

J. B. de la Sarre

ordentlichen Mitglieds

der bayerischen Akademie der Wissenschaften.

A b h a n d l u n g

von den

Haupteigenschaften der sphärischen Spiegel
und Linsen.



Von den vornehmsten Erscheinungen in der Scherkunst,

wie auch von den vornehmsten Eigenschaften der
sphärischen Spiegel und Linsen.



Subjecte, welche den sphärischen Spiegeln und Linsen
vorgehalten werden, zeichnen sich oft in dem Brenn-
punkt mit einer solchen Aehnlichkeit, und mit so natür-
lichen Farben, daß es der Kunst, aller ihrer Hülfsmittel
obnerachtet, unmöglich wäre, diese große
Aehnlichkeit nachzuahmen.

In andern Fällen scheint das Bild so häßlich und ungestaltet,
daß man das vorgestellte Object nicht leicht erkennen mag.

Q. 9. 2

Diese

Diese Häßlichkeit aber, so groß als sie seyn mag, ist doch nur scheinbar; sie verbirgt indessen die genaueste Regularität; vergleicht man dieses Bild mit seinem Muster, so entdeckt der Verstand große Schönheiten in der Ordnung und in dem wunderlichen Verhältniß, welche er in den Theilen wahrnimmt, so den Augen nichts als eine verworrene Unordnung vorstellen.

Stellen sich diese Bilder groß oder klein dar, so stellen sie die regelmäßigen und ähnlichsten Züge vor; scheinen diese Züge irregular und ohne Aehnlichkeit, so erkennet man doch in selben leicht die unendliche Weisheit des Malers, welcher ihren Umriß gezeichnet, und ihre Abfassung mit den genauesten Abmessungen gestaltet hat.

Die Größen dieser Bilder, die vielfältigen Orter, in welchen sie sich darstellen, die verschiedenen Stellungen, in welchen sie, in Betracht ihrer Gegenstände, gezeichnet sind, sind so verschiedenen, und stellen uns selbe mit so vielen Umständen vor, bald erschreckend, bald angenehm, und allzeit wunderbar, daß die Betrachtung dieser Bilder, welche in einem Augenblicke gezeichnet, und durch einen einzigen Zug von der Natur vollkommen gemacht werden, uns das schönste, das angenehmste Schauspiel vorstellt.

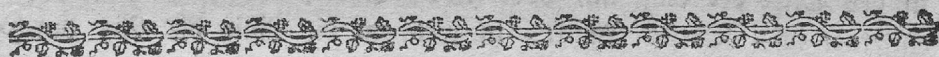
In dieser meiner Abhandlung werde ich mich also mit den Wunderwerken dieses Schauspieles beschäftigen, und die Haupteigenschaften der sphärischen Spiegel und Linsen, in deren Brennpunkt diese Bilder erscheinen, darstellen.

Ich unternehme es nicht, über alle diese Wunderwerke einen Beweis zu geben; werde ich einen geben, so wird es nur in dem
Falle

Falle seyn, wenn sich ein Widerspruch zeigt, oder von irgend einem Schriftsteller eine irrige Meinung angenommen worden.

Denen, welche die nothwendige Kenntniß der Gehekunst besitzen, sind die Beweise nicht nöthig, um von der Wahrheit meiner Vorträge überzeugt zu seyn; mit einer geringen Ueberlegung werden sie leicht sehen, daß selbe nichts anders sind, als Corollaria dieser Wissenschaft; den Ungelehrten würden die Beweise wenig oder gar nichts nützen.

Doch giebt es eine Art von Beweisen, welche ein jeder verstehen kann, und welche besser überzeugen, als die schönsten Theorien, nämlich die Erfahrung, welche in vielen Umständen die einzige Probe und der einzige Beweis der Grundsätze dieser Wissenschaft ist. Dieses ist so wahr, daß alle ersten Grundsätze der Gehekunst keine andere Sicherheit, noch Beweise haben als die Erfahrung.



§. I.

Von einigen Erfahrungsgründen, die Objecte betreffend, welche in den sphärischen Spiegeln und Linsen gesehen werden.

Die drey Erfahrungsgrundsätze, welche ich hier festsetzen will, sind der Grund einer Menge Erscheinungen, von welchen in gegenwärtiger Abhandlung die Rede seyn wird; mithin muß man selbe wohl verstehen, bevor man von Sachen, welche von diesen abhängen, vernünfteln will.

Erster Erfahrungsgrundsatz, die Objecte betreffend, welche in dem sphärischem Spiegel und Linsen gesehen werden.

Damit ein Object durch die Reflexion in einem sphärischen Spiegel gesehen werden könne, müssen das Aug., das Object, das Bild und die Axe des Spiegels in dem nemlichen Plano seyn: das Aug. und das Bild müssen in der nemlichen Linie seyn, welche durch den Punkt der Axe, so den Spiegel berührt, gehet; diese Linie wird allzeit mit der Axe einen Winkel ausmachen, welcher demjenigen gleich ist, welcher aus der nemlichen Axe und derjenigen Linie, so durch das Object und den Punkt der Axe, wo sie den Spiegel berührt, hervor kommt.

Auf daß ein Object durch eine sphärische Linse könne gesehen werden, müssen das Aug., das Object, und das Bild in der nemlichen Linie seyn, welche durch einen Punkt der Axe gehet, welcher Punkt in der Dicke der Linse ist, oder selbe berührt, oder nicht weit davon entfernt ist. Dieser Punkt, in welchem die Linie die Axe durchschneidet, ist merklich in der Mitte der Linse.

Will man aber diesen Punkt in der geometrischen Genauigkeit bestimmen, wie es in einigen Fällen nothwendig ist, so kann man selbst nach unserer ersten Abhandlung leicht erhalten.

Zweiter Erfahrungsgrundsatz und allgemeine Regel, um in gewissen Umständen den Ort zu bestimmen, in welchem sich die Objecte zeigen, welche man durch die sphärischen Spiegel und Linsen sieht.

So oft die Stralen, welche von dem nemlichen Punkte des Objectes kommen, sich nach der Reflexion oder Refraction auf einen sphärischen Spiegel

Spiegel in einem Punkte sammeln, und dieser Punkt zwischen dem Auge und dem Spiegel oder der Linse ist, so siehet man das Object in diesem Punkt; oder was das nemliche ist: wenn das Object, das Bild, das Aug, und die Axe des Spiegels, alle in dem nemlichen Plano sind, so daß das Bild zwischen dem Auge und dem Spiegel oder der Linse ist, so wird man nicht das Object, sondern nur sein Bild sehen, und in dem Ort, in welchem es sich gebildet hat, oder man wird wohl das Object sehen, aber nicht in dem Ort, in welchem es wahrhaft ist, sondern im Ort seines Bildes.

Dritter Erfahrungsgrundsatz über die Erzeugung der Bilder, und der Objecte in den sphärischen Spiegeln und Linsen.

Wenn die Stralen, welche von einem Punkte des Objectes kommen, sich nach der Reflexion oder Refraction einer sphärischen Linse oder eines solchen Spiegels in einem andern Punkte finden, so ist dieser Punkt das Bild des Punktes des Objectes, von welchem die Stralen herkommen.

Die Größe des Durchmessers des Objectes ist zu der diametralischen Größe des durch einen sphärischen Spiegel oder Linse entstandenen Bildes, gleich der Entfernung des Objectes vom Spiegel zu der Entfernung des nemlichen Spiegels vom Bilde: oder wie die Entfernung des Mittelpunktes des Spiegels vom Objecte zu der Entfernung des nemlichen Mittelpunktes von dem Bilde.

Man könnte zwar wohl einige physikalische Ursachen dieser Grundsätze geben; weil wir aber selbe durch die Erfahrung allein erhalten haben, so muß man auch zum Beweise ihrer Wahrheit
die

die Erfahrung allein anführen; im übrigen hat keine einzige von allen diesen Ursachen die Eigenschaft einer solchen Sicherheit, welche zu einem scharfen Beweise nothwendig ist.

Hier muß ich noch erinnern, daß in allen Fällen, wo ich sagen werde, ein Object oder sein Bild sey vor dem Spiegel oder der Linse, oder daß man selbes vor dem Spiegel oder der Linse sehe, ich allzeit verstehe, daß es sey, oder gesehen werde in einem Orte zwischen dem Auge und dem Spiegel; wenn ich sage, daß ein Object oder sein Bild hinter dem Spiegel sey oder gesehen werde, so verstehe ich, daß der Spiegel oder die Linse zwischen dem Auge und dem Objecte, oder zwischen dem Auge und dem Orte des Bildes stehe.

§. II.

Von den Eigenschaften und Erscheinungen der sphärischen Hohlspiegel.

Gegenwärtige Abhandlung enthält vier Theile, der erste wird von den sphärischen Hohlspiegeln handeln, der zweyte von den sphärischen erhabnen Spiegeln, in dem dritten werde ich die Eigenschaften der Convex-Linsen untersuchen, in dem vierten endlich werde ich das nemliche mit den sphärischen Hohlinsen unternehmen.

Erster

Erster Theil.

Stellet man ein Object vor einen Hohlspiegel in einer unendlichen oder schier unendlichen Entfernung, ich will sagen, in einer solchen Entfernung, daß die Stralen von dem nemlichen Punkt merklich gleichlaufend seyen; und selbe fallen auf den Spiegel, so wird sein Bild sich vor dem Spiegel finden und zwar im nemlichen Platz seines natürlichen Brennpunktes, das ist, in der Entfernung des vierten Theils seines Durchmessers.

Ist das Aug des Zuschauers von dem Spiegel weiter entfernt als das Bild, so wird das Object in dem Brennpunkte vor dem Spiegel gesehen, als in der Luft schwebend und umgekehrt; ist aber das Aug zwischen dem Bild und dem Spiegel, so wird das Object hinter dem Spiegel und in seiner natürlichen Lage erscheinen.

Nähert sich das Object dem Spiegel, so wird sich das Bild von ihm entfernen. Obwohl aber das Object sich dem Spiegel nähert, indem es, von seiner größten Entfernung bis zum Mittelpunkt, einen unendlichen Raum durchläuft, so wird sich doch sein Bild nur den kleinen Raum zwischen dem natürlichen Brennpunkte und dem Mittelpunkt von ihm entfernen, das ist, den vierten Theil seines Durchmessers.

So lang das Object mehr als der Mittelpunkt von dem Spiegel wird entfernt bleiben, wird das Bild beständig kleiner seyn als das Object, und desto kleiner, je mehr das Object entfernt ist.

Ist das Object im Mittelpunkte, so wird das Bild auch allda und dem Objecte gleich seyn; in diesem Falle nimmt das Object und das Bild

Or

den

den nemlichen Platz ein; das Bild aber ist verkehrt, und die Ende des Bildes treffen gegen den gegenseitigen Enden des Objects zu.

Läuft das Object nach und nach einen unendlichen Raum durch bis zu seiner größten Entfernung, so wird in der nemlichen Zeit das Bild alle Stufen der möglichen Kleinheit, von seiner Gleichheit mit dem Object durchlaufen, bis daß es unendlich klein wird; findet sich das Object in einer unendlichen Entfernung, so wird das Bild im Brennpunkte seyn.

Ist das Object im Mittelpunkte des Spiegels, so kann sein Bild von einem Auge, welches in der Axe über dem Centrum steht, niemals gesehen werden, es sey dann, das Object wäre durchsichtig; denn es ist sicher, daß in diesem Falle der Durchsichtigkeit des Objects, das Object und das Bild zusammen gesehen werden können, als wenn sie sich berühren.

Nähert sich das Object in dem Mittelpunkte dem Spiegel, so wird das Bild von ihm entfernter seyn als der Mittelpunkt, und während das Object den kleinen Raum zwischen dem Mittelpunkte und Brennpunkte durchlaufen wird, wird das Bild einen unendlichen Raum über dem Mittelpunkt durchwandern; in diesem unendlichen Wege, welchen das Bild über dem Mittelpunkt durchlaufen wird, wird es nach und nach alle mögliche Stufen der Größe erhalten, von der Gleichheit an, wenn das Object im Mittelpunkte ist, bis zur unendlichen Größe, wenn sich das Object im Brennpunkte befindet.

So lang das Object zwischen dem Mittel - Brennpunkte bleibt, wird das Bild allzeit größer als das Object, und beständig verkehrt seyn. In diesem Falle wird das Bild vor dem Spiegel seyn, und
das

Das Aug mehr als das Bild vom Spiegel entfernt wird dieses Bild sehen, als in der Luft hangend und verkehrt; ist aber das Aug zwischen dem Bild und dem Spiegel, so wird das Object hinter dem Spiegel und in seiner natürlichen Lage erscheinen.

Nähert sich das Object in dem Brennpunkte dem Spiegel, so wird das Bild auf einmal hinter dem Spiegel seyn; und nach dem Maaß, wie sich das Object dem Spiegel nähert, wird sich auch das Bild nähern; entfernt sich das Object von dem Spiegel zwischen dem Brennpunkte und dem Spiegel, so wird sich auch das Bild entfernen.

In diesem Falle wird das Bild größer seyn als das Object, den Fall der Berührung ausgenommen, das ist, wenn das Object den Spiegel berührt, so wird ihn das Bild auch berühren, mithin das Object und das Bild völlig gleich seyn.

Durchläuft das Object aus dem Brennpunkte den kleinen Raum zwischen dem Brennpunkte und dem Spiegel, so wird das Bild in der nemlichen Zeit einen unendlichen Raum hinter dem Spiegel von seiner größten Entfernung bis zur Berührung durchlaufen; in diesem unendlichen Weg wird diese Größe des Bildes sich beständig verringern. Vom Unendlichen als sie war in ihrer größten Entfernung, da das Object im Brennpunkte war, wird das Bild durch alle mögliche Stufen der Zwischengrößen bis zur Gleichheit mit dem Object laufen, wenn dieses den Spiegel berührt.

In diesem Falle wird das Object beständig hinter dem Spiegel und in seiner natürlichen Lage erscheinen.

