Über

die Capillarität.

Eine Kritik

der Theorie des Grafen La Place über die Kraft, welche in den Haarröhren und bei ähnlichen Erscheinungen wirkt.

Von

G. F. Parrot,
Professor in Dorpat.

Dorpat,
bei Johann Friedrich Meinshausen.

Vorrede.

Ich mache eine in der neuesten Litterärgeschichte merkwürdige Thatsache bekannt, nämlich daſs ein Physiker, der einige nicht ganz unwichtige Beiträge zur Erweiterung der Naturlehre geliefert hat, seit bald fünf Jahren es nicht dahin bringen konnte, daſs eine von ihm verfaſste Abhandlung entweder in die Annalen der Physik eingerückt oder ihm zurück gegeben werde, obgleich der Herr Redacteur der Annalen durch fünf bis sechs Briefe des Verfassers und durch zwei öffentliche Aufforderungen darum ersucht wurde, so daſs es den Anschein hat, als habe der Herr Redacteur diese Abhandlung der ewigen Vergessenheit oder vielmehr dem ewigen Nichtsein verurtheilen wollen. Hier die zwei öffentlichen Aufforderungen, wie sie in der jenaischen allgemeinen Litteraturzeitung adgedruckt wurden.

Aufforderung

an den Redacteur der Annalen der Physik,

Herrn Professor Gilbert.

Im Mai 1811 schickte ich an den Herrn Professor Gilbert zwei Abhandlungen für die Annalen, in einem Paquete. Sie sind richtig angekommen; denn die Eine (die Beschreibung eines Calibrir-Instruments) ist bald darauf in den Annalen abgedruckt erschienen. Die Andere ist eine Beleuchtung der berühmten und voluminösen La Placeschen Theorie der Capillarität, welche die HH. Brandes und Gilbert auf eine sehr verdienstliche Weise für das deutsche Publikum bearbeitet haben. In meiner Abhandlung glaube ich streng erwiesen zu haben; dafs die Fundamental-Formel der La Placeschen Theorie, so wie auch die Hauptansicht der Capillarität nach dieser Theorie, unrichtig sei, ohne jedoch irgend einen Ausdruck gebraucht zu haben, der der Hochachtung, welche ich gegen den grofsen Analytiker hege, im mindesten zuwider wäre. Nun ist diese Abhandlung nicht nur noch nicht in die Annalen aufgenommen, obgleich der Herr Redacteur mich vor vielen Jahren zur Lieferung von Beiträgen (unter Anerbietung eines bestimmten Honorars, welches ich jedoch nie verlangt und nie erhalten habe) aufgefordert, und bis dahin auch alles von mir Eingeschickte aufgenommen hat, sondern Herr Professor Gilbert hat auf vier Briefe, welche ich ihm, seit der wieder hergestellten Gemeinschaft mit Deutschland, diese Abhandlung betreffend, geschrieben habe, nicht geantwortet.

Um nach vier Jahren endlich über das Schicksal dieser Abhandlung Auskunft zu erhalten, sehe ich mich genöthigt, den Herrn Professor Gilbert, wie hiermit geschiehet, öffentlich zu ersuchen, diese schon so lange gebetene Auskunft gefälligst zu geben.

Ich füge nur noch hinzu, dafs ich am 28. Febr. d. J., durch einen Aufsatz des Herrn Professors Brandes in den Annalen aufgefordert, drei Abhandlungen optischen Inhalts dem Herrn Professor Gilbert für die Annalen eingeschickt habe, wobei ich diesen an den letzten der erwähnten vier Briefe vom 19. Decbr. 1814 erinnerte.

Dorpat, im Mai, 1815.

Zweite Aufforderung

an den Redacteur der Annalen der Physik,

Herrn Professor Gilbert.

Ich frage den Herrn Professor Gilbert: **warum er auf** meine seit dem Junius d. J. im Intelligenzblatte der jenaischen allgemeinen Litteratur-Zeitung No. 32 enthaltene Aufforderung nicht antwortet. Hält sich der Herr Redacteur der Annalen der Physik wirklich für den Eigenthümer meiner Arbeit, und dazu mit so unbedingtem Rechte, dafs er der Verpflichtung überhoben sei, auf meine private und öffentlich an ihn ergangene Anfragen zu antworten? Giebt's einen Codex in der deutschen Litteratur, worin dieses Recht verschrieben steht?

Ich hoffe, daſs Herr Professor Gilbert auf diese zweite öffentliche Aufforderung schleunig antworten wird, um den Verdacht zu entfernen, der sonst aus seinem fernern Stillschweigen gegen seine Rechtlichkeit entstehen möchte.

Dorpat, den $\frac{10}{22}$. Decbr. 1815.

Parrot, Prof. der Physik.

Der Herr Professor Gilbert antwortete auf diese zwei Aufforderungen, wie auf meine Privatbriefe — *nichts*, *obgleich*, *bei* Einsendung der letztern Aufforderung, ich dafür sorgte, daſs der Herr Redacteur der Annalen durch einen gemeinschaftlichen Freund, mit derselben Post, davon benachrichtigt werde, wodurch die *Entschuldigung*, als habe Er diese *Aufforderungen übersehen*, Ihm nicht zu *Statten* kommen kann.

Nach der Erscheinung meiner theoretischen Physik hatte ich ein Exemplar derselben an das französische Institut geschickt, mit der Bitte, dasjenige, was mir in diesem Werke eigenthümlich ist, einiger Aufmerksamkeit zu würdigen. Eins der Mitglieder, mein Freund und Landsmann Herr Cuvier, welchem ich das Paquet adressirt hatte, schrieb mir zurück, daſs einige Mitglieder des Instituts, welchen die deutsche Sprache das Aufsuchen in meinem Werke beschwerlich machte, mich ersuchen lieſsen, kurze Aufsätze in französischer Sprache einzuschicken, welche die Übersicht meiner eigenthümlichen Arbeiten enthielten. Ich schickte daher im Sommer 1812 sechs solche kleine Abhandlungen über verschiedene Gegenstände. Eine dieser Abhandlungen betrifft die Capillarität und hat nahezu gleichen Inhalt mit derjenigen, welche ich an Herrn Professor Gilbert geschickt hatte, und ich ersuche in derselben den Herrn Grafen La Place, seine Meinung darüber zu äuſsern, und zwar in Ausdrücken, welche das höchste Selbstgefühl nicht übel nehmen konnte. Allein La Place hat es, so viel ich weiſs, für gut gefunden, weder mir etwas zu schreiben, noch dem Institute (von welchem er meine Abhandlung erhalten) eine Mittheilung zu machen.

Ob diese zweite Thatsache mit der erstern in einigem Zusammenhange steht, oder ob Herr Professor Gilbert meine Arbeit zur Vernichtung verurtheilt habe, bloſs weil sie eine Arbeit La Place's widerlegt, welche Herr Professor Gilbert (freilich stark über die Gebühr) gerühmt hatte, darüber mag der Herr Redacteur der Annalen sich erklären, und wo möglich die Entschlossenheit rechtfertigen, mit welcher er sich bis jetzt weigert, (denn noch im Julius 1816 habe ich ihm darüber geschrieben, indem ich ihm eine Abhandlung über die Zambonische Säule für die Annalen einschickte) auf meine öffentliche und Privat-Aufforderungen zu antworten.

Ich werde sogleich ein Exemplar dieser Abhandlung an den Herrn Professor Gilbert schicken, und ich fordere ihn hiermit zum dritten Male öffentlich auf, sich bestimmt über den Grund seines Verfahrens zu erklären. —

Herr Professor Gilbert ist diese Erklärung schuldig, dem Publikum, sich selbst und mir, *und* ich hoffe, daſs sein Ehrgefühl ihm sagen wird, daſs die dritte Aufforderung die letzte seyn soll. Er kann mich hierbei der Unfreundlichkeit nicht beschuldigen; ich berufe mich hierüber auf meine Briefe an Ihn, die Er sämmtlich unbeantwortet gelassen hat. Ich erlaube Ihm, sie bekannt zu machen, wenn Er glaubt, sich damit rechtfertigen zu können. Ich will aus dieser Correspondenz nur folgendes anführen. Im ersten Briefe, welcher die Abhandlung selbst begleitete, ersuchte ich Ihn, eben weil Er diese Arbeit La Place's unserer unbedingten Bewunderung gleichsam übergeben hatte, in Gesellschaft seines damaligen Kollegen, Herrn Professors Pfaff, bekanntlich eines der ersten Mathematiker Deutschlands, meine Abhandlung zu prüfen und das gemeinschaftliche Urtheil sogleich in den Annalen mit der Abhandlung abdrucken zu lassen.

Dagegen lasse ich dem Herrn Professor

Gilbert darüber volle Gerechtigkeit wiederfahren, daſs er, unsers Miſsverhältnisses ungeachtet, meine drei optischen Abhandlungen im Januar 1816 einrückte und wahrscheinlich auch meine oben erwähnte Abhandlung über die Zambonische Säule eingerückt haben wird. Dadurch zeigt er wieder eine Unpartheilichkeit, die mir sein anderes Benehmen unbegreiflich machen sollte.

Nun noch einige Worte über diese Abhandlung, wie sie jetzt erscheint. Ich besitze den ersten Entwurf derselben noch, der aber bei der frühern Abschrift für die Annalen manche kleine Abänderungen erfahren hat, wie es bei meinen Arbeiten in der Regel der Fall ist. Diese Änderungen bin ich nicht im Stande genau wieder zu liefern, da mein Gedächtniſs dazu nicht hinreicht; dafür werde ich jetzt diejenigen Änderungen an diesem Entwurf machen, welche ich überhaupt für zweckmäſsig halte; indeſs sollen sie den Ton, in welchem ich von La Place sprach, dessen ich mir sehr wohl bewuſst bin, durchaus nicht betreffen. Auch werde ich einiges mehr ausführen, als ich es, so viel mir noch erinnerlich ist, damals that.

Ich werde auſserdem noch einen bedeutenden Zusatz der Abhandlung hinzufügen, eine Kritik der vermeintlichen Ausdehnung der Grund-Ideen dieser La Placeschen Theorie auf andere Gegenstände der Naturlehre, welche die deutschen Herausgeber in einem dogmatisch-pomphaften Tone, als kostbare Blicke aus der tiefsten Tiefe der erhabensten Analysis geschöpft, hingegeben, zu deren Höhe wir uns durch langes Studium erst hinauf zu schwingen trachten müssen.

Es liegt in der Ordnung der Dinge, daſs mancher Physiker, der diese Bogen in die Hand nehmen wird, nur mit Vorurtheil gegen sie an das Lesen derselben gehen werde. Der Namc La Place imponirt, und mit Recht. Aber die Wahrhnit soll auch imponiren, und mit noch gröſserem Rechte.

Es mag auch in der Ordnung der Dinge liegen, daſs ein Recensent — doch, nein. Kein Wort davon. Der bestochene Recensent wird an seiner Arbeit erkannt werden.

Vorwort

der für die Annalen bearbeiteten Abhandlung.

Ich habe bei Gelegenheit meiner Bearbeitung der Capillar-Phänomene in der Vorrede des ersten Bandes meines Grundrisses der theoretischen Physik meine innige Hochachtung gegen La Place auf eine deutliche Art an den Tag gelegt. Man wird es mir also nicht misdeuten, wenn ich hier zu zeigen mich bemühe, daſs die La Placesche Theorie fehlerhaft sei, so schön sie auch die Capillar-Phänomene im Ganzen zu erklären scheint. In der Ausführung ist diese Theorie wohl unangreifbar; denn sie ist eine höchst tiefsinnige mathematische Entwickelung mathematischer Sätze.

