten Grade der Verdünnung, genau proportional bleibt. Dieses Gesetz läßt sich jetzt ohne alles Bedenken so wohl bei der Theorie der astronomischen Strahlenbrechung, als bei der Reduction der Beobachtungen zum Grunde legen. Die Refractionstabeln, welche das Längenbureau in Frankreich ganz vor kurzem heraus gegeben hat, gründen sich auf dieses Gesetz, auf den Coefficienten des Herrn Delambre und auf die vortreffliche Analyse des Herrn De La Place; sie haben daher alle Vollkommenheit, welche die Astronomen je werden wünschen können.

Endlich ist für die Astronomie auch die Bestimmung des Coefficienten für Höhenmessungen durch das Barometer, oder des genauen Verhältnisses der specifischen Gewichte von Luft und Quecksilber, nicht ohne Nutzen. Denn hiervon hängt die Höhe ab, welche die Atmosphäre haben würde, wenn sie durchgehends gleich dicht wäre, und auch dieses ist

eins der Elemente der Theorie der astronomischen Strahlenbrechung.

Folgender Massen befohliesen die Herren Biot und Arrago ihre Abhandlung:

„Wir glauben aus unsern Untersuchungen noch eine andere nicht minder wichtige Folgerung ziehen zu können; sie erfordert indess, daß wir kürzlich an das erinnern, was die Physiker und Chemiker über die Natur und über die Mischung der Atmosphäre dargethan haben. Lord Cavendish ist der erste gewesen, der zu beweisen suchte, daß die beiden Elemente der atmosphärischen Luft in ihr stets nach einerlei Verhältniß vorhanden sind, an allen Orten und bei allen Temperaturen, die auf der Erde Statt finden. Dieses große Resultat ist durch die Versuche bestätigt worden, welche seitdem die Herren De Marti in Spanien, Berthollet in Aegypten und Frankreich, und Davy in England und mit Luft, welche Beddoes von der Küste von Guinea erhalten hatte, angestellt haben. *) Doch einen der schönsten Versuche in dieser Hinsicht verdanken wir Herrn Gay - Lussac, der aus einer Höhe von 6900 Mètres, der größten, die ein Mensch erreicht hat, zu der er sich in einem Luftballon erhoben hatte, Luft mit herab gebracht, und sie zugleich mit Luft, wie sie an der Oberfläche der Erde ist, zerlegt hat; **).

*) *Annalen*, XX, 83, Anm.

Gilb.

**) *Annalen*, XX, 36.

Gilb.

beide enthielten dieselben Bestandtheile und nach demselben Verhältnisse, welches beweist, daß die Constitution der Atmosphäre in diesen großen Höhen ganz dieselbe als an der Oberfläche der Erde ist. Diese Resultate sind noch besser bestätigt worden durch die Versuche, welche die Herren von Humboldt und Gay-Lussac seitdem gemeinschaftlich über die Eudiometrie angestellt haben. Luft an der Oberfläche der Erde hat an verschiedenen Tagen, bei verschiedener Witterung und Temperatur, in ihrer Mischung keine Verschiedenheit gezeigt; immer fand sich in ihr dem Volumen nach 0,21 Sauerstoff, 0,787 Stickstoff und 0,003 Kohlenäure.“

„Ich selbst habe Gelegenheit gehabt, dieses große Gesetz der Natur, während einer Alpenreise, die ich im vorigen Jahre gemacht habe, zu bestätigen. Die atmosphärische Luft, welche ich an den verschiedensten Orten, in tiefen Thälern, auf hohen Bergen, an den Ufern des Genfer und des Neuchâtelers Sees, auf den Gletschern von Chamouni, auf dem Col de Balme, im Walliserlande, auf dem großen St. Bernhard, zu Turin und zu Grenoble analysirt habe, zeigte mir überall einerlei Mischung.“

„Nun haben wir aber aus den vorhin erzählten Versuchen gefunden, daß das Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft dem Brechungsvermögen ihrer Bestandtheile genau entspricht. Folglich muß überall auf der Erde, bei gleicher Dichtigkeit, die

brechende Kraft der atmosphärischen Luft dieselbe seyn. Die von den Mathematikern und Astronomen in Europa nach ihren Beobachtungen berechneten Refractionstabeln gelten daher ohne alle Abänderung an allen Orten der Erde, es sey denn, das Brechungsvermögen der Luft verändere sich mit der Wärme, worüber uns die Versuche belehren werden, die wir während dieses Sommers anzustellen hoffen.“

„Wir haben uns in dieser Abhandlung bemüht, den Physikern und den Chemikern einige nützliche Resultate zu übergeben, die auf exacten Beobachtungen und Berechnungen beruhn. Wir haben gesucht, alle physikalische Data, welche bei der Theorie der Strahlenbrechung in der Atmosphäre, zum Grunde gelegt werden, und die man bis jetzt aus den astronomischen Beobachtungen gefolgert hatte, durch directe Versuche zu bestimmen. Und in dieser Hinsicht haben wir hauptsächlich die Beantwortung der Fragen vor Augen gehabt, welche der Verf. der *Mechanik des Himmels* in seinem zehnten Buche aufwirft, und wir wünschen die Gegenstände, auf welche Herr De La Place hier die Physiker aufmerksam macht, der Entscheidung näher gebracht zu haben.