In allen diesen erwähnten Fällen convergiren die Stralen, welche von dem Object auf den Spiegel fallen; es kann aber geschehen, daß

sie auf selben convergiren, besonders wenn selbe nach der Reflexion oder Refraction eines andern Spiegels auf den Spiegel fallen. Der Ort, in welchem diese zusammenlaufenden verlängerten Stralen sich in der hinter dem Spiegel verlängerten Axe vereinigen, ist der Ort eines Bildes des Objects, welches wir wirklich für das Object selbst nehmen; und in diesem Fall sage ich, daß wenn das Object hinter dem Spiegel steht, sein Bild vor demselben zwischen dem natürlichen Brennpunkte und dem Spiegel erscheine.

In diesem Verstande sage ich noch, daß, wenn das Object aus dem Punkte der Berührung den unendlichen Raum der Axe hinter dem Spiegel durchläuft, das Bild den kleinen Raum zwischen der obern Fläche und dem natürlichen Brennpunkte durchlaufen werde. Sind in dem Punkte der Berührung das Object und das Bild gleich, so verringert sich das Bild, je weiter es sich von dem Spiegel entfernt; in dem Brennpunkte wird es in Betracht des Objects unendlich klein, da es wegen seiner unendlichen Entfernung in Betracht des Bildes unendlich groß geworden.

Nähert sich in diesem Falle das Object dem Spiegel, so wird sich das Bild auch nähern; entfernt es sich, so wird sich das Bild gleichfalls entfernen.

In denen Fällen, in welchen das Bild dem Spiegel näher ist, als das Object, und das Auge zwischen dem Spiegel und dem Bilde steht, so wird das Sehen öfters unendlich seyn, besonders wenn die Spiegel ein Theil einer kleinen Kugel sind; sind sie aber Theile von einer großen Kugel, so kann das Sehen in vielen Umständen hell und deutlich seyn, wie ich es in folgendem zeigen werde.

Es ist noch zu merken, daß in diesem Fall das Aug eines Presbiten die Objecte mit viel größerer Deutlichkeit sehen werde als das Aug eines Myops.

Eigenschaften der sphärischen Hohlspiegel, um den Mängeln des Gesichts abzuheffen.

Durch die sphärischen Hohlspiegel kann man den Mängeln des Gesichts nicht allein derer abheffen, welche durch selbe nur in der Ferne was deutliches sehen können, so man Presbitas nennet, sondern auch derer, so nur in der Nähe deutlich sehen, und diese heißt man Myopes.

Der Mangel der ersten wird verbessert, wenn man macht, daß die Stralen, so von dem Objecte kommen, in das Aug convergentes oder minder divergentes eindringen, und dieses erhält man, wenn man vor das Aug einen hohlen und dem Gesichte proportionirten Spiegel hält, dergestalt daß das Aug zwischen dem Brennpunkte und dem Spiegel sey.

Dem Mangel der Myopen wird abgeholfen, wenn man macht, daß die Stralen, so von dem Object kommen, auf das Aug divergenter fallen, als sie es zuvor thaten; und dieses geschieht, wenn man das Aug weiter vom Spiegel hält, als vom Brennpunkte in einer dem Mangel des Aug proportionirten Entfernung. Wahr ist es, daß man in diesem Falle die Objecte umgekehrt sehen werde; doch ist es besser die Dinge umgekehrt und deutlich, als gar nicht oder verworren zu sehen.

Stellt man sich vor einen sphärischen Hohlspiegel, so wird man sich niemals sehen können; man stelle sich dann auf die Axe des

Spiegels selbst. Stellet man sich vor den Spiegel näher als vor den Mittelpunkt, so wird man sich merklich vergrößert hinter dem Spiegel sehen, aber doch kleiner, nachdem man sich dem Spiegel nähert.

In diesem Falle siehet man sich in seiner natürlichen Stelle. Der Punkt, in welchem man sich am meisten vergrößert und mit der hellsten Deutlichkeit sieht, ist, wenn man in dem Brennpunkte selbst steht.

Stellet man sich vor ein Fenster, welche einer Mauer in der Entfernung von 40 bis 50 Schritten entgegen steht, und beschauet man sich auf dem Brennpunkte in einem Spiegel, und dieß mit Bedachtsamkeit eine Weile, so wird man das Gesicht überaus vergrößert finden, dergestalt, daß das hinter dem Spiegel vergrößerte Gesicht den Raum von mehreren Klastern einzunehmen scheint; und die Einbildungskraft wird dadurch so stark gerühret seyn, daß es scheinen wird, als wenn das Bild in der That so groß wäre, als der ganze Raum der Mauer.

Ist daß Aug gerade im Mittelpunkte des hohlen Spiegels, so wird es sich in seiner ganzen Oberfläche sehen, das ist, es wird eine unendliche Menge Augen sehen, welche nur ein einziges, den ganzen Spiegel einnehmendes Aug zu machen scheinen; dieses ist aber ein abscheuliches und sehr verworrenes Ding.

Stellet man sich ein wenig über oder ein wenig unter den Mittelpunkt des hohlen Spiegels, so wird man sein Gesicht mit dreien Augen sehen, deren eines accurat in die Mitte der zweyen anderen steht, nemlich zwischen der Nase und der Stirne.

In einer andern von der obigen wenig verschiedenen Stellung und Entfernung wird man sich mit vier Augen, zween Nasen und zweyen

Maus

Mäulern sehen, oder mit einem Munde und einer Nase, noch einmal so breit als sie seyn sollten.

In einer andern nur wenig verschiedenen Stellung wird man sich mit zweyen, wohl von einander abgesonderten Mäulern sehen.

Diese Erscheinungen aber müssen mit beyden offenen Augen betrachtet werden; schliesset sich ein Aug zu, so wird man nichts mehr sehen.

Ist man von dem Spiegel weiter entfernt als der Mittelpunkt, so wird man sich hinter dem Spiegel umgekehrt und wie in der Luft hangend sehen.

Streckt man in diesem Falle den Arm aus und die Hand gegen den Spiegel zu, so wird man eine andere Hand aus dem Spiegel herauskommen sehen, welche zu der wahren Hand schreitet, je mehr sich diese dem Spiegel nähert, und sich zurückziehet, wenn sich die wahre Hand vom Spiegel entfernt; diese Scheinhand kann den nemlichen Platz der wahren einnehmen, ohne daß man selbige ergreifen oder berühren kann.

Stellet man sich im nemlichen Falle vor einen hohlen Spiegel jenseits des Mittelpunkts, und ergreift einen Degen, dessen Spitze man gegen den Spiegel hält, so wird ein anderer fantastischer Degen von dem Spiegel heraustreten, welcher scheinen wird, als wollte er den Vorstehenden durchdringen.

Um in diesem Falle die beste mögliche Wirkung zu erhalten, muß die Hand oder Spitze des Degens accurat im Mittelpunkte seyn; so werden die Spitzen des wahren und des fantastischen Degens, die Spitzen des
wah.

wahren und des Scheinfingers sich berühren; entfernt man alsdenn den wahren Degen oder die wahre Hand von dem Spiegel, so werden sich ihre Bilder zurückziehen; führet man die wahre Hand oder den Degen zum Spiegel, alsdenn wird auch die fantastische Hand oder der Scheinsdegen zu demjenigen schreiten, so vor dem Spiegel stehet.

Stellet man sich vor einen Hohlspiegel in einem Punkte der Ase, welcher von dem Spiegel entfernter ist als der Mittelpunkt: so ist das Bild, welches alsdenn zwischen dem Spiegel und dem Mittelpunkt ist, kleiner als derjenige, so sich in demselben anschauet. Dieses ist aus allen ersten Gründen der Spiegelfunst bewiesen; durch die Grundsätze dieser Wissenschaft weiß man, daß das Bild eines Objects, welches über dem Mittelpunkt eines hohlen Spiegels stehet, kleiner ist als das Object.

Diesem ungeachtet, kann man sich vor einen hohlen Spiegel dergestalt stellen, daß, wenn man von demselben weiter stehet als der Mittelpunkt, man sich erschrecklich vergrößert sehr deutlich sehe; dieses scheint ein wahres Paradox zu seyn; denn was man hier siehet, ist nichts als das Bild desjenigen, welcher in den Spiegel schauet; dieses Bild aber ist in der That kleiner als derjenige, den es vorstellt. Wie ist es denn möglich sich so vergrößert zu sehen?

Ist man weiter als der Mittelpunkt von einem Spiegel entfernt, so kann man sich noch vor dem Spiegel umgekehrt sehen, ohne größer oder kleiner zu scheinen, und dieses ist noch ein Theil des nemlichen Paradox, dessen Erklärung so schwer ist als des Vorigen.

Obwohl diese Erscheinungen wider die Grundsätze der Spiegelfunst streiten, so sind sie doch gründlich bewiesene Dinge; folgende Experimente sind ein Beweis ihrer Wahrheit.

I. Experiment.

Ich nahm einen hohlsplanen Spiegel von Glas, das ist, ein Glasplan convex geschliffen; die Converseite war mit Staniol überzogen; seine Breite war 10 Zoll, die Entfernung der obern Fläche bis zum Brennpunkt ungefähr $22\frac{1}{2}$ Zoll; ich stellte mich diesem Spiegel gerade gegen über in der Entfernung von $7\frac{1}{2}$ Schuh, so sah ich mein Gesicht umgekehrt, aber ohne vergrößert oder verkleinert zu seyn; ich stellte mich weiter zurück, und das Bild meines Gesichts wurde desto kleiner, je mehr ich mich von dem Spiegel entfernte.

Stellte ich mich näher als $7\frac{1}{2}$ Schuh vor dem Spiegel, so sah ich mein Gesicht desto mehr vergrößert, je mehr ich mich dem Mittelpunkt näherte, so, daß es endlich monströs schien.

II. Experiment.

Ich nahm einen andern hohlen Spiegel von Glas, dessen beyde sphärischen Oberflächen concentrisch waren, die erhabene Oberfläche des Glases war überzogen, seine Breite war von 11 Zoll, und die Entfernung der Obernfläche bis zum Brennpunkt auch 11 Zoll; ich stellte mich diesem Spiegel gegenüber in der Entfernung von 3 Schuh 8 Zoll und sah vor dem Spiegel mein Gesicht umgekehrt, aber nicht grösser noch kleiner als das natürliche.

So bald ich mich aber weiter von ihm entfernete, sah ich es beständig kleiner werden; nachdem ich mich aber dem Spiegel näher als 3 Schuh 8 Zoll gestellt hatte, sah ich mein Gesicht sich vergrößern, je mehr ich mich dem Mittelpunkte näherte. Ganz nahe schien das Bild meines Gesichts erstaunlich groß.

III. Experiment.

Um in diesen Experimenten mich nicht zu irren, und um die Entfernung, in welcher ich die vollkommene Gleichheit meines Gesichts sah, auf das genaueste zu kennen, stellte ich einen Planspiegel neben dem hohlen vergestalt, daß ich mich in beyden auf einmal sehen konnte.

Sicher ist es, daß der glatte Spiegel die Grösse meines Gesichts weder vermehrte noch verminderte; durch dieses Mittel war ich also im Stande, den Augenblick wahrzunehmen, in welchem ich mein Gesicht von nemlicher Grösse in beyden Spiegeln fand: und mithin ohne Gefahr einer Irrung zu bemerken, in welcher Entfernung mein Gesicht in dem hohlen Spiegel anfangs grösser oder kleiner zu werden, und die Veränderungen der Grösse in allen Entfernungen zu bestimmen.

IV. Experiment.

Um noch leichter die Gleichheit oder Ungleichheit des Gesichts in dem Hohlspiegel mit meinem wahren Gesicht zu entdecken, nahm ich einen kleinen flachen Spiegel, legte ihn in die Mitte des hohlen Spiegels, wodurch ich beyde Bilder, welche beyde Spiegel vorstellten, vergestalt sehen konnte, als wenn sie sich berührten; also war ich im Stande, die Entfernung, in welcher mir diese Bilder gleich oder ungleich schienen, auf das genaueste zu bestimmen, mithin die Entfernungen zu wissen, in welchen mein Gesicht in dem hohlen Spiegel grösser oder kleiner als das natürliche erscheine.

N a c h s a g.

Sieben und ein halber Schuh in dem Spiegel des ersten Experiments, und 3 Sch. und 8 Zoll in dem Spiegel des zweyten sind die vierfache Entfernung eines jeden Spiegels zu seinem natürlichen Brennpunkt, oder der ganze Durchmesser der Kugel, von welchem diese Spiegel Theile sind.

Aus diesen Experimenten folgt also, daß, wenn man sich vor einen hohlen Spiegel in einer vierfachen Entfernung seines natürlichen Brennpunkts, oder, welches das nemliche ist, an die Spitze seines Durchmessers stellet, das Gesicht umgekehrt ohne Vergrößerung oder Verkleinerung erscheine; stellt man sich weiter, so siehet man selbes verkleinert; stellet man sich aber näher, so erscheinet es vergrößert.

Es schein aber hier ein Widerspruch zwischen der Lehre und der Erfahrung zu seyn; denn vermög der Grundsätze der Spiegelkunst ist es gewiß, daß ein Object an der Spitze des Durchmessers der Concavität eines Hohlspiegels sein Bild in einer Entfernung vorstelle, welche nur den dritten Theil seines ganzen Durchmessers ausmacht, und daß in diesem Falle der Durchmesser dieses Bildes nur der dritte Theil des Durchmessers des Bildes ist.

Die vorigen Experimente aber scheinen das Gegentheil zu beweisen, weil man in dieser nemlichen Entfernung das Bild dem Objecte gleich siehet; bringt man das Object dem Spiegel näher, so siehet man das Bild größer, trotz den Beweisen, welche darthun, daß es kleiner sey.

Weil man in den physico-mathematischen Wissenschaften einer Theorie, welcher die Erfahrung zu widersprechen scheint, nie trauen darf, bis selbe auf die Erfahrung selbst gestützt den Bestand der Gewißheit, welchen die physico-mathematische Wahrheiten haben können, erhalten haben; so hielt ich für gut, einige entscheidende Experimente zu machen, um die ganze Welt unwidersprechlich zu überzeugen, daß im gegenwärtigen Falle die Bilder, welche grösser oder dem Objecte gleich scheinen, wahrhaft kleiner sind, und in dem nemlichen Verhältnisse, welches die Theorie lehret.