Aber die Principien, welche vor aller Mathematik vorangehen und die Verwandlung dieser Principien in Fundamental-Formeln, machen die schwache Seite dieser Theorie aus.

Ich hoffe dieses darzuthun, und nicht mit Unrecht zu warnen, die physikalischen Wahrheiten, wenn sie sich auch ins analytische Gewand einkleiden lassen, nicht unbedingt in Formeln einzuwickeln, weil man auf diesem Wege nicht leicht im Stande ist, einen eingeschlichenen Irrthum wahrzunehmen, und weil, wie es mit La Place's Theorie der Fall ist, es möglich ist, daſs die Folgesätze der Theorie mit manchen dahin gehörigen physischen Phänomenen übereinstimmen, ohne daſs diese Theorie die richtige sei. Ich hoffe, daſs Kenner der angewandten Mathematik die Wahrheit dieser letzten Behauptung im Allgemeinen anerkennen werden, welche ich namentlich für den vorliegenden Fall durch folgende Untersuchung erweisen werde. Zwar ist diese Theorie mit dem ungetheiltesten Beifall aufgenommen worden, und ich fühle, was es auf sich hat, eine Theorie von *La Place* berichtigen zu wollen. Auch würde ich wahrscheinlich den allgemeinen Irrthum getheilt haben, wenn ich nicht vor der Erscheinung der La Placeschen Theorie die meinige ausgearbeitet hätte, welche alle Capillar-Phänomene leicht und befriedigend, däucht mir, erklärt und die geometrische Evidenz für sich hat. Aber die Theorie der Capillarität wäre dann auf immer aus den Hörsälen der Physik verbannt gewesen; wo sind die Zuhörer, wo die Zeit für den Vortrag solcher Theorien, auch wenn man die Rechnungen nur in ihren Resultaten vortragen wollte?

In dieser Abhandlung citire ich die Bearbeitung der H. H. Brandes und Gilbert, welche im XXXIII. Bande der Annalen der Physik enthalten ist.

Kritik der La Placeschen Theorie der Capillarität.

Der erste Zweck einer solchen Theorie mufste seyn, die Anziehungskräfte in den Capillar-Phänomenen in Formeln zu bringen. Der einzige Satz, den La Place vorausschickt, ist, dafs die Attractionen des Flüssigen zu sich selbst und zur Materie des Gefäfses, sich nur in unmefsbar *kleinen* Entfernungen äufsern und sich unter einander der Intensität nach unterscheiden. Ein Satz, den ich in meiner theoretischen Physik angenommen und bewiesen habe.

Nächstdem besteht die Grundlage der Theorie La Place's in der Zerlegung der hier vorkommenden Kräfte (p. 89—95) die sich auf die zwei folgenden Sätze zurückführen läſst. Man sehe Fig. 12, Tab. I, der Annalen Band XXXIII, oder Fig. I beifolgender Kupfertafel.

1. Die anziehende Wand des Gefäſses würkt auf ein in der Wirkungs-Sphäre ihrer Attraction befindliches Theilchen A der Flüssigkeit im Punkte O so, daſs der darüber stehende Theil der Wand für sich eine Anziehung äuſsert, der untere Theil auch für sich, und es wird jede der daraus entstehenden Kräfte in zwei, nämlich eine verticale und eine *horizontale*, zerlegt.

2. Die Attraction der Flüssigkeit gegen jenes Theilchen A der Flüssigkeit wird als von zwei Massen kommend betrachtet, deren eine durch eine unterhalb A liegende Säule pp′rD vorgestellt wird und deren Kraft blos vertikal und abwärts würkt; die andern aber unter einer flüssigen neben der vorigen befindlichen Säule p′qCr vorgestellt wird, und deren Kraft eine vertikale, herunterwärts ziehend, und in eine horizontale, von der Wand abziehend, zerlegt wird.

Diese Kräfte werden für die drei Fälle, da die Oberfläche eben, concav und convex ist, algebraisch bestimmt, und die Summirung derselben liefert folgenden Satz:

Wenn die Flüssigkeit eben stehen soll, so muſs die Anziehung der Wand gegen die Flüssigkeit halb so groſs seyn, als die der Flüssigkeit gegen sich selbst. Soll die Flüssigkeit eine concave Oberfläche haben, so muſs jene Anziehung mehr als halb so groſs seyn, als diese. Soll die Oberfläche convex seyn, so muſs jene kleiner als halb so groſs seyn als jene.

Diesen Satz wollen wir den Hauptsatz nennen, nicht nur weil er den Grund zu der übrigen Rechnung enthält, sondern weil er die Veranlassung zu La Place's ganzem Gedankengang in dieser Theorie gegeben hat, nämlich daſs man durch die Rechnung auf diese Anziehungs-Verhältnisse schlieſst, und daſs die Figur der Oberfläche der Flüssigkeit die Ursache der Capillarwürkung ist. Wir wollen die Sätze 1 und 2, woraus der Hauptsatz deducirt worden ist, vorerst prüfen.

ad 1um. La Place nimmt hier an, daſs der Theil der untern Wand, der unter dem

Theilchen A der Flüssigkeit, also unter der Oberfläche der Flüssigkeit ist, auf A Anziehung äuſsere, und sagt, daſs sie der gleich sei, welche der obere (von Flüssigkeit entblöſste) Theil der Wand äuſsert, und drückt beide Anziehungen durch einerlei Werth aus; daher alle verticale Anziehung der Wand aus den Formeln verschwindet und La Place nun alle Hebung und Depression von der Anziehung des Meniscus gegen den mittlern Faden der Flüssigkeit postuliren muſste. Dieses ist aber nicht richtig, sondern es ist nach mir folgendes das wahre Schema für die Construction dieser Anziehungen.

XY, Fig. II, sei die Wand des Gefäſses in der sehr kleinen Dicke, in welcher sie noch Flächen-Anziehung gegen die Flüssigkeit unterhalb ZV äuſsert; ZW sei eine verticale am Gefäſs anliegende Säule der Flüssigkeit, deren Dicke die eines Integraltheils der Flüssigkeit oder so groſs ist, als die Weite, bis zu welcher die Attraction reicht. Man theile sowohl die Wand, als die Säule, in correspondirende kleine Theile C, D, E, H etc. und A, B, F, G. etc. Es wird D nur eine horizontale Anziehung gegen A äuſsern, weil ihre Schwerpunkte d und a in horizontaler Richtung sind. Es äuſsert aber E allerdings eine Anziehung gegen A, die wir durch ea ausdrücken können. Aber D äuſsert eine gleiche Anziehung gegen B, welche wir durch db ausdrücken. Jede derselben zerlegen wir in eine verticale und eine horizontale, die wir wie La Place ϱx und ϱy nennen können. Die beiden ϱy, auf A und B angewandt, ziehen A bloſs an die Wand senkrecht an. Aber die ϱx von ea zieht A abwärts und die ϱx von db zieht B aufwärts, und B drückt also auf A mit der Kraft ϱx aufwärts. Folglich wird A durch B eben so stark aufwärts gedrückt, als es von B abwärts gezogen wird. Dasselbe kann von allen Theilen der flüssigen Säule ZW eben so leicht bewiesen werden. Folglich findet in der Säule ZW ein vollkommenes Gleichgewicht zwischen den von den Theilen der Wand D, E, H, I etc. herrührenden Kräften zur Depression und den Kräften zur Hebung statt. Die einzige übrig bleibende Kraft ist die von C auf A. Diese hat kein Gegengewicht, und muſs also, im Falle die Wand von der Flüssigkeit naſs gemacht wird, die flüssige Säule herauf ziehen. Für den Fall des Nichtnaſswerdens wird die Kraft ca negativ, und die flüssige Säule muſs sich von der Wand entfernen, sich nach der übrigen Masse der Flüssigkeit hin biegen, und eine Depression verursachen. Denn von den Anziehungen der Wand auf die flüssige Säule ZW müssen die Anziehungen der übrigen Flüssigkeit auf ZW abgezogen werden und von dem Ueberschusse der Anziehung der Wand über die der Flüssigkeit auf ZW, nachdem er positiv oder negativ ist, hängt es ab (wie es in der theoretischen Physik gezeigt wurde) ob die Flüssigkeit die Wand naſs macht oder nicht.

ad $2^{um.}$ Die hier vorkommende Eintheilung der Masse von Flüssigkeit, welche A anzieht, ist willkührlich und unrichtig. Willkührlich, indem sie ohne Grund zwei deprimirende Kräfte $\varrho'z$ und $\varrho'x$ von einerlei Art construirt, da man sonst immer bei dergleichen Analysen pflegt die mittlere aller Anziehungen zu bestimmen, und diese in die verticale und die horizontale zu zerlegen. Unrichtig ist diese Eintheilung, weil sie nicht auf alle Fälle paſst. Denn, wenn wir O (Fig. I) für den Ort des von der Wand entferntesten, letzten, Theilchen nehmen, das noch von der Wand angezogen ist, so wird stillschweigend vorausgesetzt (in der La Placeschen Hypothese), daſs die Attractionssphäre der Flüssigkeit gegen die Flüssigkeit nothwendig und immer gröſser sei, als die der Flüssigkeit gegen die Wand, welches nicht erwiesen ist, und nur für den Fall wahr seyn kann, da die Flüssigkeit die Wand nicht naſs macht, da man dann mit Recht annimmt, daſs eine stärkere Anziehung auch in gröſserer Entfernung würke. Denken wir uns nun den entgegengesetzten Fall, da die Anziehung der *Flüssigkeit* zu sich selbst kleiner ist, als die zu der Wand, (den Fall nämlich, da die Wand naſs wird) und der Punkt O stehe von p' in einer Entfernung, die gleich sei der gröſsten, unter welcher die Flüssigkeit die Flüssigkeit noch anzieht, und zugleich von p auch in der äuſsersten Gränze der Anziehung von Seiten der Wand, so ist pO gröſser, als Op', und $pq = o$. Für diesen Fall paſst also die La Placesche Zerlegung der auf A wirkenden Kräfte nicht mehr; denn hier ist die Summe aller Anziehungen der Flüssigkeit auf $A = o$, wenn A noch innerhalb des Wassers ist; und ist A an der Oberfläche, so ist die verticale Anziehung der Flüssigkeit nur $\varrho' z$ und nicht $\varrho'(z+x)$. So verschwindet auch $\varrho' y$ aus der Zahl der horizontalen Kräfte, welche nun nicht mehr $(2\varrho - \varrho')\,y$ ist, sondern nur ϱy.

Ferner sieht La Place (p. 91 u. a. a. O.) die Oberfläche einer Flüssigkeit als eine Art freier Oberfläche an, welche einzig durch die beiderseitigen oft erwähnten Anziehungen gebildet wird. Kann aber dies angenommen werden? Denkt man sich durch den untersten Punkt des hohlen Meniscus und durch den obersten des convexen eine ebene Fläche, so drücken die Säulen der Flüssigkeit, welche innerhalb des ersten sich befinden, herab, und müssen also durch die aus den Attractionen resultirenden Kräfte getragen werden, und im zweiten Meniscus fehlen eben solche Säulen, deren Druck durch eben diese Kräfte ersetzt werden muſs. Wie ist es möglich, das Gewicht dieser Theile bei der Construction der Krümmung des Meniscus auſser Acht zu lassen?

Diese Betrachtungen werden jeden Unbefangenen hoffentlich überzeugen, daſs diese Elemente der sonst mit dem seltensten analytischen Scharfsinn durchgeführten

Theorie La Place's, überhaupt einer Theorie nicht zum Grunde gelegt werden können und dürfen. Meine obige einfache Analysis der hier vorkommenden Kräfte scheint mir begründeter und der Betrachtung solcher Anziehungen angemessener. Übrigens läugne ich nicht, dafs sich nicht über die hier bestmögliche Analyse noch viel disputiren liefs, und ich habe ehemals selbst mehrere mir gedacht, die aber mir nicht so passend schienen *). Indefs würde es um die Physik schlimm stehen, wenn man nicht Criteria hätte, mittelst welcher man die Richtigkeit und Brauchbarkeit einer solchen Analyse erproben könnte. Diese Criteria sind vorzüglich 1) dafs die Analyse so einfach als möglich sei, damit man die etwanigen Fehlschüsse leicht entdecken könne; 2) dafs man nur die reinen Sätze der Statik oder Mechanik anwende, ohne willkührliche Bestimmungen zu statuiren, welche der Analyse den Character der Allgemeinheit entziehen würden; 3) dafs diese Analyse

---

*) In der für die Annalen bestimmten Abhandlung hatte ich noch eine geliefert, die ich aber als minder genügend hier weglasse.

und die darauf gegründete Theorie alle dahin gehörigen Phänomene erkläre; 4) dafs sie mit keinem einzigen Phänomene im Widerspruch stehe. Wie die La Placesche Analysis und die meinige der ersten und zweiten Bedingung entsprechen, ist aus dem vorhergehenden klar. Dafs meine Theorie der Capillarität alle zur Capillar-Würkung gehörige Phänomene mit strenger geometrischer Consequenz erkläre und zwar mit einem ungleich geringern Aufwande an Mühe und Zeit, als die La Placesche; davon kann man sich aus meinem Grundrisse der theoretischen Physik leicht die Überzeugung schöpfen. Wir wollen nun nach Anleitung des vierten Criterium die La Placesche Analysis und dann seine ganze Ansicht dieser Gattung von Phänomenen prüfen.

La Place's Analysis liefert gleich anfangs ein Resultat, welches mit der Erfahrung in directem Widerspruche ist, es ist das Resultat, dafs $2\varrho = \varrho'$ ist, wenn die Oberfläche der Flüssigkeit eine reine Horizontalfläche seyn soll. Nach meiner Analysis ist aber für diesen Fall $\varrho = \varrho'$. Ueber diese wesentliche Abweichung beider Analysen von einander muſs die Erfahrung entscheiden. Nach §. 114 meines Grundrisses der theoretischen Physik ist die Anziehung des Wassers zum Wasser auf 1 Quadrat-Zoll Oberfläche = 55 Gr. medicin. G. gefunden worden; die des Wassers zum reinsten Talge = 50 Gr. *), also nur um weniges, um $\frac{1}{11}$ kleiner als jene. Nun steht bekanntlich das Wasser in einem mit Talge überzogenen Gefäſse nahezu horizontal, und etwas weniges convex, ganz dem Verhältnisse 50:55 analog, wenn meine Analysis die wahre ist. Nach der Analyse La Place's (p. 93) sollte die Wasserfläche nahezu eine hohle Halbkugel bilden, da ϱ nahezu $= \varrho'$ ist; für den Horizontalismus müſste der Talg zum Wasser nur eine Anziehung von $27\frac{1}{2}$ Gran haben, und für den würklichen etwas convexen Stand nur etwa 25 Gr. Da ferner diese Anziehung nur um $\frac{1}{11}$ kleiner ist, als die des Wassers zum Wasser, so müſste das Wasser in eine mit Talg überzogene Glasröhre sehr stark steigen; aber es steigt bekanntlich gar nicht, wie La Place auch bemerkt.

---

*) Die des Wassers zum Baumöhle 52 Gr.

Auch mit der Wölbung des Quecksilbers im Glase stimmt La Place's Theorie nicht überein. Denn die Anziehung des Quecksilbers zum Quecksilber beträgt auf 1 Quadrat-Zoll 497 Gr. und also $\frac{1}{2}\varrho' = 248{,}5$ dagegen $\varrho = 220$. Mithin ist $\frac{1}{2}\varrho'$ nur um 0,13 größser, als ϱ, und es sollte sich daher das Quecksilber in einer engen Glasröhre nur sehr wenig wölben, wogegen es bekannt ist, daſs die Höhe dieser Wölbung etwa $\frac{1}{2}$ des Radius der Röhre beträgt.

Endlich ist zu bemerken, daſs in dieser La Placeschen Analysis der Krümmung des Meniscus, La Place keine Rücksicht auf den Durchmesser der Röhre nimmt, sondern (p. 93) die Höhe oder Tiefe des Meniscus schlechtweg von dem Verhältnisse $\frac{\varrho'}{\varrho}$ abhängen läſst, so daſs, wenn $\varrho = \varrho'$ der Meniscus eine Halbkugel ist. Dagegen haben mir genaue Beobachtungen gezeigt, daſs wenn die Glasröhre 1''' Weite kat, die Tiefe des Meniscus $= 0{,}45'''$ ist, daſs diese Tiefe mit dem Durchmesser der Röhre bis zu 6''' ziemlich gleichmäſsig wächst, jedoch im abnehmenden Verhältnisse, so daſs für d = 6''' die Tiefe 1,4''' ist, und daſs von diesem

Durchmesser an die Tiefe nicht mehr merklich zunimmt, sondern immer (meine Versuche gehen bis $d = 16'''$) $= 1{,}4'''$ bleibt. *) Welches offenbar beweiset, daſs die Gestalt der Curve des Meniscus nicht von dem Verhältnisse $\frac{\varrho}{\varrho'}$ allein abhängt, sondern daſs der Durchmesser der Röhre einen wesentlichen Einfluſs auf diese Krümmung habe, welches aber mit der von mir gegebenen Vorstellungsart der Entstehung dieser Krümmung sehr gut harmonirt.

Diese Betrachtungen zeigen zur Genüge, wie gefährlich es in der Physik ist, die einfachen Phänomene nicht von der Erfahrung zu postuliren, sondern sie aus zusammengesetzten Phänomenen durch Rechnung zu deduciren. Die Anziehung der Flüssigkeit zum Gefäſse und zu sich selbst sind zwei einfache Phänomene, aber die Curve des Meniscus ist ein sehr zusammengesetztes. Und da La Place die wahre Glei-

---

*) Bei diesen Durchmessern ist die Hebung der Wassersäule noch sehr meſsbar; denn bei $d = 1'''$ habe ich die Höhe der Hebung $= 2{,}66'''$ gefunden, welches für $d = 12'''$ $h = 0{,}22'''$ und für $d = 16'''$, $h = 0{,}166'''$ giebt. Folglich gehören diese Phänomene völlig noch zu dem der Haarröhren-Würkung im strengern Sinne.

chung zu dieser Curve nicht zu finden vermochte, und dadurch bewogen ward, die Kreislinie als Nähernng zu substituiren, so mufsten bedeutende Irrthümer in der daraus zu leitenden analytischen Construction der einfachen Phänomene entstehen. Der natürlichere Gang des Geometers, der von den einfachern Datis zu den zusammengesetztern Phänomenen und Lehrsätzen schreitet, ist in der Physik dem Gange des Analytikers vorzuziehen, überall wo jener möglich ist, und er ist es öfters, als man glaubt. Dafs es hier namentlich der Fall sei, glaube ich in meinem Grundrisse der theoretischen Physik bewiesen zu haben; und wenn man das unterschreibt, was La Place von den frühern Theorien der Capillarität sagt, so wird man mir hierin nicht einiges Verdienst absprechen.

Dieser Prüfung der La Placeschen Analyse zum Behufe der Figur der Oberfläche der Flüssigkeiten in den Haarröhren folge nun die Prüfung der Hauptbasis seiner ganzen Theorie, nämlich die Prüfung der Hypothese, dafs d i e s e F i g u r d e r f l ü s s i g e n O b e r f l ä c h e d i e U r s a c h e d e r H e b u n g o d e r D e p r e s s i o n d e r F l ü ssigkeit in den Haarröhren sei, ein Parodoxon, welches nur aus den Händen eines so grofsen Mathematikers mit Beifall aufgenommen werden konnte, so wie der Vorwurf, den er (p. 27) den Physikern macht, dafs sie die Concavität und die Convexität der Oberfläche in haarröhrartigen Räumen nur für eine entfernte Würkung der Haarröhrenkraft und nicht für die Hauptursache aller haarröhrartigen Erscheinungen gehalten. Ich gestehe, dafs, wenn dieser Vorwurf die Physiker trift, er mich ganz vorzüglich treffen mufs, da ich bestimmt annehme, dafs die Anziehungen des festen Körpers und der Flüssigkeit auf die Flüssigkeit das Princip aller hierher gehörigen Erscheinungen sei, namentlich der scheinbaren positiven und negativen Rand-Anziehung der Flüssigkeit in weiten Gefäfsen, der Curve der Oberfläche in weiten und engen Röhren, der Hebung und Depression in den Haarröhren, der scheinbaren Anziehungen und Repulsionen kleiner schwimmender Körper etc.; ja dafs die Krümmung der Oberfläche unmittelbare Folge der Erhebung oder Depression der Flüssigkeit an der innern Wand der Röhre sei.

Für die Widerlegung der La Place-schen Hypothese und die Bestätigung der meinigen und aller übrigen Physiker vor La Place, zur genauen Bestimmung dessen, was hier Ursache und was Würkung sei, wollen wir die Erfahrung zur Richterin machen, und zwar auf demselben Wege, den La Place eingeschlagen hat, als er sich durch die HH. Haüy und Tremery die Versuche anstellen liefs. Der Haupt-Versuch ist der p. 24 und 25 beschriebene Versuch mit der heberförmigen Röhre. Auf diesen stützt sich La Place ganz vorzüglich, und sieht ihn als einen siegreichen Beweis für seine Ansicht an.

Ich habe diesen Versuch oft wiederholt und auf mannichfaltige Art modificirt. La Place schreibt das Fallen des Wassers in dem langen Schenkel, wenn der Tropfen von der Oberfläche des kurzen Schenkels abgenommen worden ist, dem Mangel an sphärischer Endung der Wassersäule im kürzern Schenkel zu, welcher Mangel natürlich auch statt findet; wenn dieser kürzere Schenkel im Wasser untertaucht. Hier meine Versuche und Beobachtungen, welche die Sache entscheiden:

Ich hatte vier verschiedene hebenförmige Röhren, alle sehr rein, durchaus neu, und das gebrauchte Wasser war destillirtes, die Temperatur 14° R. Die Röhren hoben das Wasser wie folgt: No. 1 auf 34‴, No. 2 auf $24\frac{1}{2}$‴, No. 3 auf 21‴, No. 4 auf 8‴, und ich sorgte durch tiefes Eintauchen des kürzeren Schenkels für eine vollkommene Benetzung des Theils des obern Schenkels, in welchem das Wasser hinauf und hinab steigen sollte (eine Vorsicht, die ich bei Haarröhren-Versuchen nie vernachläſsigt, die auch La Place empfiehlt).