V. Experiment.

Ich nahm die zween nemlichen Spiegel der zweyen ersten Experimente, setzte ein brennendes Licht in der Entfernung von $7\frac{1}{2}$ Schuh vom ersten Spiegel, und von dem zweyten in der Entfernung von $3\frac{1}{2}$ Schuh; hernach empfing ich das Bild der Flamme auf ein weisses Papier, auf welchem es sich vollkommen bildete; stellte das Papier ungefähr 30 Zoll von dem ersten Spiegel und ungefähr $14\frac{1}{2}$ Zoll von dem zweyten; und nahm in einem und dem andern Falle wahr, daß der Durchmesser des Bildes den dritten Theil des Durchmessers der Flamme selbst ausmachte; welches beweiset, daß die Theorie mit dem Experimente hier vollkommen einig ist.

Also bleibt das Paradoxum in seiner ganzen Schwierigkeit, welche darinn bestehet, daß man wisse, warum das Bild des Gesichts in einem hohlen Spiegel, indem es wahrhaft kleiner ist als das Gesicht selbst, bald gleich, bald grösser als das Gesicht selbst gesehen werde.

Ich unterfange mich die Wahrheit dieser Erscheinung zu beweisen, die Ursachen der Umstände, welche sie begleiten, zu geben, und die daraus entspringenden Zweifel zu erörtern; ich muß aber zuvor folgen des Lemma beweisen.

L e m m a.

Wenn zwey ungleiche Objecte in ungleichen Entfernungen vor dem Auge stehen, so daß diese Entfernungen sich verhalten, wie die Durchmesser ihrer Größe, so werden sie dem, welcher selbe in dieser Stellung anschaut, gleich groß vorkommen.

Zum Exempel, es seyen zwey Objecte; der Durchmesser des ersten sey das Doppelte des Durchmessers des andern, ihre Stellung sey so, daß die Entfernung des ersten von dem Auge auch das Doppelte der Entfernung des zweyten vom Auge sey: so behaupte ich, daß diese beyden Objecte dem Auge gleich groß scheinen werden.

B e w e i s.

In der Gehekunst ist es bewiesen, daß das nemliche oder zwey gleiche Objecte, wenn sie in verschiedenen Entfernungen des Auges gestellet sind, Bilder in dem Auge zeichnen, deren Durchmesser sich in dem gleichhaltigen Verhältniß der Entfernungen dieser nemlichen Objecte von dem Auge befinden; stellet man also ein Object nach und nach in zweyen Entfernungen vom Auge, deren eine das Doppelte der andern ist, so wird es in der kleinsten Entfernung ein Bild darbieten, dessen Durchmesser das Doppelte des Durchmessers des andern seyn wird.

Stellet man also in der andern Entfernung ein Object, dessen Durchmesser das Doppelte des ersten ist, so wird es ein Bild malen,

dessen Durchmesser das Doppelte des Durchmessers des andern Bildes seyn wird; mithin wird es ein Bild geben, welches dem Bilde des andern Objectes der ersten Entfernung gleich ist.

Mithin ist es gewiß, das zwey ungleiche Objecte in Entfernungen, welche sich verhalten, wie ihre Durchmesser, in dem Auge gleiche Bilder machen; also muß man selbe in gleicher Grösse sehen, es sey dann, daß ein besonderer Umstand die Einbildungskraft verhindere, solche so zu schätzen. w. z. b. w. Da also dieses bewiesen ist, so muß ich auch folgenden Lehrsatz beweisen.

L e h r s a t z.

Stellet man sich vor einen hohlen Spiegel, gerade an die Spitze des Durchmessers seiner Concavität, so muß man sein Gesicht vor dem Spiegel in der nemlichen Grösse sehen, in welcher man es sehen würde, wenn man sich in einem glatten Spiegel, welcher in der nemlichen Entfernung von dem hohlen Spiegel wäre, bespiegelte.

B e w e i s.

Das Gesicht desjenigen, welcher sich in dem glatten Spiegel sieht, müssen wir hier betrachten, als ein Object in einer doppelten Entfernung des glatten Spiegels zu dem Auge; dann in diesem Falle kommen die Strahlen, welche durch die Reflexion des glatten Spiegels in das Aug fallen können, in das Aug auf die nemliche Art, als wenn das Gesicht über dem Spiegel in einer Entfernung stünde, welche der Distanz zwischen dem nemlichen Spiegel und dem Auge gleich ist; mithin muß man das Gesicht betrachten, als ein Object in einer Entfernung vom Auge, welche Entfernung zween Durchmessern der Concavität des hohlen Spiegels gleich ist.

Das

Das Bild, welches vor dem hohlen Spiegel gezeichnet ist, müssen wir nicht betrachten, als ein anders Object, so vor dem Auge steht; denn, was man in diesem Falle siehet, ist nicht das Gesicht selbst, sondern nur sein Bild; in der Spiegelkunst ist es aber bewiesen, daß in diesem Falle das Bild vor dem hohlen Spiegel in einer Entfernung von diesem nemlichen Spiegel sey, welche dem dritten Theil des Durchmessers gleich ist; also ist das Bild um zwey Drittel des Durchmessers, mithin um ein Drittel zweyer Durchmesser von dem Auge entfernt.

Nach diesem Beweise ist es also sicher, daß in diesem Falle das Gesicht in dem glatten Spiegel, und sein Bild in dem hohlen Spiegel als zwey Objecte müssen betrachtet werden, welche vor dem Auge in zweyen Entfernungen stehen, deren eine das Dreyfache der andern ist.

Aus den Lehren der Spiegelkunst ist es gewiß, daß der Durchmesser des Bildes in dem hohlen Spiegel im gegenwärtigen Falle nur ein Drittel des Gesichts ist, welches es vorstellt; es folget also, daß das Gesicht in dem glatten Spiegel, und sein Bild in dem hohlen Spiegel zwey Objecte sind, deren Entfernungen vom Auge sich verhalten, wie ihre Durchmesser; folglich zeichnen sie in dem Auge zwey gleiche Bilder; also müssen sie gleich groß gesehen werden, welches z. b. w.

Obwohl dieses nach der ganzen Strenge, deren die physicomathematischen Wahrheiten fähig sind, bewiesen ist; so sind doch viele Schwierigkeiten, welche aus folgenden Experimenten entspringen, zu heben,

VI. Experiment.

Wenn im Falle des dritten Experiments mein Gesicht an der Spitze des Durchmessers des hohlen Spiegels steht, ohne die Entfernung zu verändern, und ich entferne den Spiegel, oder rücke ihn heran, so ist es gewiß, daß das Verhältniß der Distanz des Auges zum Gesicht in dem glatten Spiegel zu der Distanz des nemlichen Augs zu dem Bild im hohlen Spiegel, dem Verhältnisse der Durchmesser des Gesichts im glatten Spiegel, und seines Bildes im hohlen Spiegel nicht mehr gleich ist: also scheint es offenbar, daß in diesem Falle das Bild und das Gesicht dem beschauenden Auge in einer ungleichen GröÙe vorkommen sollten.

Dieses aber geschieht nicht: denn, nachdem ich den glatten Spiegel hervorgezogen, von dem Auge entfernt, und in verschiedene Entfernungen gebracht hatte, da indessen die Entfernung des hohlen Spiegels vom Auge die nemliche blieb, so geschah es, daß das Gesicht in dem glatten Spiegel, und sein Bild in dem hohlen, mir in allen Entfernungen von gleicher GröÙe vorkamen.

VII. Experiment.

In dem Falle des dritten Experiments stellte ich den glatten Spiegel von dem Auge in der Entfernung des Durchmessers des hohlen Spiegels; in dieser Entfernung des glatten Spiegels stellte ich den hohlen in einer gröÙern oder kleinern Entfernung als des Durchmessers seiner Concavität, und es schien mir das Bild gröÙer oder kleiner, als das Gesicht im glatten Spiegel.

Hier sind also wiederum zwey Experimente, deren eines die oben erwiesene Wahrheit zu bestätigen und das andere zu widerlegen
schei-

scheinet. Ich muß also die Ursache suchen, warum in dem ersten Experimente die scheinende Gleichheit des Gesichts vor dem hohlen Spiegel und des andern in dem glatten Spiegel sich erhält, obwohl das Verhältniß ihrer Entfernungen vom Auge in beyden Spiegeln selbe ungleich vorstellen sollte: und warum in dem letzten Experimente das Verhältniß der Grössen des nämlichen Gesichts in beyden Spiegeln sich verändert, sobald das Verhältniß ihrer Entfernung anders wird.

Um diese beyden Fragen zu beantworten muß ich beweisen, daß die anscheinende Gleichheit im ersten Falle nichts anders sey, als eine betrüglische Verblendung des Gesichts, dessen Ursache ich durchforschen muß; und daß die Ungleichheit im zweyten Falle wahrhaft sey. Um dieses zu erlangen, will ich folgende Facta sehen, welche uns die Erfahrung darbietet.

Factum I.

Obwohl die Objecte vor dem Auge die Entfernung verändern, und jede verschiedene Entfernung in dem Auge Bilder malt, welche in der Grösse verschieden sind, nichts destoweniger scheinen sie uns allzeit gleich, wenn sich nur in Veränderung der Distanz ihre wahre Grösse auch nicht verändert.

Die Ursache dieser Erscheinung ist, daß, weil wir wissen, daß die Objecte beständig und wahrhaft die nemlichen, und von der nemlichen Grösse sind, in was immer für einer Entfernung sie von uns stehen, wir gewohnt sind selbe zu beurtheilen, in welchen Entfernungen wir selbe sehen; daher kommt es, daß die Einbildungskraft ein Object in der nemlichen Grösse in verschiedenen Entfernungen zu sehen glaubt, und daß in diesen Entfernungen diese Bilder in dem Auge bald grösser bald kleiner sind.

Aus der nemlichen Ursache, wegen welcher ein Mensch gleich groß scheint, er sey mehr bey uns, oder weit von uns entfernt, scheint uns das Gesicht in einem glatten Spiegel gleich groß, wir seyen nahe oder weit von ihm entfernt, obwohl in jeder Entfernung des Spiegels die Bilder im Auge an der Grösse sehr verschieden sind.

Aus diesem folget klar, daß die anscheinende Grösse der Objecte sich durch die einzige Veränderung ihrer Entfernung vom Auge nicht verändert. W. Z. B. W.

Factum II.

So oft die wahre Grösse der Objecte sich vor dem Auge verändert, so verändert sich auch die scheinbare; denn steht ein Mensch, nahe bey uns oder in einiger Entfernung von uns, so scheint er uns groß, wenn er wahrhaft groß ist, und klein, wenn er klein ist, ohne daß die verschiedenen Grössen der Bilder in unserm Auge uns in diesem Urtheile betrügen; es ist das nemliche bey allen anderen Objecten; die größten scheinen uns allzeit grösser als die kleinsten, ohne daß die verschiedenen Entfernungen vom Auge ein widersprechendes Urtheil in uns verursachen.

Durch diese aus der täglichen Erfahrung wohl bestätigte Facta verschwinden alle Schwierigkeiten, welche aus den zwey letzten Experimenten entspringen.

Denn in dem ersten Experimente sind der glatte und der hohle Spiegel von dem Auge gleichfalls entfernt, und wird der Schauende an die Spitze des Durchmessers des hohlen Spiegels gestellt, so ist es durch den obigen Beweis offenbar, daß das Gesicht in dem glatten Spiegel und das andere in dem hohlen Spiegel gleiche Bilder in dem Auge
zeich.

zeichnen, und wenn keine andere Ursache vorhanden ist, welche diese Gesichter ungleich scheinen machen kann, so folgt, daß selbe von gleicher Grösse scheinen müssen, wie sie auch wirklich scheinen.

Man nähere oder entferne den glatten Spiegel, wie in dem 6ten Experimente, da doch der hohle Spiegel in der nemlichen Distanz bleibt; so ist es offenbar 1mo daß das Gesicht in dem glatten Spiegel nichts als die Entfernung veränderte. So verändert sich nicht die scheinbare Grösse; in allen Distanzen muß sie beständig die nemliche seyn, obwohl sein Bild in dem Auge die Grösse wahrhaft verändert.

2do. Das Bild in dem hohlen Spiegel verändert in diesem Falle weder seine Grösse, noch seine Entfernung vom Auge; nichts also kann selbes grösser oder kleiner vorstellen, als zuvor: mithin ist es offenbar, daß in allen diesen Fällen die scheinbare Grösse des Gesichts in dem glatten Spiegel und die Grösse seines Bildes in dem hohlen Spiegel gleich sind.

Wenn in dem 7ten Experimente der glatte Spiegel unveränderlich in der Entfernung vom Auge, gleich dem Durchmesser der Kugel, von welchem der hohle Spiegel ein Stück ist, verbleibt, so nähert oder entfernt sich dieser vom Auge; das Bild in diesem Spiegel verändert nicht allein die Entfernung wegen des Auges, sondern verändert auch wahrhaft seine Grösse in jeder Distanz, wie es in der Spiegellunst bewiesen ist. Also ist es sonnenklar, daß die scheinbare Grösse sich auch verändern muß; folglich muß das Bild grösser oder kleiner als das Gesicht im glatten Spiegel gesehen werden.

Experiment VIII.

Ich stellte einen Menschen vor den hohlen Spiegel dergestalt, daß ich sein Gesicht vor diesem Spiegel sehen konnte; so lang als dieser Mensch in der nemlichen Entfernung vom Spiegel unveränderlich blieb und ich mich seinem Bilde näherte oder davon entfernte, so schien es doch weder grösser noch kleiner, sondern von der nemlichen Grösse in allen Distanzen.

Hielt ich mich aber unveränderlich in der nemlichen Entfernung vom Spiegel, näherte oder entfernete sich derjenige, dessen Bild ich vor diesem Spiegel betrachtete, so schien mir alsobald dieses Bild grösser oder kleiner; blieb er in einer, dem Durchmesser gleichen Entfernung, so schien sein Gesicht vor dem Spiegel weder grösser noch kleiner als das natürliche; näherte er sich dem Spiegel, so schien sein Bild alsogleich grösser; es schien aber kleiner, so bald er sich über gesagte Distanz entfernte.