Erster Versuch. Irgend eine dieser Röhren sei mit Wasser gefüllt und am Ende A mit einem groſsen Tropfen versehen, wie Fig. III. zeigt. Nun nähere man eine horizontale Platte P, von Glas, Holz, Messing oder geleimtem Papier, diesem Tropfen bis zur Berührung, so sinkt sogleich das Wasser in B um $2\frac{1}{2}$‴ bis 3‴. Senkt man die Platte nieder, so daſs der Tropfen platt gedrückt werde, wie ab (Fig. IV.), oder hebt man die Platte in die Höhe, so daſs der Tropfen gedehnt werde, wie de (Fig. V.), so bleibt der Stand des Wassers in B (Fig. III) derselbe, als von dem Augenblicke an, da die Platte mit dem Tropfen in Berührung kam.

Es folgt schon aus diesem einfachen Versuche, daſs die sphärische oder beinahe sphärische Gestalt des Tropfens nicht das ist, was den Stand des Wassers in B bestimmt, sondern die Adhäsion des Wassers zur Platte P, da der Tropfen seine Gestalt von einem Sphäroid ab mit convexer Revolutionslinie bis zu einer de mit concaver Revolutionslinie ändern kann, ohne daſs der Stand des Wassers in B sich ändere. Nach welcher Theorie sollte die Attraction dieser so verschiedenen Sphäroiden einerlei Resultat geben?

Zweiter Versuch. Ich senkte alle vier Röhren in Wasser, um genau zu messen, wie hoch das Wasser in ihnen über dem Niveau steht, und bezeichnete mir die Stelle genau; wodurch ich die obigen Hebungen des Wassers für jede Röhre erhielt. Dann nahm ich sie heraus und lieſs den Wassertropfen darauf, und betrachtete nun wieder den Stand des Wassers im Schenkel B. Ich fand den Unterschied in allen vier bis auf eine unbedeutende Kleinigkeit gleich, nämlich im Mittel $1\frac{2}{3}'''$. Dann nahm ich von allen vier den Wassertropfen mit Löschpapier allmählig ab, bis das Wasser in der Mündung der Röhre völlig horizontal und der Durchschnitt der Glasröhre trocken ward, aber nicht weiter, wobei ich mich, der Sicherheit wegen, eines Vergröſserungsglases bediente. Nun beobachtete ich wieder die Höhe des Wassers in B, und fand, daſs sie in allen um 2‴ gefallen war. Zugleich beobachtete ich wieder bei jedesmaligem Auflegen des Flieſspapiers das Fallen und bei dem Abnehmen desselben das Steigen der Wassersäule in B.

Das Resultat dieses Versuches, nämlich das gleiche Fallen der Wassersäule durch die Abnahme des ganzen Tropfens, in allen vier Röhren von so verschiedener Capillar-Würkung spricht entscheidend gegen La Place's Theorie. Nach derselben kann der beobachtete Fall der Wassersäule für die vier Röhren nicht eine constante Gröſse seyn. Denn da der höchste Stand allein durch die hohle Krümmung in B und die convexe in A bedingt seyn soll, so müſste jeder der beiden Krümmungen (welche überdieſs, beide, nach La Place, halbe Kugeln sind) die Hälfte der Würkung zu-kommen, und es müſsten die Depressionen durch die Abnahme des Tropfens 17''', 12¼''', 10½''', 4''' seyn, oder, wenn man die Hebung nicht zwischen beiden Krümmungen gleich theilen will, doch aliquote Theile dieser Zahlen seyn. Allein der Versuch lieferte alle vier Depressionen = 2'''. Daſs in den frühern Versuchen die Depressionen zwischen 1½''' und 2''' varirten, rührt wahrscheinlich von der relativ-gröſsern oder geringern Masse der Tropfen her, welche, wie weiter unten gezeigt werden wird, nicht ganz gleichgültig ist. Der reinste Versuch ist der letzte und muſs es seyn, da der Wassertropfen ganz abgenommen wird.

Vergleicht man nun das Resultat dieses letzten Versuches, nämlich die Depression der Wassersäule in B = 2''' mit dem schon angeführten Resultate der Adhäsion des Wassers zum Wasser = 55 Gran medic. Gew. auf 1 Quadratzoll, so ergiebt sich nach meiner Theorie eine auffallende Uebereinstimmung. Denn jene Adhäsion von 55 Gr. entspricht einer gehobenen Wasserschichte von 2,04'''. Die Erklärung dieses Phänomens nach meiner Theorie ist ganz einfach folgende: Es sei der Wassertropfen auf A gebildet, so daſs dessen Theile alle sich in natürlichem Gleichgewichte der Schwere, der Adhäsion des Wassers zum Wasser und zum Glase der Grundfläche befinden, so ist es klar, daſs dieser Tropfen keinen Einfluſs auf die Höhe des Wassers im Schenkel B haben kann. Bringt man nun an der Oberfläche des Tropfens einen Körper an, dessen Flächen-Anziehung 2‴ Wasser hebt, so muſs das Wasser in A mit einer Kraft = 2‴ steigen und in B um so viel fallen. Und da wir gesehen haben, daſs der Effect derselbe ist, ob man den Tropfen platt drückt oder in die Höhe zieht, so ist es klar, daſs nur die Adhäsion des Wassers zum flachen Körper P diese Depression bewürkt.

Ist der Tropfen gleichsam überfüllt, d. h. bekommt er soviel Wasser, daſs er mehr Höhe erhalte, als für das allgemeine Gleichgewicht der Anziehungen und der Schwere erforderlich ist, so muſs bei der Berührung mit dem Körper P dieser Überschuſs erst getragen werden, ehe die Wassersäule in B sinken könne; daher die Unterschiede in den Resultaten des ersten Versuches. Hat aber der Tropfen nicht so viel Wasser, als zur Bildung der obigen Normalgestalt gehört, so muſs die Flächen-Anziehung des Wassers zum Wasser dahin trachten, diese Gestalt herzustellen, d. h. die Höhe des Tropfens zu vergröſsern und folglich auf der ganzen Basis, mithin auch auf der Mündung der Röhre, einen Zug von unten nach oben äuſsern, der in einem gewissen Verhältniſs zu der fehlenden Höhe des Tropfens seyn und das Maximum von 2‴ Wasserhöhe erreichen muſs, wenn die Krümmung der Fläche unendlich klein, d. h. die Oberfläche des Wassers völlig eben geworden seyn wird. Nach dieser gänzlichen Wegschaffung des Tropfens kann die Wassersäule in B nicht wieder steigen, weil dieses Steigen eine Depression in A bewürken würde, wodurch in A ein hohler Meniscus entstünde, dessen Würkung wieder eine Hebung in A, folglich eine Depression in B verursachen würde.

Senkt man eine solche Röhre ACB mit dem Tropfen in A und dem Maximum der Wassersäule in B, ins Wasser, so äuſsert das Wasser seine Flächen-Anziehung auf der Oberfläche A der getauchten Wassersäule, wodurch diese Säule um 2‴ gehoben und also um eben soviel in B herabgezogen wird. Hier thut die Adhäsion des äuſsern Wassers dasselbe, als früher die Adhäsion des Körpers P auf den Tropfen. In beiden Fällen hat man eine Kraft, welche das Wasser in A um etwa 2,04‴ hebt.

Dritter Versuch. Ich füllte wieder die Röhren wie in den vorhergehenden Versuchen, nahm nach und nach mit Löschpapier die Tropfen ab, und fand, wenn der Tropfen sehr groſs war (die halbe Kugel erreichte oder übertraf), daſs er von seiner Masse und Höhe viel verlieren konnte, ehe das Wasser in B einen permanent tiefern Stand erhielt. Meiner Schätzung nach (und ich darf wohl versichern, daſs ich ein sehr geübtes Augenmaaſs habe) wird der senkrechte Radius oder die halbe kleine Axe des Tropfens um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ kürzer, als die horizontalen Radien, ehe die Wassersäule in B sichtlich zu fallen anfängt. Dann aber fällt sie bei weiterer Verminderung des Tropfens allmählig, bis dieser ganz verschwunden ist und das Wasser horizontal in der Mündung der Röhre A liegt. Diese Beobachtungen bestätigen das Obige von einer Normalgestalt des Tropfens, unter welcher der Tropfen keine Einwirkung auf den Stand des Wassers in B hat.

Fährt man fort, Wasser aus der Mündung A der Röhre zu nehmen, so fällt nun die Wassersäule in B beträchtlich schneller als vorher, und dieses dauert fort, bis das Wasser in beiden Schenkeln auf gleicher Höhe steht. Betrachtet man die Mündung A in den Intervallen dieser Operation mit dem Vergröſserungsglase, so sieht man, daſs von dem Augenblick an, da das Wasser in B um 2‴ gefallen ist und das Wasser in A eine horizontale Ebene gebildet hat, die Oberfläche des Wassers in A concav wird, immer mehr, jemehr man Wasser abnimmt, bis endlich, bei gleichem Stande des Wassers in A und B, die Höhlung völlig so tief ist, als die in B, welche während der ganzen Operation ihre scheinbare Sphäricität nicht geändert hat.

Ich habe diesen zweiten Theil dieses Versuches, der sich nach La Place's Theorie etwa eben so gut, als aus der meinigen erklären läſst, und daher nichts zu beweisen scheint, deswegen angeführt, weil er erklärt, warum Haüy (und La Place, wenn Letzterer bei den Versuchen zugegen war) das Constante im Fallen der Wassersäule in B übersehen konnten. Wahrscheinlich ist die Gränze, da das Wasser in A eben und horizontal wird, bei einigen Versuchen nicht erreicht, bei andern überschritten worden, deren strenge Beobachtung aber jenes Constante allein aufzudecken vermag.

Ich war endlich begierig, den Einfluſs der überwiegenden Adhäsion des Glases der Durchschnitts-Oberfläche auf dieses Phänomen kennen zu lernen, da diese Glasfläche, welche in den vier gebrauchten Röhren sehr verschieden ist, bis zur gänzlichen Verschwindung des Tropfens vom Wasser überzogen bleibt. Es waren wichtige Erfolge von dieser Untersuchung zu erwarten.

Vierter Versuch. Ich füllte die Röhre No. 1 auf die gewöhnliche Art und bezeichnete den Stand des Wassers in B., dann verschloſs ich die Öffnung des Schenkels B mit einem Wachstropfen, und nahm dann den Wassertropfen in A weg, bis die Glasfläche in A trocken wurde. Nun überzog ich diese Glasfläche mit Talg, reinigte mit einer feinen Nähnadel und unter Gebrauch des Vergröſserungsglases, die Öffnung von dem Talge und schmolz durch eine kleine Papierflamme die dünne Talghaut, so daſs sie ganz eben und die Öffnung rein und glatt wurde. Endlich stach ich am Schenkel B das Wachs durch, um den Druck der Luft wieder herzustellen; dadurch fiel das Wasser in B etwas und bildete einen kleinen flachen Tropfen über A. Diesen Tropfen nahm ich nun behutsam ab, bis das Wasser in der Mündung A völlig eben wurde. Dadurch fiel das Wasser in B bis 2‴ unterhalb des ursprünglichen Standes. Nachdem ich die Talgfläche völlig getrocknet hatte, legte ich auf die Mündung A einen kleinen Wassertropfen. Das Wasser in B stieg sogleich um 2‴ und der auf A übrig gebliebene Tropfen war völlig halbkugelförmig und kaum etwas gröſser, als die Mündung selbst. *) Dann nahm ich dieses Tröpfchen allmählig ab **) und die Wassersäule fiel wieder völlig um 2‴, wie in den Versuchen mit groſsen Tropfen.

Endlich legte ich einen groſsen Tro-

---

*) Dieses glückt nicht immer. Der Tropfen wird oft gröſser oder setzt sich nicht an. Indeſs hat es mir öfters geglückt, wozu nur einige Geschicklichkeit erfordert wird.

**) Dazu brauche ich, wie zu allen diesen Versuchen, schmale spitzig zugeschnittene Stücke Druckpapier.

pfen, der völlig halbsphärisch war und die ganze Oberfläche A deckte, darauf; dann nahm ich ihn nach und nach ab. Nach jedem allmähligen Abnehmen eines Theils des Tropfens erhielt der übrige Tropfen gewöhnlich eine irregulaire Gestalt, weil der unvermeidliche, aber oft unmerkliche Staub sich auf der Talgfläche irregulair ansetzt und ungleiche Anziehungen von Seiten der Grundfläche erzeugt. Die Wassersäule in B stieg oder fiel nach Verhältniſs der Gestalt, die der Tropfen bekam, aber dieses Steigen und Fallen blieb immer innerhalb der Gränze von 2‴. Es war mir übrigens nicht schwer, durch geschickte Manipulation des Druckpapiers dem Tropfen Regularität zu verschaffen und sie sogar bis nahe an die Halbkugelgestalt zu bringen, wobei denn die Wassersäule in B immer auf ihren vorigen höchsten Standpunkt stieg, aber auch nie darüber. So konnte ich die Probe mit mehreren nahezu halbkugelförmigen Tropfen von sehr verschiedenen Durchmessern machen, welche Probe zum Resultat gab, daſs bei allen solchen Tropfen, welchen Durchmesser sie haben mochten, die Wassersäule in B bis zu dem anfänglich beobachteten Maximum und nicht darüber stieg, und, bei völliger Abnahme derselben bis die Wasserfläche in A völlig eben war, die Wassersäule in B bis zu dem anfänglich beobachteten Minimum und nicht tiefer fiel. Diesen Versuch habe ich mit No. 1 u. No. 3 angestellt.

Aus diesen Versuchen folgt:

a) daſs die Tropfen-Versuche mit der Glas- und mit der Talg-Oberfläche gleich ausfallen, mit dem bloſsen Unterschiede, daſs im ersten Falle der Tropfen fast bis zu Ende seinen ganzen Durchmesser behält, im letzten aber sich bei seiner allmähligen Abnahme sehr bald zusammenzieht; welches aus der geringern Adhäsion des Wassers zum Talge nothwendig folgt;

b) daſs das Fallen der Wassersäule innerhalb derselben Gränzen geschieht, gleich viel, ob der Tropfen in A einen groſsen oder einen kleinen Durchmesser hat, und daſs folglich der Hauptschluſs aus dem zweiten Versuche gegen La Place's Theorie völlig richtig ist. Gegen diesen Schluſs hätte man vielleicht einwenden mögen, daſs die Tropfen, welche die ganze Glasfläche A decken, sehr viel gröſser sind, als der

Durchmesser der Wassersäule, und also als der Durchmesser des hohlen Sphäroids in B. (In der That ist's in der Röhre No. 1 der Fall daſs diese beiden Durchmesser sich etwa $=15:1$ verhalten, und daſs also das convexe Sphäroid in A nach La Place's Theorie nicht so stark würken könne, als das concave Sphäroid in B, woraus sich zur Noth erklären lieſs, daſs die Würkung jenes Sphäroids so klein ausfällt, jedoch nicht das Constante im Fallen durch die Abnahme desselben). Jetzt aber fällt auch dieser kleine Ausweg weg, da wir gesehen haben, daſs, für einen und denselben Durchmesser der Wassersäule, nahezu halbkugelförmige Segmente von allerlei Durchmessern immer eine gleiche Würkung äuſsern.

c) Dieser dritte Versuch zeigte, daſs sowohl in der Röhre No. 1, als auch in der Röhre No. 3 das convexe halbkugelförmige Sphäroid A, von gleichem Durchmesser, als die Wassersäule, die er deckte, in beiden Fällen gleich würkte, da dessen Abnahme eine Depression von 2''' in B bewürkte. Dieses Phänomen ist wiederum gegen die La Placesche Theorie entscheidend. Einmal sollte dieser convexe

Meniscus in A eben so viel würken, als der concave in B; folglich müſste die beobachtete Höhe des Wassers in B das doppelte seyn von dem, was einer von beiden Meniscus allein leisten kann, und durch Wegnahme des Erstern müſste diese Höhe genau um die Hälfte vermindert werden. Denn, vergleicht man die convexen Meniscus in A von gleichem Durchmesser, als die Wassersäule in der Röhre No. 1 und No. 3, wenn man den obigen Schluſs etwa nicht zugeben wollte, so müſste wenigstens die Würkung derselben im umgekehrten Verhältnisse ihrer Durchmesser seyn, also hier No 1 zu 3, wie 34:21. Allein diese Würkung zeigte sich in beiden gleich.

Wie konnte aber die La Placesche Theorie, welche auf zwei unrichtigen Voraussetzungen beruht, dennoch richtige Resultate liefern, nämlich solche, welche mit den Hauptphänomenen, die zur Haarröhrenwürkung gehören, übereinstimmen? Die Beantwortung dieser Frage ist leicht.

Es folgt aus der wahren Theorie der Capillarität, dafs die generirende Curve des Meniscus in den haarröhrförmigen Räumen durch den Unterschied der Flächen-Anziehung der Flüssigkeit zu sich selbst und zur Materie des Gefäfses, mit der Schwere der Flüssigkeit combinirt, entsteht, so dafs eine gewisse Relation zwischen der Natur (nicht der Figur) dieser Curve und jenem Unterschiede der Anziehungen statt findet. Eine Gleichung, welche sie sei, wenn sie nur richtig ist, ist der Ausdruck dieser Relation, und so müssen die Resultate auch richtig ausfallen, welche der hier vorkommenden Gröfse man als die Gegenstände des Problems ansehen möge. Zwar ist der Fundamentalsatz falsch, dafs die Wasseroberfläche dann eben ist, wenn $\varrho = \frac{1}{2}\varrho'$. Allein dieser Satz dient La Place nur zur Bestimmung, ob die Oberfläche der Flüssigkeit hohl oder convex sei; und da er sich nicht auf die Fälle einläfst, wo diese Frage nicht schon anderweitig entschieden ist, so kommt er damit nicht ins Gedränge; aber im Beispiele mit dem Talge reicht seine Theorie schon nicht hin. Dieses ist um so richtiger, als La Place die Hebung und Depression von der Action des Meniscus auf den unendlich dünnen Faden der Flüssigkeit, der in ihrer Mitte liegt, ableitet, eine Action, welche durch den Winkel, den das Element der Curve an diesem Punkte mit diesem unendlich dünnen Faden macht, bedingt wird. Den Meniscus selbst aber läſst Er durch den Conflict der beiden Flächen-Anziehungen sich bilden.

Zusatz zu der vorigen Abhandlung.

In der vorigen Abhandlung ist gezeigt worden, daſs die Theorie des Herrn Grafen La Place in ihren zwei Fundamental-Sätzen unrichtig sei. Was bleibt also von dieser Theorie übrig? Zweierlei: die Rechnung und die Ideen, welche ihr Verfasser für andere Zweige der Naturlehre daraus gezogen hat.

Die Rechnung ist ein Muster von analytischem Scharfsinn, und wird als solches in der Wissenschaft bleiben, *aber nicht als Theorie der Capillarität*, weder als eine wahre, noch als eine brauchbare. Dieses Schicksal wird sie mit der Arbeit manches frühern berühmten Mathematikers theilen, der auf einem ähnlichen Wege sich eine Bahn in die Physik zu eröffnen dachte. Merkwürdig ist es, daſs Newton *nicht* zu dieser Zahl gehört! Die Ideen oder Schlüsse, welche La Place aus dieser Theorie gezogen hat, oder vielmehr die Behauptung, daſs die Bewegung der Himmelskörper, die Bewegung der unendlich kleinen Massen in der Flächen-Anziehung, die Bewegungen und Verwandlungen in der Affinität und endlich die Phänomene der Optik, sich alle aus einem Princip, aus der Betrachtung der Curven und der Bahnen dieser unendlich grofsen und unendlich kleinen Massen erklären lassen. — Diese Behauptung sei der Gegenstand folgender Betrachtungen. Wenn man gigantische Körper in der Entfernung mit dem Telescope am bequemsten übersieht, so betrachtet man gigantische Ideen am sichersten in der Nähe und mit Hülfe des Mikroscops. Daher theile ich diese Betrachtungen in einzelne Artikel ein.

1. Von der Affinität.

La Place statuirt mit Recht, dafs ein Unterschied zwischen Flächen-Anziehung und Affinität sei. Er setzt aber diesen Unterschied darin, dafs die Affinität, gleich der Schwere, in die Körper eindringe, die Flächen-Anziehung aber sich auf die Oberfläche der Körper einschränke. Wie ist dieses zu verstehen? Heifst es so viel als: zwei Integraltheile der Materie würken durch Flächen-Anziehung so auf einander, dafs nur die Oberflächen einander anziehen, durch Affinität aber so, dafs die ganzen Massen sich wechselseitig anziehen? Oder: zwei Integraltheile würken durch Flächen-Anziehung so auf einander, dafs bei ihrer Berühung alle Anziehung aufhört, durch Affinität aber so, dafs nach der Berührung die Anziehung noch fortdauert?

Wir wollen die Sache unter beiderlei Auslegung betrachten.

Erste Auslegung. Hier ist wieder ein doppelter Sinn möglich. Entweder meint La Place, dafs die Mollécules in der Flächen-Anziehung so würken, dafs ihre Oberflächen als Oberflächen, und *nicht als* materielle Theile der Mollécules, die Anziehung (die Annäherung in unmefsbar kleinen Entfernungen) bewürken. Dieses wird La Place schwerlich behaupten wollen, da die Oberfläche, d. h. die mathematische Begränzung, eines Körpers nichts Materielles ist. Zwar theilt der grofse Mathematiker den Figuren der Körper eine Rolle in den Affinitäts-Phänomenen zu; aber er meinte gewifs darunter nur die Materie selbst, in so fern sie in verschiedenen Relationen der Distanz zu sich selbst, einerseits in einer einzelnen Mollécule und andererseits von

Mollécule zu Mollécule, sich befindet. Wir müssen also annehmen, daſs La Place unter Oberfläche die äuſserste unendlich (wenigstens unmeſsbar) dünne Schichte der Materie einer Mollecule verstanden habe. Aber dann ist sein Satz falsch; denn es sei a der Halbmesser einer Mollécule, b die gröſste Weite des Wirkungskreises der Materie in der Flächen-Anziehung, beide unendlich klein, oder (wie ich den Ausdruck gewählt habe) physisch unendlich klein. Wenn nun die Flächen-Anziehung, d. h. die Anziehung der äuſsersten Schichte, der einen Mollécule X die andere Mollécule Y bis zur Distanz $\frac{1}{n}$ b gebracht hat, so müssen alle übrigen Theile von X und von Y, welche höchstens um $\frac{1}{n}$ b von der Oberfläche entfernt sind, in der Anziehungs-Sphäre sich befinden, und also an der Flächen-Anziehung Theil nehmen. Folglich ist die Würkung der Flächen-Anziehung nicht blos auf die Oberfläche eingeschränkt, sondern sie muſs auch sich auf das Innere der Mollécule erstrecken. Oder wird La Place ein Tertium statuiren wollen, daſs nämlich die Mollécules aus zweierlei Materie bestehen, deren eine, an den Gränzen der Mollécules, gleichsam die Rinde derselben, mit der Attractionskraft begabt sei, die übrigen innern, der Kern, aber nicht, sondern in dieser Hinsicht nur als todte Masse anzusehen sei? Diese Hypothese, welche den Stempel der ausschweifendsten Willkührlichkeit an sich trägt, wollte wohl La Place nicht aufstellen, und er hat sie auch nirgends ausgedrückt. *)