Es ist also offenbar, daß, wenn das Bild nur die Entfernung vom Auge verändert, ohne seine wahre Grösse zu verändern, sich seine anscheinende Grösse nicht verändere; verändert sich aber seine wahre Grösse, wie auch die Entfernung, so muß sich die anscheinende Grösse auch verändern.

Es ist auch klar, daß, wenn man sich in einem hohlen Spiegel betrachtet, es unmöglich seyn kann, daß die wahre Grösse des Bildes vor dem Spiegel sich nicht so oft verändere, als derjenige, so sich betrachtet, sich dem Spiegel nähert oder sich von ihm entfernt; also muß nothwendiger Weise in jeder verschiedenen Entfernung des Gesichts vom Spiegel, das Bild grösser oder kleiner gesehen werden.

Ich hoffe also bewiesen zu haben, daß in den angebrachten Erscheinungen zwischen der Theorie und Erfahrung kein Widerspruch ist, und daß die Erfahrungen, und Beobachtungen, wenn sie wohl erklärt werden, die Theorie bekräftigen.

Ich glaube weiter sagen zu können, daß die Haupterscheinungen, von welchen hier die Rede ist, noch niemand beobachtet habe; woraus zu schließen, daß in den physico-mathematischen Wissenschaften um vollkommen überzeugt zu seyn, was die Theorie lehre, man die Erfahrung, so viel als möglich ist, zu Rathe ziehen müsse; denn ob man sich schon mit einer guten Theorie nie irren kann, so geschieht es doch öfter, daß die Erfahrung uns Umstände zeigt, welche wir durch die Theorie allein nicht gemerkt hätten. Also muß man beobachten:

1mo Biewohl man diese Experimente mit allen Gattungen der Hohlspiegel unternehmen kann, so schien mir der von 11 Zoll im Durchmesser, dessen Brennpunkt auch 11 Zoll von seiner obern Fläche entfernt war, der beste.

2do. Man muß das Aug nicht zu nahe an das Bild vor dem hohlen Spiegel halten, sonst wird das Sehen undeutlich; die kleinste Entfernung, in welcher man das Aug halten kann, um das Bild deutlich zu sehen, ist diejenige eines Buchs, in welcher man leicht lesen kann.

3tio. Erwelche Male muß man ein Aug zuschließen, um nicht das Object doppelt oder undeutlich zu sehen, und das geschieht, wenn man sich eines Spiegels von einer kleinen Kugel bedienet, oder wenn man das Aug dem Objecte zu nahe bringt. Es sind noch andere Aussichten, welche die Erfahrung darbietet.

Abhandlung von den Haupteigenschaften Wunderbare Erscheinungen in den sphärischen Hohlspiegeln.

Stellt man vor einen hohlen Spiegel einen halben Zirkel, ein halbes Viereck, ein halbes regulares Poligon, dessen Seiten paar sind, so, daß ihr Mittelpunkt in dem Mittelpunkte des Spiegels und senkrecht auf der Axe sey, so wird ein Aug, weiter als der Mittelpunkt vom Spiegel entfernt, selbe als einen ganzen Zirkel, ein ganzes Viereck, oder ein ganzes Poligon sehen.

Stellt man vor einen hohlen Spiegel senkrecht auf die Axe einen Zirkel oder ein Poligon, dergestalt, daß ihr Umkreis den Mittelpunkt des Spiegels berühre, so wird das Aug weiter als der Mittelpunkt entfernt zweien Zirkel, oder zwey gleiche Poligone sehen, welche sich berühren.

Stellt man vor einen hohlen Spiegel ein Dreyeck, so daß der Mittelpunkt die Mitte einer Seite des Dreyecks berühre, so wird das Aug des Zuschauers, wenn es weiter als der Mittelpunkt vom Spiegel entfernt ist, ein Parallelogram sehen; berühret aber die Spitze des Dreyecks den Mittelpunkt des Spiegels, so wird man zwey gleiche Dreyecke sehen, welche sich in ihren Spitzen berühren. In allen diesen Fällen setze ich zum voraus, daß die Dreyecke auf der Axe senkrecht stehen.

Besondere Erscheinung.

Von allen unseren Sinnen ist der Sinn des Gesichts dem Betrug am meisten ausgesetzt; alle Schelkünstler führen davon eine Menge Beyspiele an, untersuchen ihre Ursachen, stellen uns ihre Wirkungen vor, um uns vor dem Betrage zu warnen. Betrachtet man mit Bedachtsamkeit
die

die Erscheinungen des Gesichts, so entdecket man öfter ganz neue, welche niemand noch bemerkt hatte; und was für eine Menge wird uns noch verborgen bleiben?

Man nehme fig. 1. eine Flasche von Glas AB; man fülle sie mit Wasser vom Boden bis E, das übrige EA bleibe leer, man stelle diese Flasche vor einen hohlen Spiegel HN, so daß sie weiter als der Mittelpunkt vom Spiegel stehe, so wird sein Bild ba sich zwischen dem Mittel- und Brennpunkte des Spiegels umgekehrt zeigen; stellt man sich weiter vom Spiegel als dieses Bild, so wird man selbes umgekehrt sehen, wie es in a b ist.

Was man aber Sonderbares und Unordentliches in diesem Bilde finden wird, ist, daß das Wasser, welches nach allen Grundsätzen der Spiegelkunst, nach allen Betrachtungen und Experimenten in e b, als Bild des Theiles EB der Fläche, erscheinen sollte, in e a als dem Bilde des leeren Theiles EA geschehen werde; der Theil e b des Bildes a b scheint leer, da der Theil EB, der Flasche gefüllet ist.

Wendet man die Flasche um, wie in GF, wohlzugemacht, so scheint das Bild gerade und in seiner natürlichen Stellung in g f, und der Betrug bleibt der nemliche; man siehet den Theil rf des Bildes gefüllet, da er doch wahrhaft der leere Theil RF ist. Den Theil des Bildes rg siehet man leer, obwohl er den gefüllten Theil RG der Flasche vorstellt.

Hält man die Flasche umgekehrt in FG, öffnet selbe, und läßt das Wasser herauslaufen, so wird man sehen, daß während sich die Flasche FG ausleeren wird, es scheinen werde, als wenn ihr Bild, die Flasche g f sich füllte; und was hier noch wohl zu merken, ist,

ist, daß so bald die Flasche F G völlig leer ist, die Verblendung aufhöret, und die Flasche g f, als das Bild der leeren Flasche F G auch leer scheine; auf die nemliche Art, wenn die Flasche F G oder A B völlig voll ist, so ist keine Verblendung mehr, und die Flasche, so ihr Bild ist, scheinet auch voll.

Während man die Flasche F G, welche nicht völlig voll ist, umgekehrt hält, und ein auf dem Boden F liegender Tropfen Wasser in den vollen Theil R G fällt, so wird es scheinen, als wenn dieser Tropfen in der Flasche g f, seinem Bilde, eine Luftblase machte, so von f in r, als ein voll Wasser scheinender Theil, steigt.

In dieser Erscheinung sind andere seltsame Umstände zu bemerken, welche man durch wiederholte Experimente leicht wird entdecken; die diese Erscheinungen gesehen haben, versichern, diese Dinge gesehen zu haben, oder viel besser, sie haben sich eingebildet, solche gesehen zu haben, wie ich selbe beschrieben. Zu diesem Experimente sind die grünlichten Flaschen die besten.

Was in diesen Erscheinungen das wunderlichste scheint, ist 1. nicht allein ein Object zu sehen, wo es nicht ist, sondern wo auch sein Bild nicht ist, und in einem Orte, durch welches kein Stral, so von dem Objecte durch den Spiegel reflectirt ist, durchgehet, er sey denn zuvor im Auge gewesen; 2. daß von zweyen Objecten, welche beyde wahrhaft in dem nemlichen Orte sind, als die Oberfläche der Flasche, und die Oberfläche des enthaltenen Wassers, das eine in einem und das andere im andern Orte gesehen werde; das Glas wird im Orte seines Bildes gesehen, und das Wasser in dem Orte, wo weder Wasser noch dessen Bild ist.

Man

Man kann mit Grund muthmassen, die Ursache dieser Erscheinung sey folgende, daß, weil wir gewohnt sind niemals das Wasser in der Luft hangend, sondern allzeit auf dem Boden eines Gefäßes zu sehen, und überdieß die Farbe der Luft und des Wassers wenig unterschieden ist, wir durch ein natürliches und von dem Willen unabhängendes Urtheil uns gezwungen sehen, das Wasser in einem Orte zu bestimmen, wo es nicht ist, und selbes, wo es wahrhaft ist, nicht zu sehen, obwohl Ueberlegung und Vernunft uns des Gegentheils überzeugen.

Eigenschaften und Erscheinungen der sphärischen Hohlspiegel, wenn die entgegengesetzten Objecte in Bewegung sind.

Wenn ein Object zwischen dem Mittel- und dem Brennpunkte eines sphärischen Hohlspiegels steht, und sich nach der Länge der Axe bewegt, indem es sich bald der obern Fläche nähert, und sich bald von ihr entfernt, ohne den Zwischenraum des Mittel- und Brennpunkts zu überschreiten, so wird das Bild in dem Spiegel eine widerseitige Bewegung machen, indem es sich vom Spiegel entfernt, wenn das Object sich ihm nähert, und ihm sich nähert, wenn das Object sich von ihm entfernt.

Ist das Object im Mittelpunkte, und bewege sich mit einer gleichförmigen Bewegung bis zum Brennpunkte, so wird das Bild eine accelerirte Bewegung machen. Bewegt sich das Object vom Brennpunkte bis zum Mittelpunkt durch eine gleichförmige Bewegung, so wird die Bewegung des Bildes eine langsame Bewegung seyn.

Ist das Object in dem Brennpunkte, und der Spiegel bewegt sich nach der Länge der Axe, indem es sich vom Spiegel bald entfernt

U n

fernet

fernet, bald sich ihm nähert, ohne aus dem Raume zwischen seiner Oberfläche und seinem Brennpunkte zu treten, so wird das Bild hinter dem Spiegel eine andere Bewegung auf der Axe machen, dergestalt, daß es sich dem Spiegel nähert, wenn das Object sich nähert, und sich von ihm entfernt, wenn das Object sich gleichfalls entfernt. Ist das Object im Brennpunkte, und schreitet mit einer gleichförmigen Bewegung gegen den Spiegel, so wird auch das Bild mit einer langsamen Bewegung sich dem Spiegel nähern.

Ist das Object auf der obern Fläche eines Spiegels, und bewegt sich gegen den Brennpunkt durch eine gleichförmige Bewegung, so wird sich das Bild gleichfalls von dem Spiegel durch eine schnelle Bewegung entfernen.

In allen diesen Fällen verursacht eine kleine Bewegung des Objects eine groſſe in dem Bild, so, daß es geschehen kann, daß eine kaum merkliche Bewegung des Objects eine schier unendliche in dem Bilde verursacht.

Ist das Object vor dem Spiegel, und man bewegt selbes auf der Axe hin und wieder, doch dergestalt, daß es allzeit weiter als der Mittelpunkt vom Spiegel sey, so wird das Bild eine ganz widrige Bewegung machen, durch welche es sich dem Spiegel nähert, wenn das Object sich von ihm entfernt, oder sich von ihm entfernt, wenn das Object sich nähert.

Gehet in diesem Fall das Object zum Spiegel durch eine gleichförmige Bewegung, so wird die Bewegung des Bildes schnell seyn. Wenn aber das nemliche Object, so beständig weiter vom Spiegel bleibt, als der Mittelpunkt, eine gleichförmige Bewegung macht, durch
welche

welche es sich weiter entfernt, so wird sich das Bild durch eine langsame Bewegung nähern.

In allen diesen Fällen, in welchen das in Bewegung gebrachte Object weiter vom Spiegel ist, als der Mittelpunkt, verursacht eine grosse Bewegung des Objects nur eine kleine Bewegung im Bilde; und es kann geschehen, daß eine unendliche Bewegung des Objects nur eine unmerkliche Bewegung in dem Bilde verursache. So groß in diesem Falle die Bewegung des Objects seyn mag, so wird doch das Bild niemals aus dem Raume zwischen dem Mittel- und Brennpunkte treten.

Aus diesem folgt, 1. daß eine gleichförmige Bewegung des Bildes durch eine geschwinde, oder langsame Bewegung des Objects hervorgebracht werden kann, 2. daß eine gleichförmige Bewegung des Objects eine geschwinde oder langsame Bewegung in dem Bilde hervorbringen kann, 3. daß eine geschwinde Bewegung des Objects eine geschwinde oder langsame Bewegung in dem Bilde verursachen kann, 4. daß eine geschwinde oder langsame Bewegung in dem Bild die Wirkung einer langsamen Bewegung des Objects seyn kann.

Unter allem, was ich bisher von der Bewegung der Objecte und Bilder gesagt habe, und noch sagen werde, verstehe ich allzeit die Bewegung des Mittelpunkts des Objects, wie auch die zutreffende Bewegung des Mittelpunkts der Bilder; denn es sind Fälle, in welchen dasjenige, so ich von diesen Bewegungen sage, auf die Bewegung des Mittelpunkts des Objects und des Bildes, oder auf die Bewegung des Objects und des Bildes, als untheilbare Punkte betrachtet, allein paßet.

Wenn man voraussetzet, daß der Theil der Ase zwischen dem Mittel- und Brennpunkte nach Belieben in gleiche oder ungleiche Theile eingetheilt sey, vom Mittelpunkte anzufangen bis zum Brennpunkte, und daß das Object anfangs sich zu bewegen vom Mittelpunkte gegen den Brennpunkt; so kann das Object alle diese Theile durchlaufen, den letzten ausgenommen, ohne daß das Bild durch seine Bewegung nur einen endlichen und bestimmten Raum über dem Mittelpunkte durchgehe; während aber das Object durch seine Bewegung den letzten dieser Theile, so klein er seyn mag, durchgeht, wird das Bild einen unendlichen Raum über dem Mittelpunkte durchlaufen.