Zweite Auslegung. Sie besteht darin, daſs bei der Flächen-Anziehung die Attraction aufhören soll, wenn die Mollécules sich berühren, aber fortdauern, wenn es chemische Anziehung ist. Diese Behauptung wäre vollends widersprechend, da man umgekehrt von jeder Anziehung annehmen muſs (wie La Place namentlich von der Flächen-Anziehung angenommen hat), daſs sie mit der Abnahme der Distanz zunehme, woraus man sogar (obgleich mit Unrecht) geschlossen hat, daſs diese Anzie-

*) Vielleicht wird diese Hypothese, die ich nur nebenbei aus seinen Behauptungen gezogen habe, La Place gefallen, da die so gestalteten Mollécules eine Ähnlichkeit mit unserm Erdball haben, der bekanntlich aus einem Kerne und einer Rinde von sehr verschiedenem specifischen Gewichte besteht. Es lieſs sich darüber — wenigstens recht viel rechnen.

hung in der mathematischen Berührung unendlich groſs werden könne. Wollte man annehmen, daſs diese Art von Anziehung in directem Verhältnisse irgend einer Potenz der Entfernung ab- und zunehme, um die Anziehung in der Berührung = o zu rechtfertigen, womit könnte man die Hypothese selb t rechtfertigen?

Man sieht aus dieser Beleuchtung, daſs La Place die Hauptschwierigkeit (daſs nämlich die Flächen-Anziehung in den festen elastischen Körpern mit der Entfernung der Mollécules von einander zuzunehmen scheint, und daſs ihre gewaltsame Annäherung scheinbar eine Zurückstoſsung bewirkt) nicht gehoben, nicht einmal gemindert hat. Ungleich belehrender hierüber ist die Inaugural-Dissertation eines meiner ehemaligen Zuhörer, des Herrn Doktor und Professor Pauker: De nova explicatione phænomeni elasticitatis corporum rigidorum. Dorpati, 1813. Der scharfsinnige Verfasser, der zugleich in dieser Dissertation einen schönen Beweis von groſser Gewandtheit in der höhern Analysis geliefert hat, stellt nur die Hypothese auf, daſs die drei nächsten Integraltheile eines elastischen Körpers, ihrer Lage nach, ein Dreieck bilden, ohne sich geometrisch zu berühren, und zeigt, daſs, wenn diese drei materiellen Punkte sich nach dem Gesetze einer umgekehrten Potenz der Entfernung wechselseitig anziehen, die Anziehung eines jeden durch die beiden andern in einer gewissen Distanz von diesen beiden ihr Maximum erreicht; daſs aber, wenn die Distanz dieses einen materiellen Punkts zur Verbindungslinie der beiden andern Punkte abnimmt, die Stärke der Anziehung gleichfalls abnimmt, und daſs, wenn diese Entfernung zunimmt, diese Anziehung auch abnehmen muſs. Woraus es sich ergiebt, daſs die natürliche Lage der Integraltheile eines elastischen Körpers eine solche ist, bei welcher die Entfernung jedes dieser drei materiellen Punkte von der gegenüber liegenden Verbindungslinie der beiden andern kleiner ist, als diejenige, welche dem Maximum zukommt; daſs wenn man durch eine äuſsere Kraft diese Entfernung vermehrt, die Äuſserung dieser Anziehung zunimmt, bis sie in der bestimmten Entfernung ihr Maximum erreicht, dann aber weiter hinaus durch die angewandte Kraft sogleich überwunden wird, und das Aggregat sich ganz trennen muſs. Durch diese höchst sinnreiche und sonst in der Analogie wohl begründete Idee, die mehr Werth hat, als alles, was La Place uns über die Flächen-Anziehung gesagt hat, ist die Möglichkeit der Construction der Phänomene der Flächen-Anziehung erreicht.

Was wird dagegen durch La Place's hypothetischen Satz, in welchem Sinne er auch genommen werden möge, gewonnen? und vollends für die Lehre der Affinität? Ich frage jeden Physiker, dem man diese Ideen als tiefe Weisheit aufdringt, bei seiner Wahrheitsliebe. Die Eintheilung der Affinität in die der ersten und zweiten Art, nachdem die Stoffe ihre characteristischen Eigenschaften einander mittheilen oder wechselseitig zerstören, welche die Natur, nicht ich, gemacht hat, läſst sich nicht wegdisputiren, da sie nur der reine Ausdruck der Phänomene ist. Sagen uns nun La Place's Ideen, warum oder wie diese zweierlei Affinitäten bestehen? warum ein Paar Stoffe, die sich wechselseitig mischen, freiwillig und durch alle Räume zu einander wandern, und ihre Eigenschaften beibehalten, indeſs ein anderes Paar sich ebenfalls mischt, gleichfalls diese freiwillige Wanderung vollzieht, wobei aber die characteristischen Eigenschaften jedes dieser beiden Stoffe zerstört werden? Warum diese beiden Wirkungen der beiden Affinitäten gleichzeitig in demselben Paare statt finden können, wenn das sogenannte Sättigungs-Verhältniſs nicht statt findet? Sagen sie uns endlich, was diese Vereinigung sei, wodurch zwei Stoffe ihre characteristischen Eigenschaften verlieren, und scheinbar einen dritten Stoff mit neuen Eigenschaften bilden? — Nichts von diesem allen. Laſst uns lieber in solchen Fällen unser Unvermögen, gewisse Geheimnisse der Natur, wenigstens für jetzt, zu enthüllen, ehrlich gestehen, als mit chimärischen Ansichten oder gar nur mit leerem Wortgepränge uns und Andere zu täuschen.

La Place glaubt, Berthollet's Gesetz der chemischen Masse durch die obigen Ansichten erklärt zu haben. Wo ist diese Erklärung? Doch nicht in dem Paar Zeilen, welche sich hierüber p. 374 vorfinden? Ich gestehe offenherzig, daſs ich diese Zeilen nicht im mindesten verstehe, und bitte jeden Physiker, besonders La Place's Commentatoren, da La Place selbst auf meine Bitten keine Rücksicht nimmt, um Belehrung. Gerade hier, bei diesem Satze Berthollet's, wodurch die Chemie auf reinmechanische Principien zurückgeführt wird (mit Recht oder Unrecht), hätte der Geometer uns eine mathematische Entwickelung seiner Ansicht geben sollen.

Zugleich meint La Place (p. 379), daſs aus derselben Ansicht, und mittelst eines gewissen Gesetzes von einem stabeln Gleichgewichte (eines jener vielen hypothetischen Gesetze, deren man so manche einführen will, die nicht zu erweisen, aber zu allem zu brauchen sind) das Gesetz der festen chemischen Verbindungs-Verhältnisse erklärt werden könne. Wie? dieselbe Theorie soll den Satz der chemischen Masse, d. h. den Satz der wandelbaren chemischen Verhältnisse, und den der festen chemischen Verhältnisse zugleich begründen? Begreife dieses, wer kann! — Newton hat allerdings Proben einer Art von Divinations-Vermögen in der Naturlehre gegeben, und er mag hierin Nachfolger haben. Aber Newton hat nie behauptet, daſs aus seiner Theorie des Lichts zugleich folge, daſs der Diamant ein verbrennlicher und ein schon verbrannter oder nicht verbrennlicher Körper sei.

Wollte La Place etwas sehr Bedeutendes für die Theorie der Affinität (die er die Philosophie der Chemie nennt) leisten, und zwar auf dem höhern Wege der Analysis, so fand er in einer der oben erwähnten, dem französischen Institute von mir eingesandten Memoires eine schöne Gelegenheit dazu. In diesem Aufsatze ersuche ich Ihn, mein Unvermögen offenherzig eingestehend und sein eminentes Talent verehrend, die *Gleichung* oder das Gesetz aufzusuchen, welche, bei der chemischen Wanderung der Stoffe, den Grad der Schwängerung für bestimmte Zeiten und für bestimmte Entfernungen von der ursprünglichen gemeinschaftlichen Gränze der Flüssigkeiten an liefert. La Place's Scharfsinne konnte nicht entgehen, wie wichtig für die Theorie der Chemie und speciel für die Optik die Auflösung dieser Aufgabe sei. Demungeachtet scheint Er sie unter seiner Würde gehalten oder vielleicht dem Interesse der französischen Schule (welche die Lichtphänomene durch Annahme zweier

Seiten im Lichtstrahle erklären will) nicht angemessen geachtet zu haben.

2. Von der Flüssigkeit.

La Place statuirt einen Zustand der vollkommenen Flüssigkeit, und man muſs glauben, daſs dies auch aus seinen allgemeinen Ansichten der Flächen-Anziehung flieſst, vielleicht dadurch, daſs er annimmt, daſs die Mollécules der Flüssigkeiten sich mathematisch berühren und (nach der obigen zweiten Auslegung) im Contacte die Flächen-Anziehung = o sei. Er definirt diesen Zustand eben damit, daſs die Theilchen des Flüssigen in allen Lagen gleichen Attractionskräften und gleichen Repulsionskräften des Wärmestoffs ausgesetzt sind, (welches auch von zähern Flüssigkeiten wahr seyn muſs,) und dem leichtesten Drucke ausweichen, und findet diese vollkommene Flüssigkeit bei dem Alkohol in einer weit höhern Temperatur, als die seines Frierpunkts. Aber dieser Behauptung des Ausweichens durch den leisesten Druck wird durch die Erfahrung widerlegt, wenn man nicht eine bedeutend dicke Schichte der Flüssigkeit hat, in welcher sehr viele Theile zugleich und jede nur um ein beinahe unendlich Kleines ausweichen kann. Man sehe meine theoretische Physik 1. Bd., §. 73, p. 45 u. 46, wo ich diesen Gegenstand sehr kurz, aber, wie ich glaube, deutlich genug behandle. Der dort angeführte Versuch, der in einer Temperatur von + 14° R. statt fand, ist folgender:

Ich nehme eine Spiegelplatte, deren obere Fläche völlig horizontal gestellt wird, dann eine gläserne Adhäsions-Platte von 2 Zoll im Quadrate, befeuchte die ganze Oberfläche der letzten, wo möglich mit einem Minimum von einer Flüssigkeit, und lege sie auf die Spiegelplatte. An den Griff der Adhäsionsplatte hänge ich zwei gleiche Wagschalen, deren Schnüre über höchst bewegliche Rollen laufen und die Adhäsionsplatte in entgegengesetzten Richtungen ziehen. Um sie nach einer Seite zu bewegen, lege ich in die eine Wagschale Gewichte, bis die Bewegung erfolgt.

Ist keine tropfbare Flüssigkeit, sondern nur Luft zwischen den Platten, so ist das erforderliche Gewicht um das erste Rücken der obern Platte, welche 1064 Gr. medic. Gew. wägt, nahezu - 300 Gr.