Theilet man auch den andern Theil der Ase zwischen dem Brennpunkte und der obern Fläche des Spiegels in gleiche oder ungleiche Theile, bey dem Brennpunkte anzufangen gegen die Oberfläche, und das Object im Brennpunkte fange an sich gegen den Spiegel zu bewegen, so sage ich, daß in der nemlichen Zeit, wo das Object den ersten dieser Theile, so klein er auch sey, durchgehet, das Bild einen unendlichen Raum durchlaufen, und sich alsogleich in einer endlichen Distanz vom Bilde finden wird; und obwohl das Object durch seine Bewegung fortfährt alle andere Theile zu durchgehen, so wird doch das Bild hinter dem Spiegel nur einen endlichen Raum durchlaufen.

Hieraus folgt, daß, während das Object durch seine Bewegung den halben Durchmesser des Spiegels durchläuft, das Bild eine andere Bewegung mache, mit welcher es durch Gegenwege einen unendlichen Raum zweymal durchläuft; einer dieser unendlichen Räume ist vor dem Spiegel, vom Mittelpunkte bis zum Unendlichen, der andere hinter dem Spiegel, vom Unendlichen anzufangen bis zur obern Fläche des Spiegels.

Woraus weiter folgt, daß, wenn das Object im Brennpunkte ist, sich das Bild vor und hinter dem Spiegel in einer unendlichen Entfernung von beiden Seiten des Spiegels befinde, oder wir würden vielleicht besser sagen, daß in diesem Falle das Bild sich auf keiner Seite befinde.

Ist das Object zwischen dem Mittel- und Brennpunkte, oder zwischen dem Brennpunkt und der Oberfläche, und man setzet das Object in eine Bewegung, welche es von der Axe entfernt, so wird das Bild eine andere Bewegung machen, durch welche es sich von der Axe auf die Seite entfernt, welche dem Objecte entgegen stehet.

In diesem Falle wird eine kleine Bewegung in dem Objecte eine groſſe in dem Bilde verursachen, und eine desto gröſſere, je näher das Object dem Brennpunkte ist.

In diesem Falle wird der Raum, von welchem das Object sich durch seine Bewegung von der Axe wird entfernt haben, zu dem Raum, von welchem sich das Bilde von der nemlichen Axe entfernt hat, sich verhalten, wie die Entfernung des Spiegels, in welcher sich das Object am Ende seiner Bewegung befindet, zu der Entfernung seines Bildes vom nemlichen Spiegel.

Ist das Object weiter vom Spiegel, als der Mittelpunkt, und entfernt es sich, anstatt sich nach der Länge der Axe zu bewegen, gegen der einen oder andern Seite, so wird auch das Bild durch eine gegenseitige Bewegung auf die Seite, welche dem Object entgegen stehet, sich entfernen.

In diesem Falle bringt eine grosse Bewegung im Objecte nur eine kleine hervor, und im Bilde eine desto kleinere, je weiter das Object vom Spiegel entfernt ist.

Ist das Object in einem Punkte der Ase, und durchgeheth einen Bogen, dessen Mittelpunkt der Mittelpunkt des Spiegels ist, so wird das Bild durch seine Bewegung einen ähnlichen Bogen in verkehrter Stellung beschreiben, dessen Mittelpunkt auch der Mittelpunkt des Spiegels seyn wird.

In diesem Falle, da die Bögen, welche das Object und das Bild beschrieben, beständig ähnlich sind, sind die Geschwindigkeiten, mit welchen sie sich bewegen, verhältnismässig zu ihrer Entfernung vom Mittelpunkte, oder von der Oberfläche des Spiegels. Ist die Bewegung des Objects gleichförmig, wird die Bewegung des Bildes auch gleichförmig seyn; ist eine dieser Bewegungen geschwind, oder langsam, wird die andere auch so seyn.

Hier könnte diese Aufgabe vorgetragen werden; in was für eine Entfernung von einem hohlen Spiegel muß man ein Object stellen, und was für einen Bogen muß es beschreiben, damit die Geschwindigkeit, mit welcher das Bild seine Bewegung macht, zu der Geschwindigkeit des Objects in einem gegebenen Verhältnisse sey?

Die Auflösung dieser Aufgabe ist nicht schwer.

Man bilde sich ein Planum ein, senkrecht auf der Ase vor dem Spiegel, und aus dem Punkte, in welchem das Planum die Ase schneidet, als dem Mittelpunkte beschreibe man auf dem Planum einen Kreis. Durchläuft das Object durch seine Bewegung den Kreis dieses Kreises,

so

so wird das Bild durch seine Bewegung einen andern gegenseitigen Zirkel beschreiben, welcher auch auf einem andern Planum, so auf der Ase senkrecht ist, seyn wird.

Sind in diesem Falle das Object und das Bild gleichfalls vom Spiegel entfernt, so werden sie auch beyde in dem nemlichen auf der Ase senkrecht stehenden Planum seyn, wie auch in dem Umkreise des nemlichen Zirkels, das Object an einer Spitze des Durchmessers, und das Bild an der andern, und sie werden durch ihre Bewegung den nemlichen Zirkel beschreiben.

Stehet das Object auf einem Planum, welches senkrecht auf der Ase eines hohlen Spiegels ist, und beweget es sich auf diesem Planum nach einer andern geraden oder krummen Linie eines andern Zirkelbogens, durch dessen Mittelpunkt die Ase gehet, so wird das Bild durch seine Bewegung eine andere Linie durchwandern, welche nicht mehr in einem auf der Ase senkrecht stehenden Planum, sondern in einer krummen Oberfläche seyn wird.

Man bilde sich eine sphärische Oberfläche ein, welche die Ase durchschneidet, und dessen Mittelpunkt auch der Mittelpunkt des Spiegels sey; das Object stehe auf dieser Oberfläche, durchlaufe selbe, und durch seine Bewegung beschreibe es eine Linie, so wird in der nemlichen Zeit das Bild eine andere sphärische Oberfläche durchlaufen, dessen Mittelpunkt auch der Mittelpunkt des Spiegels seyn wird, und in seiner Bewegung wird es auf diese Oberfläche eine ähnliche Linie schreiben.

Bildet man sich eine andere Oberfläche senkrecht auf der Ase ein, welche weder flach, noch sphärisch ist, und auf welcher das Object sich beweget, so wird die Bewegung des Bildes auf einer
anderer

andern Fläche geschehen, welche derjenigen, auf welcher das Object sich bewegt, nicht ähnlich seyn kann, den einzigen Fall ausgenommen, in welchem das Object den Umkreis eines Kreises, dessen Mittelpunkt in der Aye wäre, durchwandern würde. Stehet das Object in oder ausser der Aye, und durchläuft durch seine Bewegung die Aye, oder eine andere der Aye gleich laufende gerade, oder auf der Aye schief stehende Linie, welche aber verlängert durch den Brennpunkt läuft, so wird das Bild durch seine Bewegung eine andere gerade Linie beschreiben; durchläuft das Object durch seine Bewegung eine andere gerade Linie, welche eine andere Richtung hat, als jene Linien, von welchen wir jetzt gehandelt haben, so wird das Bild durch seine Bewegung allzeit eine krumme Linie durchlaufen:

Corollarium.

Aus dem, was ich von den Bewegungen der Objecte und der Bilder gesagt habe, könnte man verschiedene Aufgaben vorschlagen: als

1mo Eine gerade oder krumme durch ein vor einem hohlen Spiegel gesetztes Object beschriebene Linie gegeben, eine Linie beschreiben, welche das Bild durch seine Bewegung durchläuft; oder noch besser, eine krumme oder gerade Linie gegeben, die Beschaffenheit der Linie finden, welche das Object durchlaufen wird, wenn das Bild die gegebene Linie durchwandert.

2do. Aus drey gegebenen Dingen dem Hohlspiegel, dem Objecte und dessen Bilde, das eine in Ruhe supponirt, und die zwey andern in Bewegung, wovon die eine bekannt ist, die Bewegung, den Weg und die Geschwindigkeit finden. Diese Aufgabe kann man also
aus-

ausdrücken: Wenn ein Object vor einem Spiegel stehet, dergestalt, daß es sein Bild in einem gegebenen Orte darstellt, welche muß die Bewegung des Objects und des Spiegels seyn, damit in allen Veränderungen des Orts, welche in dem Objecte und dem hohlen Spiegel durch ihre Bewegung verursacht werden, das Bild im nämlichen Orte beständig bleibe?

3to. Man gebe die drey nemlichen Dinge, deren eines in der Ruhe, und die zwey andere in Bewegung sind; wenn eine von diesen Bewegungen beschleuniget, oder aufgehalten ist, zu finden, in welchem Verhältnisse diese Bewegung beschleuniget oder aufgehalten werde, indem die andere bekannt bleibt.

4to. Man setze aus diesen drey nemlichen Sachen eine in die Ruhe und die zwey anderen in Bewegung, und eine dieser Bewegung sey bekannt; man finde dann das Verhältniß der Länge des Weges des einen zu der Länge des Weges des andern.

5to. Es sey der hohle Spiegel, das Object, und das Bild in Bewegung, und die Linien, welche zwey von diesen Dingen durchlaufen, seyen bekannt; wie beschreibt man die Linie, welche das dritte durch seine Bewegung macht?

6to. Es seyen diese drey nemlichen Dinge in Bewegung, und die Räume, welche zwey davon durchlaufen, bekannt; wie findet man das Verhältniß zwischen diesen Räumen unter sich, und eines jeden zu dem Raume, welchen das dritte durchläuft?

7mo. Es seyen diese drey wiederum in Bewegung, und die Bewegung des einen sey beschleuniget oder aufgehalten; wie findet man das

Verhältniß, in welchem sie beschleuniget oder aufgehalten ist, indem die zwey anderen bekannt sind?

Einige von diesen Aufgaben hängen von der Rectification der krummen Linien ab, welche diese Dinge durch ihre Bewegung beschreiben; also ist ihre Auflösung schwerer, als jene der anderen. Man könnte noch viele andere Aufgaben vortragen; zur Auflösung dieser Aufgaben kann man auch anstatt des Hohlspiegels erhabene Spiegel oder gläserne Linsen brauchen.

Anderer Eigenschaften und Erscheinungen der hohlen Spiegel.

Bisher habe ich die Objecte betrachtet, als Punkte, als Linien, oder als Plana, so vor dem Hohlspiegel senkrecht auf der Axe stehen; man kann aber diese nemlichen Objecte dergestalt vor die Spiegel stellen, das sie als Linien, oder Plana betrachtet, in dem Planum der Axe, oder der Axe gleichlaufend seyen, oder mit der Axe einen schiefen Winkel machen; jetzt also will ich von den Objecten handeln. Stellt man vor einen Hohlspiegel einen dünnen Faden, so, daß er mit der Axe gleich läuft, mit dem einen Ende den Spiegel und mit dem andern den Brennpunkt berühret, so wird sein Bild, welches hinter dem Spiegel stehen wird, von einer unendlichen Länge seyn.

In diesem Falle schneidet man gegen der Seite des Spiegels ein Stück von diesem Faden, klein oder groß ab, und läßt den andern Theil so daß er den Brennpunkt berühre, so wird, so klein als dieser Theil seyn mag, doch sein Bild hinter dem Spiegel von einer unendlichen Länge seyn.

Schneide man in diesem Falle gegen der Seite des Brennpunkts einen Theil von diesem Faden ab, und lasse man den andern Theil
der.

dergestalt, daß er den Spiegel berühre, so wird, so klein als dieser abgeschnittene Theil seyn mag, doch das Bild des bleibenden Theils hinter dem Spiegel von einer endlichen und bestimmten Länge seyn.

Hält man noch vor einen Hohlspiegel einen dünnen Faden dergestalt, daß er auf der Ase mit einem Ende den Spiegel, und mit dem andern einen Punkt in der Ase über dem Brennpunkte berühre, so wird sein Bild vor dem Spiegel von einer unendlichen Länge seyn.

Schneidet man in diesem Falle einen Theil dieses Fadens gegen den Brennpunkt ab, so wird, so klein als dieser Theil seyn mag, sein Bild vor dem Spiegel von einer endlichen und bestimmten Größe seyn.

Setzt man noch einen Faden in der Ase des hohlen Spiegels so, daß ein Theil zwischen dem Brennpunkte und dem Spiegel, der andere aber zwischen dem Brenn- und Mittelpunkte sey, so wird, so kurz als dieser Faden seyn mag, er doch zwey Bilder von unendlicher Größe, eines vor und das andere hinter dem Spiegel geben.

Setzt man noch einen Faden in die Ase, so, daß ein Ende den Mittelpunkt berühre, und das andere vom Spiegel weiter sey, als der Mittelpunkt, so wird, so lang als dieser Faden seyn mag, doch sein Bild niemals so lang seyn, als der Vierteldurchmesser der Kugel, von welcher der Spiegel ein Theil ist, und es wird niemals den Raum zwischen dem Brennpunkte und dem Mittelpunkte einnehmen.

Eine gerade Linie, welche der Ase des Hohlspiegels gleich läuft, wird ein Bild geben, welches eine gerade Linie ist.

Eine gerade Linie, welche schief auf der Ase, verlängert aber durch den Brennpunkt läuft, wird ein Bild geben, so auch eine gerade Linie ist.

Eine gerade, der Aye aber nicht gleich laufende Linie, und welche nicht verlängert nicht durch den Brennpunkt gehet, wird ein Bild vorstellen, welches eine krumme Linie ist.

Aus diesem folgt, daß das Bild einer krummen Linie eine gerade, wie auch das Bild einer geraden wirklich eine krumme Linie seyn kann.

Nothwendige Erklärungen.

1mo Durch die Aye eines Parallelogramms verstehe ich eine den beyden Seiten des Parallelogramms gleich laufende Linie, welche seine Oberfläche in zween gleiche Theile schneidet.

2do. Ich nenne Aye eines Trapezes, dessen zwey Seiten gleichlaufend sind, diejenige Linie, welche diese zwey gleich laufende Seiten in zween gleiche Theile schneidet.