Ist destillirtes Wasser zwischen den Platten, so ist das erforderliche Gewicht nahezu - - - - 3500 Gr.

Ist Weingeist zwischen den Platten, so ist das erforderliche Gewicht nahezu - - - - - - - 6000 Gr.

Wenn gleich nun mein Weingeist nicht der allerbeste war, so ist die hier gefundene erforderliche Kraft von 6000 Gr. zur Ueberwindung der Zähheit desselben nicht den wenigen Procenten Wasser, die er enthielt, allein zuzuschreiben, um so mehr, da das zähere Wasser sich mit 3500 Gr. verschieben läſst. Noch muſs ich bemerken, daſs, als ich die Adhäsionsplatte in verticaler Richtung von der Spiegelplatte abriſs, beide Oberflächen mit der Flüssigkeit wellenartig überzogen waren. Übrigens bin ich weit entfernt, aus diesem Verhältnisse der Kräfte 3500 und 6000 zu schlieſsen, daſs der Weingeist zäher sei, als das Wasser; denn die Versuche mit der von einem mit Weingeist und mit Wasser angefüllten Gefäſse vertical abgerissenen Adhäsionsplatte zeigen für den Weingeist, auch sogar für Baumöhl, weniger Widerstand, als für das Wasser. Dieses auffallende Verhältniſs 3500:6000 erklärt sich daraus, daſs der Weingeist, der eine geringere Anziehung zu sich selbst, und eine viel gröſsere zum Glase hat, als das Wasser, sich in einer ungleich dünnen Schichte auf der Adhäsionsplatte ausbreiten läſst, als das Wasser; und dieses Resultat zeugt directe für die Wahrheit meiner Ansicht von diesen Phänomenen, daſs nämlich die Flächen-Anziehung sich sehr groſs zeigt, wenn man mit sehr dünnen Schichten zu thun hat, so klein sie auch bei bedeutend dicken Schichten erscheinen mag, so daſs zu erwarten ist, daſs sogenannter absoluter Alkohol einen noch gröſsern Widerstand äuſsern wird.

3. Von den Gasen.

La Place steht mit der Erfahrung wieder im Widerspruche, wenn er (p. 377) behauptet, daſs man könne, *ohne die Spannung eines gegebenen Volums irgend eines Gases zu ändern*, statt einiger in diesem Volum zerstreuter Gastheilchen eine gleiche Anzahl Theilchen eines andern Gases substituiren. Ein solcher Satz war von einer Theorie zu erwarten, in welcher keine Rücksicht auf die Affinität der ersten Art genommen wird, in welchem also die Mischung der Gase, welche sich nicht wechselseitig zersetzen, nur eine Aufserung der Flächen-Anziehung seyn kann. Allein meine Versuche (theor. Phys. II. Bd. p. 451) beweisen, dafs solche Gase, wenn sie mit einander in Berührung gebracht werden u. sich freiwillig mischen, einen kleinern Raum, als vorher, einnehmen, und folglich dafs ihre Spannung vermindert worden sei.

So steht gleichfalls der Satz La Place's (p. 377), dafs die gegenseitige Attraction der Gase im Vergleiche mit der Repulsivkraft der Wärme unmerklich sei, mit der Erfahrung im Widerspruche. Denn Letztere ist nicht unendlich grofs, sondern mefsbar durch die Erhöhung der Elasticität, und so müfste die Flächen - Anziehung der Theilchen der Gase unter sich unendlich klein seyn. Nun aber hat mein Sohn in seiner Preisschrift (Über Gasometrie nebst einigen Versuchen über die Verschiebbarkeit der Gase. Dorpat, bei Grenzius) Versuche angeführt, die er mit dem von ihm erfundenen, daselbst beschriebenen, aber noch wenig bekannten, höchst genauen Gasometer angestellt hat, welche beweisen, dafs verschiedene Gase eine meſsbar verschiedene specifische Adhäsion ihrer Theile für sich haben, und daſs auch bei einem und demselben Gase die Würkung dieser Adhäsion sehr merkbar von dem Drucke abhängt, unter welchem das Gas steht.

4. Von dem Lichte, in Bezug auf Capillarität.

La Place behauptet (p. 383), daſs es fast unmöglich sei, die Intensität der Kraft, mit welcher die Körpertheilchen einander anziehen, durch Erfahrung zu bestimmen (ich habe es für mehrere Flüssigkeiten einzeln, für mehrere Paare von Flüssigkeiten unter sich und für feste Körper und Flüssigkeiten, von welchen sie nicht naſs werden, geleistet) und sagt: „Wir wissen, daſs sie unvergleichbar gröſser sei, als die Haarröhrenkraft.“ Wir wollen es übersehen, daſs früher La Place demungeachtet eine vollkommene Flüssigkeit statuirt, und seinen Beweis kritisch betrachten. Er zeigt durch Rechnung (p. 386), daſs die Würkung der Adhäsion des Wassers zum Wasser dem Drucke einer Wassersäule (von gleicher Schwere, als das Wasser an der Erdoberfläche), und von einer Höhe s, welche 10,000-mal gröſser ist, als der Abstand der Sonne von der Erde, gleich sei! War es dem tiefen Analytiker ein Ernst, daſs wir an dieses Kunststück der Rechnung glauben sollen, da doch das Auseinanderreiſsen zweer benetzter gläsernen Adhäsions-Platten in senkrechter Richtung auf die adhärirenden Flächen nur eine Kraft von etwa 2500 Gr., oder einer Wassersäule von 92 Linien gleich, auf einen Quadratzoll erfordert? Und wenn die auseinander gerissene Schichte der Flüssigkeit auch 10,000-mal dicker war, als ihr Minimum seyn kann, so ist doch die von La Place berechnete Kraft noch 700,000 Millionen mal gröſser, als die Erfahrung sie geben würde. Dieses wahrhaftig ungeheure Paradoxon zu erklären, brauche ich nur anzuführen, daſs La Place seine Rechnung in der Hypothese macht, daſs die Anziehung des Wassers zum Wasser gleich sei der Anziehung des Wassers zum Lichte. Zwar bescheidet sich La Place gleich nachher (vermuthlich durch sein Resultat erschreckt), daſs jene viel schwächer sei, als diese. Aber, setzt er hinzu, dennoch ist sie erstaunend groſs in Vergleichung mit der Haarröhrenkraft. Ich frage, woher La Place dieses weiſs? Glaubt Er, daſs man ihm zugeben werde, daſs, wenn seine Rechnung nicht ganz richtig ist, sie doch ein wenig richtig sei? Sie ist ganz und gar unrichtig aus zwei Gründen. Fürs erste ist die Haarröhrenkraft nach der wahren Theorie, wie es in der obigen Abhandlung bewiesen worden ist, nichts als das Resultat der combinirten Flächen-Anziehungen der Flüssigkeit zur Flüssigkeit und zur Wand der Röhre. Die Höhe der gehobenen oder deprimirten Säule der Flüssigkeit ist das relative Maaſs dieses Resultats, und wenn man bedenkt, daſs die hier würkende Kraft in dem physisch-unendlich schmalen Ringe der Röhre, welcher unmittelbar über dem obersten Ringe der Flüssigkeit liegt, sich befindet, so wird man finden, daſs diese Kraftäuſserung mit den Adhäsions-Versuchen nicht im Widerspruche steht. Zweitens beruht La Place's Rechnung auf einem unrichtigen Satze, nämlich daſs die Anziehung des Lichts zum durchsichtigen Mittel eine Flächen-Anziehung sei. Ich habe nicht nur in meiner theoretischen Physik, sondern und ganz vorzüglich in meinen schon erwähnten drei optischen Abhandlungen (welche zu Anfange 1816 in den Annalen erschienen) bestimmt bewiesen, dafs diese Anziehung die Affinität der ersten Art sei, und alle optischen Phänomene (mit Ausnahme der doppelten Refraction, wozu aber der Schlüssel in derselben Theorie liegt) aus diesem Satze geometrisch deducirt. Diese Kraft kann aber unvergleichlich gröfser seyn, als die Flächen-Anziehung und ist es höchst wahrscheinlich, wenn wir die ungeheure, über alle Vorstellung hinausgehende Geschwindigkeit erwägen, mit welcher sie die Theilchen der Materie in den Flüssigkeiten bewegt. Dann mufs man nicht vergessen, dafs die Anziehung des Lichts zum durchsichtigen Mittel nach dem Satze des umgekehrten Quadrats der Entfernungen berechnet wird, ein Satz, welcher nirgends bewiesen worden ist, mit welchem aber sich immer hübsch grofse Zahlverhältnisse herausbringen lassen, wenn man ihn auf die Anziehung des Mollécules intégrantes anwendet.

Diefs sind die hochgerühmten Haupterfolge des tiefsinnigen Bestrebens, die Bewegungen der Weltkörper, der unendlich kleinen Theile der ponderablen Materie und des Lichts mit einem großen Blicke zu überschauen und in einer Rechnung zu umfassen. Dieß die Wunder einer tiefen Analysis, welche aus der Figur der Aggregate der Materie alle Naturgesetze, die Gravitation, die Flächen-Anziehnng und die Affinitäten, uns vorrechnen will und daran zu glauben uns mit Stolz gebietet.

Ich könnte die übrigen, aus dieser Theorie geschöpften, minder wichtigen Ideen, als z. B. die daselbst angedeutete Ursache des Schwebens der Dünste in der Atmosphäre, auf dieselbe Art beleuchten. Ich denke aber, daſs an dem *Vorliegenden* genug sei, um *meinen* Zweck zu erreichen, der nicht darin besteht, den Ruhm des großen Analytikers herabzusetzen, sondern streng zu beweisen, wie vielfältig man irren kann und würklich irrt, wenn man nicht jeder Rechnung nur gehörig documentirte physikalische Sätze zum Grunde legt, sondern von gewissen allgemeinen mechanischen Sätzen ausgeht, deren Anwendbarkeit im vorliegenden Falle problematisch ist, und dann glaubt, man brauche nur noch mit großem Scharfsinn zu rechnen. Diese verkehrte Methode, ein Miſsbrauch einer edlen Wissenschaft, nenne ich die mathematische Natur-Philosophie in dem Sinne, wie die Naturphilosophie in den letzten Zeiten getrieben worden ist und hie und da noch getrieben wird. Jene mathematische Naturphilosophie der französischen Schule ist in so ferne schlimmer, als die metaphysische der Deutschen, als sie mit dem Apparate der mathematischen Analyse, und also mit dem prunkvollen Scheine der Evidenz auftritt und daher viel schwerer ad absurdum zu führen ist, als diese.