3tio. So oft ich künftighin von Trapezen reden werde, so verstehe ich allezeit diejenigen Trapezen, welche einen Theil eines Dreyecks Isosceles ausmachen, dessen Basis und Seite mit der größten Basis und den Seiten des Trapezes einfallen, wenn beyde Basen des Trapezes gleichlaufend sind.

4to. Durch die Aye eines Dreyecks Isosceles verstehe ich eine Linie, welche durch den Scheitel die Basis in zween gleiche Theile schneidet.

5to. Rede ich von einigen dieser obgemeldeten Flächen, so setze ich zum voraus, daß ihre Aye und die Aye des Hohlspiegels im nemlichen Planum seyen.

Rede

Rede ich von den nemlichen Flächen, welche vor dem hohlen Spiegel gestellt sind, so setze ich auch zum voraus, daß ihre Axen mit der Axe des Spiegels einfallen, oder daß selbe mit dem Spiegel in dem Punkte, wo sie den Spiegel berühren, einen kleinen Winkel machen.

Dieses vorausgesetzt, sage ich, daß, wenn man vor einen Hohlspiegel ein geradewinklichtes Parallelogramm stellet, so, daß dieses Parallelogramm weiter als der Mittelpunkt vom Spiegel sey, es einem Auge, welches auch weiter vom Spiegel als der Mittelpunkt ist, als ein Trapez, der ein Theil von einem Dreyeck Isosceles ist, erscheine, welches Dreyeck seinen Sitz im Brennpunkte, und die Basis im Mittelpunkte hat.

GP sey ein Hohlspiegel, dessen Brennpunkt F und Mittelpunkt C ist; stehet das Parallelogramm ABDE, wie oben gesagt, so wird LMNO sein Bild seyn. Fig. 2.

Berühret in diesem Falle eine Seite dieses Parallelogramms, so senkrecht auf der Axe ist, den Mittelpunkt, und übrigens die Axe des Parallelogramms die Axe des Spiegels, so werden alsdenn das Parallelogramm und der Trapez, als ein einziges Planum, welches durch die Axe gehet, erscheinen.

Setzt man das Parallelogramm ABKI, dessen Seite KI durch den Mittelpunkt C gehet, so wird der Trapez IKON sein Bild seyn, welcher Trapez mit dem Parallelogramm als ein einziges verlängertes Planum ABKONIA scheinen wird.

Setzt man vor den Spiegel ein Dreyeck, Isosceles dergestalt, daß die Spitze im Brennpunkte, und die Basis zwischen dem Brenn- und Mittelpunkte, oder im Mittelpunkte selbst sey, so wird es sein

Bild weiter als vom Spiegel, und dem Mittelpunkte haben, und das Bild wird ein in der Länge unendliches Rectangulum seyn, mithin wird es unmöglich seyn, selbes ganz zu sehen; doch wird das Aug, wenn es weiter als der Mittelpunkt vom Spiegel steht, einen Theil von demselben sehen.

Es sey das Dreyeck Isocetes LMF ein Object, dessen Spitze und der Brennpunkt des Spiegels in dem Punkte E coincidiren, so wird sein Bild ein unendliches Rectangulum seyn, von welchem $ABDE$ ein Theil ist, welches von einem Auge, so in einem Punkte der Axe weiter vom Spiegel als die Seite AB steht, kann gesehen werden.

Stellet man einen Trapez vor einen Hohlspiegel so, daß dieser Trapeze einen Theil eines Dreyecks Isosceles ausmacht, dessen Spitze im Brennpunkte und die Basis im Mittelpunkte ist, so wird dieser Trapeze als ein rechtwinklichtes Parallelogramm vor dem Spiegel und weiter als der Mittelpunkt gesehen werden, wenn nur das Aug weiter vom Spiegel als das Bild steht.

$LMNO$ sey ein Trapeze, so dergestalt vor dem Spiegel steht, daß seine verlängerte Seiten MO , LN durch den Brennpunkt F gehen, so wird das Rectangulum $ABDE$ sein Bild seyn.

Stellet man ein rechtwinklichtes Parallelogramm vor den Spiegel zwischen dem Mittel- und Brennpunkte, so wird es als ein Trapeze, weiter als der Mittelpunkt vom Spiegel entfernt, gesehen werden, wenn nur das Aug weiter als dieses Bild vom Spiegel steht.

ST sey (fig. 3.) ein Hohlspiegel, dessen Brennpunkt F , und Mittelpunkt C ist; $EDKI$ sey ein Parallelogramm, welches auf gemeldete Art

Art vor dem Spiegel steht; so wird der Trapeze $ABDE$ sein Bild seyn, welches von einem, weiter als die Seite AB von dem Spiegel entfernten Auge gesehen wird.

Stellet man ein Trapeze vor einen Spiegel, weiter als der Mittelpunkt, so daß seine beyde gleichlaufende Seiten senkrecht auf der Ase stehen, und daß die beyden andern verlängert durch den Brennpunkt laufen, so wird er als ein rechtwinklichtes Parallelogramm zwischen dem Brenn- und Mittelpunkte gesehen werden, wenn das Aug weiter vom Spiegel als der Mittelpunkt entfernt ist.

Es sey der Trapeze $ABDE$ vor dem Spiegel ST so, daß seine verlängerte Seiten AE und BD durch den Brennpunkt F laufen, so wird das rechtwinklichte Parallelogramm $EDKI$ sein Bild seyn, welches ein über den Mittelpunkt C gestelltes Aug sehen kann.

Stellet man einen Trapeze zwischen den Brennpunkt und den Spiegel so, daß die verlängerte und nicht gleichlaufende Seiten durch den Brennpunkt laufen, so wird er hinter dem Spiegel als ein rechtwinklichtes Parallelogramm gesehen werden.

Es sey der Trapeze $VXLM$, dessen Seiten XM und VL , verlängert durch den Brennpunkt F laufen, so wird das Rectangulum $OPZY$ sein Bild seyn.

Ein Parallelogrammum Rectangulum zwischen dem Spiegel und dem Brennpunkte gesetzt, wird hinter dem nemlichen Spiegel gesehen als ein Trapeze, dessen verlängerte und nicht gleich laufende Seite durch den Mittelpunkt geht.

Man

Man sehe, wie oben gesagt, $GHML$ sey ein Rectangulum, so wird der Trapeze $OPRQ$, dessen verlängerte Seiten PR und OQ durch den Brennpunkt F laufen, sein Bild seyn, welches vor dem Spiegel gesehen wird.

Ein Dreyeck $Isoceles$, dessen Spitze den Brennpunkt berühret, und dessen Basis auf dem Spiegel stehet, wird als ein Rectangulum von unendlicher Länge hinter dem Spiegel gesehen.

LFM sey ein Dreyeck $Isoceles$, dessen Spitze und Brennpunkt des Spiegels im nemlichen Punkte F sind, und dessen Basis LM auf dem Spiegel ST stehet; so wird sein Bild ein Rectangulum von unendlicher Länge seyn, von welchem $OPZY$ ein Theil ist, welchen ein vor den Spiegel gesetztes Aug sehen kann.

Da ich sagte, daß das Bild eines Trapezes ein Parallelogramm, oder das Bild eines Parallelogramms ein Trapeze sey, verstund ich, daß die Seiten, so senkrecht auf der Aye sind, in diesen Bildern wahrhaft krumme Linien seyen; doch wenn die Seiten des Objects, welcher sie entgegen stehen, nicht gar groß sind, so sind die Seiten der Bilder merklich gerade Linien; sind aber die nemlichen Seiten des Objects sehr groß, so wird die Krümmung der Seiten des Bildes, welches selbe vorstellt, sehr merklich.

In diesem nemlichen Falle sind die Bilder der andern Seite des Objects wahrhaft gerade Linien. Macht die Aye der Objecte, das ist, der Rectangel, Triangel und Trapezen mit der Aye des Spiegels einen grossen Winkel in einem andern Punkte als in demjenigen, in welchem sie den Spiegel berühret, so werden die Bilder einigermaßen die nemlichen seyn, aber mit dem Unterschiede, daß sie keine flache
durch

durch gerade Linien eingeschlossene Oberflächen mehr seyn werden, sondern krumme und durch krumme Linien eingeschlossene Flächen; und diese Flächen, und Linien sind desto krümmner, je grösser der Winkel zwischen der Ase des Objects und je entfernter die Ase des Spiegels, und der Punkt, in welchem sie sich schneiden, von dem Spiegel seyn werden.

Das nemliche wird geschehen, und die Unrichtigkeiten der Krümmung der Bilder werden desto merklicher seyn, wenn die Ase dieser Objecte, und die Ase des Spiegels nicht im nemlichen Planum sind.

Corollarium.

Nach diesem kann man die Auflösung der folgenden Aufgaben vortragen.

1. Ein Object von einer flachen Figur gegeben, und in einem Ort vor einen hohlen Spiegel gestellt; die Gestalt seines Bildes, wie auch den Ort seiner Bildung zu finden.

2. Welche soll die Gestalt eines Objects seyn, damit, wenn es vor einen hohlen Spiegel gestellt wird, sein Bild der gegebenen Figur gleich und ganz ähnlich sey?

3. Ein Portrait, oder eine andere, auf einer Fläche gezeichnete Figur gegeben, selbe auf einer andern Fläche dergestalt verunstaltet, daß sie nicht mehr zu erkennen ist; wie ist es zu machen, daß sie, so verunstaltet vor einen Spiegel gehalten, doch dem Portrait oder der gegebenen Figur vollkommen ähnlich sey? Diese Aufgaben sind eigentlich die nemlichen, nur auf verschiedene Art ausgedrückt: die Auflösung ist nicht schwer.

Weitere Eigenschaften und Erscheinungen der hohlen sphärischen Spiegel.

Bisher habe ich die Objecte in den hohlen Spiegeln nur als Punkte, Linien, oder Flächen betrachtet; jetzt aber will ich selbe auch als Körper oder Soliden untersuchen, und zeigen, auf was für eine Art die Körper sich auch in andere Körper bey ihren Bildern verändern, nachdem sie vor diese Spiegel gehalten werden.

Wenn ein Prisma vor einem hohlen Spiegel weiter von ihm als der Mittelpunkt gestellt wird, so, daß die Axe des Prismas mit der Axe des Spiegels coincidirt, so wird das Aug, wenn es weiter als der Mittelpunkt vom Spiegel stehet, eine verkürzte Pyramide zwischen dem Mittel- und Brennpunkte sehen. Die größte Basis dieser Pyramide wird gegen den Mittelpunkt, und die kleinste gegen den Brennpunkt seyn.

ABDE sey ein Prisma vor dem hohlen Spiegel GP in der gedachten Stellung, so wird LMNO eine verkürzte Pyramide als sein Bild vorstellen, Fig. 2.

Wäre in diesem Falle das Prisma von einer unendlichen Länge, so wäre sein Bild eine wahre Pyramide, dessen Spitze in dem Brennpunkte F ist.

Stellet man auf diese nemliche Art einen Cylinder vor einen hohlen Spiegel, so wird er als ein abgekürzter Kegels gesehen werden; und wäre der Cylinder unendlich lang, so würde er gesehen, als ein wahrer Kegel, dessen Spitze im Brennpunkte wäre.

Gesezt,

Gesetzt, $ABDE$ stelle einen Cylinder vor, welcher auf gesagte Art vor einem hohlen Spiegel steht, so wird $LMNO$ den Kege, sein Bild zeigen.

Ein Prisma oder Cylinder, zwischen dem Mittel- und Brennpunkte eines hohlen Spiegels gesetzt, wird weiter von dem Spiegel als der Mittelpunkt, wie eine Pyramide oder wie ein abgekürzter Kege gesehen werden, wenn das Aug weiter vom Spiegel steht, als dieses Bild.

Gesetzt $EDKI$ stelle einen Cylinder oder ein Prisma vor dem hohlen Spiegel ST vor, dessen Mittelpunkt C und der Brennpunkt F ist; so wird $ABDE$ den Kege oder die abgekürzte Pyramide, sein Bild, vorstellen, und von einem Auge, welches in einem Punkte der Aye, so weiter von dem Spiegel als die Basis AB ist, steht, gesehen werden. Fig. 3.

Eine abgekürzte Pyramide, oder ein Kege zwischen dem Mittel- und Brennpunkte gesetzt, so daß ihre Aye mit der Aye des Spiegels coincidire, und ihre verlängerte Spitze in dem Brennpunkte sey, wird als ein Prisma oder Cylinder, weiter von dem Spiegel als der Brennpunkt gesehen, wenn das Aug weiter vom Spiegel als dieses Bild steht.

Gesetzt, $LMON$ stelle einen Kege, oder eine abgekürzte Pyramide vor dem hohlen Spiegel GF auf oben gedachte Art vor; alsdenn wird $ABDE$ das Bild vorstellen, welches als ein Cylinder, oder ein Prisma von einem Auge, welches in einem Punkte der Aye weiter vom Spiegel als die Basis AB steht, gesehen werden. Fig. 2.

Eine abgekürzte Pyramide oder ein Kege, weiter vom Spiegel als der Mittelpunkt entfernt, so, daß ihre Aye mit der Aye des Spiegels coincidire,

und ihre Spitze im Brennpunkte sey, wird als ein Prisma oder Cylinder zwischen dem Mittel- und Brennpunkte gesehen werden, wenn nur das Aug weiter vom Spiegel stehet, als der Mittelpunkt.

ABDE sey eine Pyramide oder ein abgekürzter Keg. dessen Spitze in dem Brennpunkte F ist; so wird EDKI ein Prisma oder einen Cylinder, sein Bild, vorstellen, welches ein Aug, so weiter als der Mittelpunkt stehet, sehen kann. Fig. 3.

Ein Prisma oder Cylinder zwischen dem Brennpunkte, und Spiegel wird hinter dem Spiegel als ein Keg. oder eine abgekürzte Pyramide gesehen werden. Fig. 3.

G H L M sey dieser Cylinder oder dieses Prisma: so wird O P R A einen Keg. oder eine Pyramide, so sein Bild ist, vorstellen.

Ein abgekürzter Keg. oder eine Pyramide zwischen dem Brennpunkt und dem Spiegel gesetzt, so, daß ihre Spitze im Brennpunkte sey, wird hinter dem Spiegel als ein Cylinder oder Prisma erscheinen.

V X M L sey ein Keg. oder eine Pyramide, deren Spitze im Brennpunkte F lieget; so wird O P Z Y den Cylinder oder das Prisma, so sein Bild ist, vorstellen.

Anmerkungen.

1. In diesen Fällen geschiehet es öfters, daß das Aug des Zuschauers nicht in die Axe des hohlen Spiegels gesetzt werden kann, oder wenn es auch in dieser stehet, es doch gesagte Bilder nicht sehen kann, wegen der Undurchsichtigkeit der Objecte, so zwischen ihm und dem

dem Bilde stehen; dieses verhindert aber nicht, dergleichen Erscheinungen bemerken zu können, wenn man nur macht, daß die Aye des Object's und die Aye des Bildes einen kleinen Winkel in dem Punkte des Spiegels, durch welchen die Aya gehen, ausmachen; alsdenn wird man die nemlichen Erscheinungen sehen, wenn nur das Aug in der verlängerten Aye des Bildes steht.

2. Wenn gedachte Objecte, nemlich die Prismata, Pyramiden, Cylinder, und Kegel vor die hohlen Spiegel gesetzt werden, so, daß ihre Aye mit der Aye des Spiegels einen grossen Winkel macht, in einem andern Punkte, entfernt von demjenigen, in welchem sie den Spiegel berührt; alsdenn wird man die Bilder sehen, welche man einigermaßen die nemlichen nennen kann, und man wird die nemlichen schon erklärten Erscheinungen bemerken; aber mit dem merklichen Unterschiede, daß die Bilder krumme Kegel, Cylinder, Prismata und Pyramiden, ich will sagen, daß ihre Seiten und Oberflächen krumme Linien seyn werden.

3. Das nemliche wird geschehen, wenn die Aye dieser Objecte und die Aye des Spiegels sich nicht schneiden, und in dem nemlichen Planum nicht entstanden sind.

4. In allen Fällen, wenn das Aug des Beobachters in dem nemlichen Orte ist, in welchem das Bild des Object's sich zeichnet, oder in einer sehr kleinen Entfernung von demselben, wird es das Object sehr vergrößert, aber nicht hell noch deutlich sehen; das Object wird den ganzen Spiegel einzunehmen scheinen, und ein Ganzes von einer erschrecklichen Grösse machen, aber so verworren, daß man nichts unterscheiden kann.

5. In allen Fällen, in welchen das Aug zwischen dem Bild und dem Spiegel ist, wird es ntemal das Bild vor, sondern allzeit hinter dem Spiegel sehen. Ist in diesem Falle das Aug sehr nahe an dem Bild, oder ist das Bild nicht gar weit von dem Spiegel entfernt, so ist die Vision confus, und desto confuser, je kleiner die Entfernung des Augs vom Bilde, und des Bildes vom Spiegel ist. Ist aber die Entfernung des Bildes vom Spiegel sehr groß, so kann es oft geschehen, das die Vision hell und deutlich, und desto deutlicher sey, je näher das Aug beym Spiegel ist.

6. Man muß noch wohl merken, daß in allen Fällen, in welchen das Bild in einer grossen Entfernung vom Spiegel sich zeichnet, ein Punkt zwischen dem Bild und dem Spiegel sey, in welchem, wenn man das Aug dahin setzt, die Vision anfängt hell und deutlich zu werden, und von welchem, wenn das Aug sich dem Spiegel nähert, das Bild deutlicher, hingegen aber, wenn sich das Aug dem Bilde nähert, und sich von diesem Punkte entfernt, die Vision beständig verworrener wird.

In diesem Falle können die Presbitten die Objecte deutlich sehen; diejenigen, so weder Presbitten noch Myopen sind, sondern ein vollkommenes Gesicht haben, können auch in diesem Falle die Objecte deutlich sehen, aber nicht so gut und nicht mit dem nemlichen Vortheile, wie die Presbitten; die Myopen können in diesem Falle keine Objecte deutlich sehen.

7. In allen Fällen, in welchen das Bild vor dem Spiegel ist, giebt es einen Punkt, welcher von dem Spiegel weiter als das Bild entfernt ist, aus welchem Punkte das Aug die Objecte anfängt umgekehrt zu sehen; nähert man sich dem Bilde, so wird die Vision confus;

fuß; sie wird aber deutlicher, wenn man sich entfernt, woraus folgt, daß in diesem Falle, um die Objecte deutlich zu sehen, die Presbitten weiter als die Myopen stehen müssen.

8. In allen Fällen, und in was immer für einem Orte das Object vor den Spiegel gesetzt ist, wird sein Bild der Länge nach umgekehrt seyn, das ist, der Theil des Objects, so am weitesten vom Auge entfernt ist, ist in dem Bilde der nächste, und derjenige Theil, welcher in dem Bilde der entfernteste ist, ist der nächste in dem Objecte.

Dieses Bild aber ist nicht allzeit umgekehrt seiner Breite nach; das ist, was in dem Objecte zur Rechten, ist in dem Bilde nicht allzeit zur Linken, und was in dem einen oben, ist nicht allzeit in dem andern unten; dieses geschieht nur im Falle, wenn das Object mehr vom Spiegel als sein natürlicher Brennpunkt entfernt ist, und in diesem Falle stehet das Aug selbst nur umgekehrt, wenn es weiter vom Spiegel, als das Bild stehet; alsdenn kann man sagen, das Bild ist völlig umgekehrt.

Einige Eigenschaften und Erscheinungen der sphärischen Hohlspiegel, wenn die Objecte, so ihnen vorgesetzt werden, in Bewegung sind.

Neben den Eigenschaften und Erscheinungen der sphärischen Hohlspiegel, welche von der Bewegung der Objecte, so man ihnen vorstellt, abhängen, und die wir schon erkläret haben, giebt es noch einige andere seltsame, welche ich jetzt erklären will.

Wenn wir uns einen Cylinder vor einem Hohlspiegel einbilden, dessen Axe mit der Axe des Spiegels einfällt, und weiter vom Spiegel

gel als der Mittelpunkt ist, und wenn sich ein Object auf der Oberfläche dieses Cylinders bewegt, und in seinem Durchlaufe eine gewisse Linie beschreibt, so wird in der nemlichen Zeit das Bild die Oberfläche eines Kegels durchgehen, dessen Spitze in dem Brennpunkte, und die Basis zwischen dem Brenn- und Mittelpunkte seyn wird.

Wenn wir uns das Object in einem Kegel einbilden, dessen Spitze in dem Brennpunkte, und die Basis im Mittelpunkte ist, und das in Bewegung gesetzte Object die Oberfläche dieses Kegels durchläuft, indem es eine Linie beschreibt, so wird das Bild eine andere Bewegung machen, durch welche es die Oberfläche eines Cylinders über dem Mittelpunkte durchlaufen wird.

Gesetzt, ein Cylinders sey zwischen dem Mittel- und dem Brennpunkte, und ein auf seine Oberfläche gesetztes Object durchlaufe selbe, und beschreibe eine gewisse Linie, so wird das Bild durch seine Bewegung die Oberfläche eines Kegels durchlaufen, dessen Spitze in dem Brennpunkte, und die Basis über dem Mittelpunkte seyn wird.

Bilden wir uns einen abgekürzten Kegel ein, dessen kleinste Basis durch den Mittelpunkt gehet, und die andere durch einen Punkt über die Ape hinaus, und ein Object, welches auf der Oberfläche stehet, durchlaufe eine gewisse Linie, so wird das Bild in der nemlichen Zeit die Oberfläche eines Cylinders zwischen dem Mittel- und Brennpunkte durchlaufen.

Wenn wir uns noch einen Cylinders einbilden zwischen dem Brennpunkte und dem Spiegel, und ein Object, welches auf seiner Oberfläche stehet, durchlaufe selbe, und beschreibe eine Linie, so wird das Bild durch seine Bewegung die Oberfläche eines Kegels durchlaufen, dessen

dessen Spitze in dem Brennpunkte, und die Basis hinter dem Spiegel seyn wird.

Setzen wir einen Kegel, dessen Spitze in dem Brennpunkte, und die Basis auf dem Spiegel ist, und ein Object, welches auf seiner Oberfläche stehet, durchlaufe selbe in einer gewissen Linie, so wird das Bild in der nemlichen Zeit die Oberfläche eines Cylinders hinter dem Spiegel durchlaufen.

A n m e r k u n g.

1mo. In allem, was ich bisher gesagt habe, verstehe ich allzeit, daß die Ase der Cylinder und Kegel, welche die Objecte und ihre Bilder durchlaufen, mit der Ase des Spiegels coincidiren.

2do. Was ich von den Bewegungen des Objects und des Bildes auf der Oberfläche der Cylinder und Kegel gesagt habe, kann man gleichfalls von den Prismaten und Pyramiden sagen, wenn selbe gleichsam vor die Spiegel gesetzt sind, während als die Objecte sich auf ihrer Oberfläche bewegen.

3tio. Ueber diese Bewegungen kann man folgende Aufgabe machen. Man gebe die Linie, welche das Object auf der Oberfläche eines Kegels oder Cylinders vor einem Hohlspiegel durchläuft, und beschreibe diejenige, welche das Object auf der Oberfläche des entgegen stehenden Cylinders oder Kegels durchläuft.

4to. Die Anwendung desjenigen, was ich bisher gesagt habe, kann die Ausübung einer Menge von Seltenheiten und neuen Erfindungen erleichtern, welche man vermöge der sphärischen Hohlspiegel machen kann.

5to. Diese Hohlspiegel haben noch viele andere Eigenschaften und wunderbare Erscheinungen, von welchen ich keine Meldung gemacht habe. Ich bin nicht so verwegen, mir einzubilden, diese Materie erschöpft zu haben; doch glaube ich, daß ich meinen Entzweck erreicht habe.



§. III.

Nach Erläuterung der Eigenschaften der Hohlspiegel, scheint es natürlich zu seyn, zu der Untersuchung der Eigenschaften der erhabenen Spiegel zu schreiten. Diese sind nicht weniger wunderbar und seltsam. Sie machen den Gegenstand des zweyten Theils aus.

Zweiter Theil.

Wenn ein Object vor einem sphärischen erhabenen Spiegel steht, so wird es allzeit hinter diesem Spiegel gesehen, und der Ort in welchem es gesehen wird, ist beständig zwischen seiner Oberfläche und dem vierten Theile des Durchmessers der Kugel, von welchem dieser Spiegel ein Theil ist.

Doch muß man merken, daß es einen Fall giebt, in welchem ein Object vor einem erhabenen Spiegel schreg stehend, von einem Auge, welches auf der Gegenseite steht, gesehen werden kann.

Ein Object vor einem erhabenen Spiegel ist allzeit kleiner, als wenn man selbes mit freyen Augen siehet; man siehet es desto kleiner, je weiter es vom Spiegel steht, oder je weiter sich das Aug vom
Spie.

Spiegel ziehet. Im ersten Falle muß das Aug unbeweglich bleiben, und im zweyten das Object.

Nähert sich das Object dem Spiegel, so wird sich das Bild auch nähern; entfernt sich das Object, so wird sich das Bild auch entfernen.

Berührt das Object den Spiegel, so wird das Bild ihn auch berühren; und in diesem Falle wird das Bild dem Objecte gleich seyn.

So groß die Entfernung des Objects vom Spiegel ist, wäre sie auch unendlich, so kann doch die Entfernung des Bildes vom Spiegel niemals grösser seyn, als der vierte Theil des Durchmessers.

Gesetzt, das Object berühre den Spiegel, und es durchlaufe von da einen unendlichen Raum, so wird das Bild nur den kleinen Weg zwischen der Oberfläche, und dem vierten Theil des Durchmessers machen.

Während als das Object diesen unendlichen Raum durchläuft, wird das Bild nach und nach alle mögliche Grade der Kleinheit durchgehen, bis es unendlich klein wird, und dieß geschiehet im Punkte des Vierteldurchmessers.

Das Bild eines Objects vor einem erhabenen Spiegel ist niemals umgekehrt; mithin siehet man beständig das Object in seiner natürlichen Stellung.

Die Entfernung eines Objects von einem erhabenen Spiegel, vor welchem es steht, ist allzeit grösser als die Entfernung des Bildes vom nemlichen Spiegel, den einzigen Fall der Berührung ausgenommen.

Die Entfernung des Bildes vom Mittelpunkte des erhabenen Spiegels ist allzeit grösser, als seine Entfernung vom Spiegel, den einzigen Fall ausgenommen, in welchem das Object in einer unendlichen Entfernung wäre.

Die nemliche Entfernung des Bildes vom Mittelpunkte ist beständig grösser als der Vierteldurchmesser, ausgenommen im Falle der unendlichen Entfernung des Objects.

In allen Fällen von welchen wir Meldung gethan, sind die Stralen, welche von dem nemlichen Punkte auf den Spiegel fallen, von einander laufend; doch kann es geschehen, daß selbe auf dem Spiegel zusammen laufen, besonders, wenn sie auf den Spiegel fallen, nachdem sie von einem Hohlspiegel durch eine erhabene Linse refringirt sind; der Ort, in welchem diese verlängerten Stralen sich in der hinter dem Spiegel verlängerten Axe versammeln, ist der Ort des Bildes des Objects, welches wir für das Object selbst nehmen werden. In diesem Sinne verstehe ich es, wenn ich in der Folge sagen werde, daß das Object hinter dem Spiegel sey.

Ist also das Object hinter dem erhabenen Spiegel, so kann das Bild bald vor, bald hinter dem Spiegel erscheinen. Es wird bald grösser bald kleiner seyn als das Object.

Während als das Object, so von dem Berührungspunkte kömmt, hinter dem erhabenen Spiegel den kleinen Raum der Axe zwischen der Oberfläche und dem natürlichen Brennpunkte durchläuft, wird das Bild in der nemlichen Zeit einen unendlichen Raum vor dem Spiegel durchlaufen.