Sogar unsere gemeine Elementer-Logik kommt zuweilen bei diesen tiefen Betrachtungen ins Gedränge. La Place behauptet (p. 380 u. 381), daſs es unmöglich sei, die Capillar-Phänomene aus dem Conflicte der Adhäsionen der Flüssigkeit zur Flüssigkeit und zu den Wänden der Röhren zu erklären, und führt seinen Beweis im Wesentlichen so:

„Die Krümmung der Wasseroberfläche „in einer gläsernen Röhre müſste nach diesem Princip eine andere seyn, als die der „Quecksilber-Oberfläche in derselben Glas„röhre; da aber die Capillarwürkung „von der Gestalt dieser Oberfläche

„**bedingt wird**, so könnten dieselben Ge-
„setze nicht für die Erhebung des Wassers
„und für die Depression des Quecksilbers
„statt finden. Es finden aber dieselben Ge-
„setze in beiden Fällen statt; folglich ist die
„Erklärung auf diesem Wege unmöglich.“

Die erste Prämisse hat La Place nirgends bewiesen; dagegen habe ich gezeigt, daſs diese beiden Krümmungen, nach dem von La Place verworfenen Princip, von **einer** Gattung sein, nämlich eine Art Kettenlinie, mit ungleichen, bei dem Wasser in der Glasröhre positiven, bei dem Quecksilber in derselben Glasröhre negativen Gewichten beschwert. Die zweite Prämisse ist eine petitio principii. Denn La Place verlangt durch sie, daſs wir schon zum voraus glauben, daſs die Krümmung der Oberflächen die Hebungen und die Depressionen bedingt, welches aber erst indirecte durch den ganzen Syllogismus bewiesen werden soll. Um den Schluſs dieses Syllogismus zu begründen, verlangt also ihr Autor, daſs wir den, nach uns falschen, Grundsatz seiner Theorie für wahr anerkennen, damit er uns daraus beweisen könne, daſs unsere Theorie nicht tauge.

Übrigens kann die Wirklichkeit über die Möglichkeit am besten entscheiden. Ich habe nach dem von La Place verworfenen Princip, nach Anleitung bloſser Thatsachen und durch eine Reihe streng-geometrischer Schlüsse, alle Phänomene der Capillarität deutlich erklärt. Und diese vollständige Theorie ist in 34 Seiten meiner theoretischen Physik enthalten. Die Theorie La Place's, mit dem gröſsten Aufwande an analytischem Scharfsinn aufgebaut, nimmt (den frühern Bericht Biots nicht mitgerechnet) 223 Seiten der Annalen ein.

Diese meine Arbeit, welche kein Physiker bis dahin zu Stande gebracht hatte, welche La Place für unmöglich erklärte, ist, vermuthlich weil ich auf eine bescheidene Art auf sie in der Vorrede aufmerksam machte, und weil sie überhaupt allgemein verständlich ist, von den Recensenten in den allgemeinen Litteraturzeitungen von Halle und Jena unbeachtet geblieben, und La Place, dem ich sie besonders mittheilte, schweigt gleichfalls, nicht weislich, darüber.

Somit glaube ich den kompetenten Leser in den Staud gesetzt zu haben, zu entscheiden, ob meine Abhandlung die von dem Herrn Herausgeber der Annalen der Physik über sie verhängte Proscription verdient habe oder nicht. Über die Beweggründe hat sich Herr Professor Gilbert zu erklären.

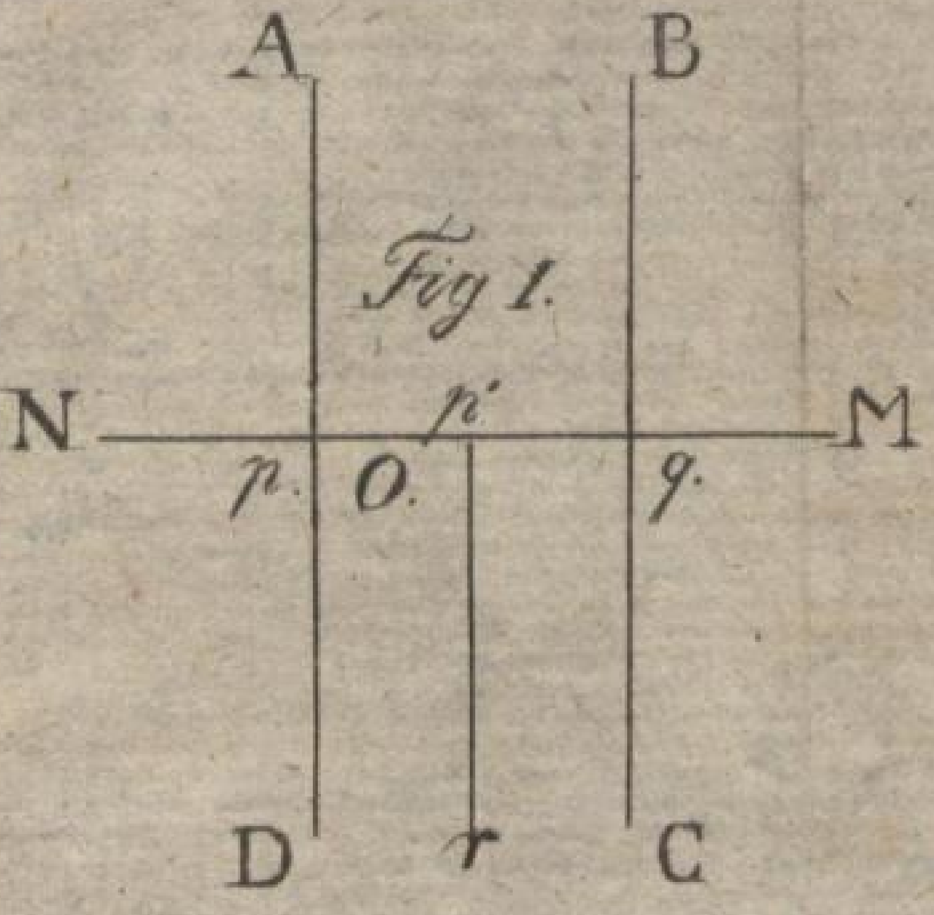

Fig I.

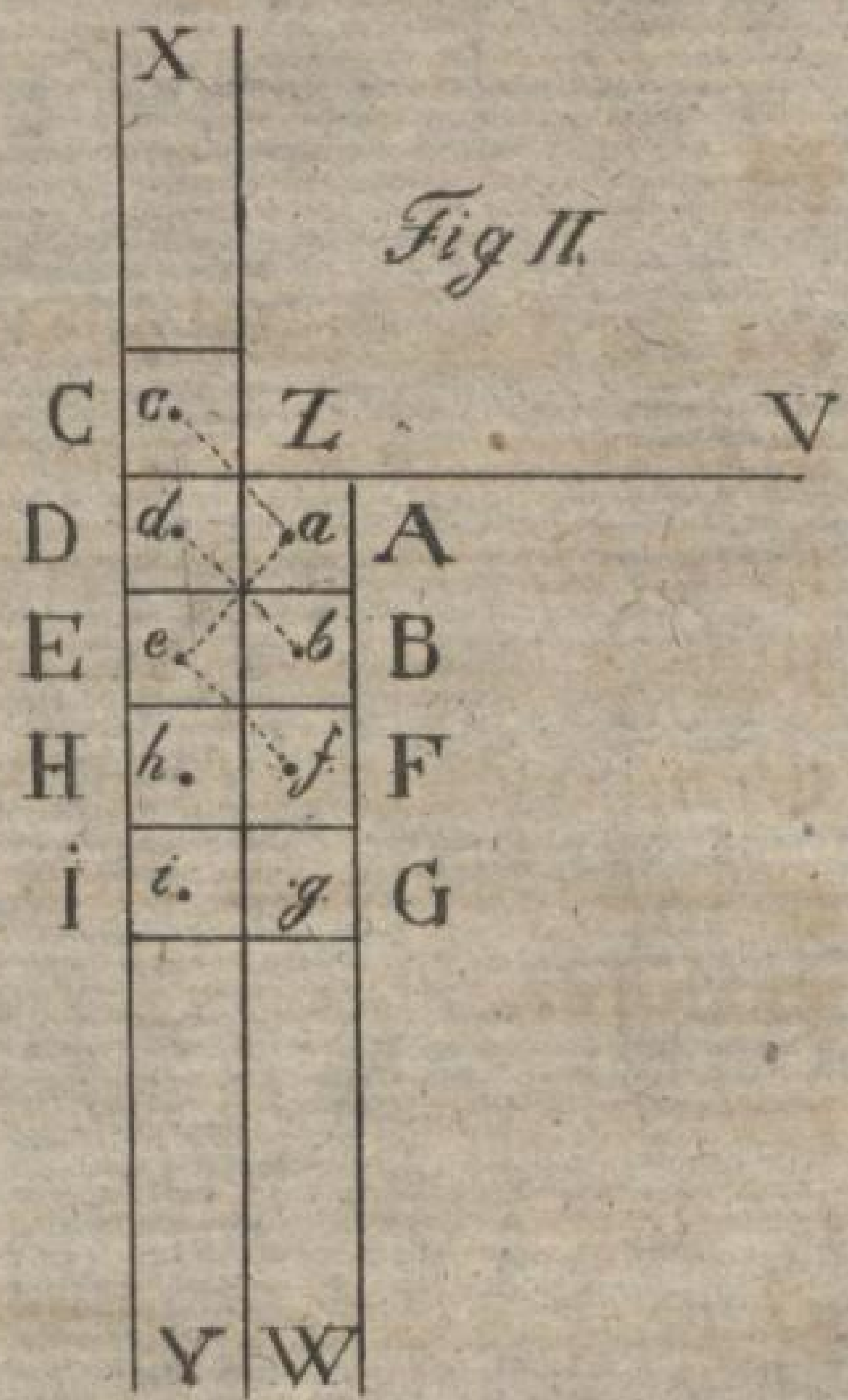

Fig II.

Fig: III

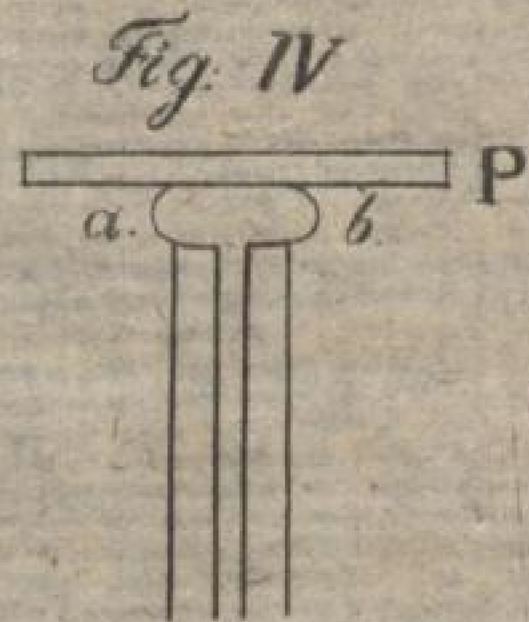

Fig. IV

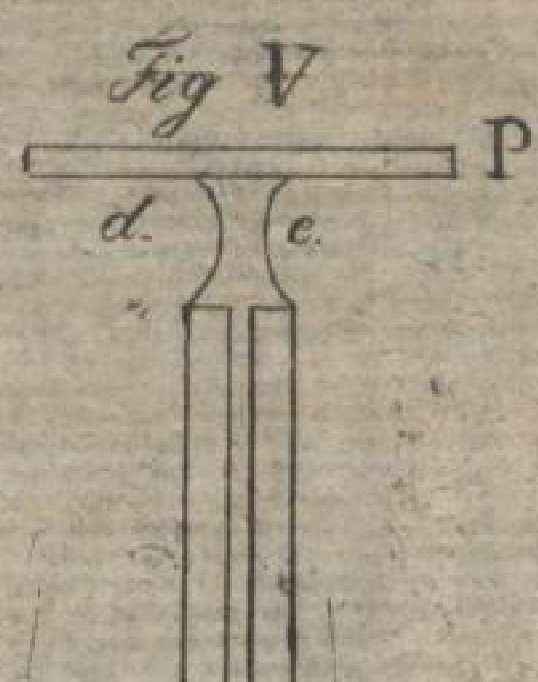

Fig V