In diesem Falle ist das Bild allzeit grösser als das Object, und ein Aug, so weiter vom Spiegel ist, als dieses Bild, wird selbes vor dem Spiegel vergrößert und umgekehrt sehen: ist aber das Aug zwischen dem Bild und dem Spiegel, so wird das Object hinter dem Spiegel in seiner natürlichen Stellung gesehen werden.

Nähert sich in diesem Falle das Object dem Spiegel, so wird das Bild sich auch nähern; entfernt sich das Object, wird sich das Bild auch entfernen.

Stehet das Object hinter dem Spiegel zwischen seinem Brenn- und Mittelpunkte, so wird das Bild beständig hinter dem Spiegel seyn, über den Mittelpunkt hinaus, und beständig grösser als das Object.

Entfernet sich in diesem Falle das Object vom Spiegel, so wird das Bild sich ihm nähern; nähert sich aber das Object, so wird das Bild sich von ihm entfernen.

Während als das Object zween gleiche Räume hinter dem Spiegel durchläuft, einen von der Oberfläche bis zum Brennpunkte, und den andern vom Brennpunkte bis zum Mittelpunkte, so wird das Bild zween unendliche Räume in einer entgegengesetzten Stellung durchlaufen, einen vor dem Spiegel, wenn seine Grösse sich beständig vermehrt, von der Gleichheit mit dem durch den Spiegel berührten Object bis zum Unendlichen, den andern hinter dem Spiegel von einer unendlichen Entfernung anzufangen, bis es zum Mittelpunkte gereicht; in diesem letzten Raume vermindert sich beständig die Grösse des Bildes vom Unendlichen an bis zur Gleichheit mit dem Objecte, wenn das Bild im Mittelpunkte ist.

366 Abhandlung von den Haupteigenschaften

Wenn das Object hinter dem Spiegel über den Mittelpunkt hinaus steht, so wird das Bild beständig zwischen dem Mittel- und Brennpunkte, und allzeit kleiner als das Object, und desto kleiner seyn, je näher es am Brennpunkte ist.

Entfernet sich in diesem Falle das Object vom Spiegel, so wird das Bild sich nähern; nähert sich das Object, so wird sich das Bild entfernen.

Erklärung über andere Eigenschaften und Erscheinungen der sphärischen erhabenen Spiegel.

In den sphärischen erhabenen Spiegeln kann man auf einmal mehrere Objecte sehen, als in den hohlen und glatten Spiegeln.

Ist der erhabene Spiegel eine ganze oder halbe Kugel, so wird man auf einmal alle Objecte sehen, welche vor ihm oder auf seiner Seite stehen, sowohl die nahe, als die weit entfernte; sie werden alle erscheinen, als wenn sie alle im Innern des Spiegels wären.

Durch die erhabenen Spiegel kann den Kurzsichtigen geholfen werden; dieses erreicht man, wenn man macht, daß die Strahlen so von dem Objecte kommen, mehr von einander laufend in das Aug fallen; dieses geschiehet aber, wenn man die Objecte mit einem erhabenen Spiegel betrachtet, dessen Convexität dem Mangel des Auges, welchem man helfen will, verhältnißmäßig ist.

Da

Da die erhabenen Spiegel durch die Reflexion die nemliche Wirkung haben, wie die hohlen durch die Refraction, so können sie in vielen Umständen den Presbitten nützlich seyn.

Ein erhabener Spiegel, welcher den Stralen der Sonne vorgehalten wird, kann kein Feuer hervorbringen.

Erklärung über die Eigenschaften und Erscheinungen der sphärischen converen Spiegel, wenn die vorgestellten Objecte in Bewegung sind.

Bewegt sich ein Object vor einem sphärischen erhabenen Spiegel nach der Länge der Axe durch eine gleichförmige Bewegung gegen den Spiegel, so wird das Bild auch gegen den Spiegel gehen, aber mit einer geschwinden Bewegung. Entfernt sich aber das Object vom Spiegel mit einer gleichförmigen Bewegung, so wird sich auch das Bild, aber durch eine langsame Bewegung, von ihm entfernen.

Entfernet sich aber das nemliche Bild vom Spiegel durch eine gleichförmige Bewegung, so wird diese Bewegung die Wirkung einer geschwinden Bewegung des Objects seyn, durch welche es sich von dem Spiegel entfernt. Bewegt sich aber das Bild gegen den Spiegel mit einer gleichförmigen Bewegung, so wird diese Bewegung durch die langsame Bewegung des Objects, durch welches es sich dem Spiegel nähert, verursacht.

In allen diesen Fällen ist die Bewegung des Objects allzeit größer, als die Bewegung des Bildes. So groß die Geschwindigkeit der Bewegung des Objects seyn mag, so groß auch der Raum ist, welchen es durch

durchläuft, so wird doch das Bild aus dem kleinen Raum zwischen der Oberfläche und dem Brennpunkte des Spiegels treten.

Hieraus folgt, daß die Bewegung des Objects und des Bildes niemals gleichförmig seyn können; es kann aber geschehen, daß beyde geschwind oder langsam sind, oder eine geschwind und die andere langsam.

Gesezt der Theil der Ase zwischen der Oberfläche des erhabenen Spiegels und seinem Brennpunkte sey in eine gewisse Zahl gleicher oder ungleicher Theile getheilet, vom Brennpunkte angefangen bis zu der Oberfläche; so wird das Bild den ersten dieser Theile, so klein als er seyn mag, niemals durchlaufen können, weder durch seine Bewegung zum Spiegel, noch durch die Bewegung seiner Entfernung von ihm, ohne daß in der nemlichen Zeit das Object mit einer unendlichen Geschwindigkeit einen unendlichen Raum durchlaufe. Obschon das Bild alle andere Theile durchläuft, so wird doch das Object nur einen endlichen und bestimmten Raum vor dem Spiegel durchlaufen.

Steht das Object in einer gewissen Entfernung vom Spiegel, und bewegt sich nicht nach der Länge der Ase, sondern entfernt oder nähert sich zu ihm, und beschreibt einen Zirkelbogen, dessen Mittelpunkt der nemliche ist, wie der Mittelpunkt der Kugel, von welchem der Spiegel einen Theil macht; so wird das Bild durch seine Bewegung einen andern Bogen durchlaufen, dessen Mittelpunkt auch der Mittelpunkt des Spiegels ist, und diese beyden Bewegungen richten sich gegen die nemliche Seite der Ase.

Diese beyden Bögen können unmöglich zum nemlichen Zirkel gehören, es sey denn, daß das Object die Oberfläche des Spiegels selbst durch-

durchlaufe; doch sind diese zween Bögen beständig ähnlich, so sind es auch die Bewegung des Objects und die Bewegung des Bildes; ich will sagen, sie werden beyde gleichförmig, geschwind, oder langsam seyn.

In diesem Falle werden die Geschwindigkeiten des Objects und des Bildes unter sich seyn, wie die Entfernungen des Spiegels vom Objecte und vom Bild. Die Räume welche sie durchlaufen, sind auch in dem nemlichen Verhältnisse. In diesem Falle wird die Bewegung des Objects beständig grösser seyn, als die Bewegung des Bildes; es sey denn, daß das Object die Oberfläche des Spiegels selbst durchlaufe.

Entfernt sich das Object durch seine Bewegung, oder nähert es sich der Axe, und durchläuft eine andere, von einem Bogen unterschiedene Linie, deren Mittelpunkt der Mittelpunkt des Spiegels ist; so wird sich auch das Bild durch seine Bewegung von der nemlichen Axe entfernen, oder sich ihr auf der nemlichen Seite, wo das Object ist, nähern, und am Ende ihrer Bewegung werden die Entfernungen des Objects und des Bildes von der Axe sich verhalten, wie die Entfernungen des Objects und des Bildes vom Spiegel, oder wie ihre Entfernungen vom Mittelpunkte.

Man stelle sich ein Planum vor, welches senkrecht auf der Axe eines erhabenen sphärischen Spiegels ist, und beschreibe aus dem Punkte, in welchem dieses Planum die Axe durchschneidet, als dem Mittelpunkte, auf diesem Planum einen Zirkel; durchläuft nun ein Object durch seine Bewegung den Umkreis dieses Zirkels, so wird das Bild durch seine Bewegung einen andern Kreis durchlaufen, welcher auch auf einem Planum, so senkrecht auf der Axe ist, seyn wird. Diese bey-

de Plana können niemal einfallen, auch niemal vom Spiegel gleich entfernt seyn, es sey denn, daß das Object die Oberfläche berühre.

In diesem Falle wird der Zirkel, welchen das Bild durch seine Bewegung beschreiben wird, allzeit kleiner seyn, als derjenige, welchen das Object durch seine Bewegung durchläuft. Woraus folgt, daß die Bewegung des Objects allzeit größer ist, als die Bewegung seines Bildes; den einzigen Fall ausgenommen, in welchem das Object die Oberfläche selbst durchläuft. Diese Bewegungen werden beständig ähnlich seyn, das ist, beyde geschwind, langsam, oder gleichförmig.

Stehet das Object auf einem Planum, welches senkrecht auf der Axe eines erhabenen Spiegels ist, bewege es sich auf diesem Planum, und durchläuft eine krumme oder gerade Linie, welche von dem Umkreise eines Zirkels unterschieden, und dessen Mittelpunkt in der Axe ist; so wird das Bild durch seine Bewegung eine andere Linie durchlaufen, welche nicht auf einem Planum, so senkrecht auf der Axe ist, sondern auf einer krummen Oberfläche seyn wird.

Bilden wir uns eine sphärische Oberfläche ein, welche die Axe eines erhabenen Spiegels durchschneidet, und dessen Mittelpunkt der Mittelpunkt des Spiegels selbst ist: und das auf dieser Fläche stehende Object durchlaufe selbe, und beschreibe durch seine Bewegung eine gewisse Linie, so wird das Bild durch seine Bewegung in der nemlichen Zeit eine andere sphärische Oberfläche durchlaufen, welche mit derjenigen, so das Object durchläuft, concentrisch ist, und wird auf selber eine Linie beschreiben, welche der andern, so das Object beschreibt, ähnlich ist. Diese beyden Oberflächen können niemal ein Theil der nemlichen Kugel seyn, den einzigen Fall ausgenommen, in welchem das Object die Oberfläche des Spiegels selbst durchläuft.

Die

Die Bewegungen des Objects und des Spiegels werden beständig ähnlich seyn; die Räume, welche sie durchlaufen, werden mit ihren Entfernungen vom Spiegel oder vom Mittelpunkte proportionirt seyn. Die Bewegung des Objects wird grösser seyn, als die Bewegung des Bildes, es sey denn, daß das Object die Oberfläche selbst durchlaufe.

Man bilde sich eine andere Oberfläche ein, welche senkrecht auf der Aye, und von der gemeldeten Oberfläche unterschieden ist, auf dieser bewege sich das Object; so wird die Bewegung des Bildes nicht auf einer Oberfläche seyn, welche derjenigen, auf welcher das Object sich bewegt, ähnlich ist; es sey denn, daß das Object einen Birkelbogen um die Aye herum beschreibe.

Erklärung über andere Erscheinungen und Eigenschaften der erhabenen Spiegel die reflectirten Objecte betreffend.

Stellet man vor einen erhabenen Spiegel einen dünnen Faden, dergestalt, daß er mit der Aye coincideirt, so wird so lang als dieser Faden seyn mag, doch sein Bild, welches hinter dem Spiegel gesehen wird, die Länge des Vierteldurchmessers der Kugel, von welcher der Spiegel ein Stück ist, niemals erreichen.

Eine gerade, der Aye eines erhabenen Spiegels gleichlaufende Linie, wird hinter seiner Oberfläche als eine gerade Linie erscheinen.

Eine gerade, auf der Aye schief liegende Linie, welche aber verlängert durch den Brennpunkt gehet, wird auch hinter dem Spiegel als eine gerade Linie gesehen werden.

Eine gerade mit der Aye nicht gleich laufende Linie, welche nicht verlängert durch den Brennpunkt gehet, wird beständig als eine krumme Linie gesehen werden.

Woraus folgt, daß in den sphärischen erhabenen Spiegeln das Bild einer krummen Linie eine gerade Linie seyn kann: Desgleichen das Bild einer geraden Linie eine krumme.

Ein rechtwinklichtes Parallelogram vor einem erhabenen Spiegel wird hinter dem Spiegel zwischen der Oberfläche und dem Brennpunkte als ein Trapeze erscheinen; die grössere der zwei gleichlaufende Seiten dieses Trapezes wird die nächste an der Oberfläche seyn, und die kleinste die entfernteste. Wäre dieses Parallelogram unendlich in seiner Länge, so würde sein Bild ein Dreyeck Isosceles seyn, dessen Spitze in dem Brennpunkte ist.

Stellet man vor einen sphärischen erhabenen Spiegel einen Trapeze, dessen beyde, nicht gleichlaufende Seiten verlängert durch den Brennpunkt gehen, so wird dieser Trapeze als ein rechtwinklichtes Parallelogramm gesehen werden. Berühret der Trapeze so wohl als das Parallelogramm den erhabenen Spiegel, vor welchem sie stehen, und ihre Ayen coincidiren mit der Aye des Spiegels, so werden das Object und das Bild erscheinen, als wären sie ein einziges verlängertes Planum.

Ist der Spiegel eine ganze Kugel, um welche ein zirkularisches Band gewunden wird, dessen Ende zween Kreise sind, von welchen einer dem grossen Zirkel der Kugel gleich ist, der andere aber groß nach Belieben, so daß der Mittelpunkt dieser Kreise in dem Mittelpunkte des Spiegels ist; so klein alsdenn diese Kugel, und so groß
das

das zirkularische Band seyn mag, auch unendlich groß; so wird sein ganzes Bild in einem andern zirkularischen Bande im innern Theile der Kugel eingeschlossen seyn; dieses Band wird durch zweien Kreise beschränkt, der halbe Durchmesser des größern wird der Durchmesser der Kugel selbst seyn, und der halbe Durchmesser des kleinern wird größer, oder auf das höchste, dem Vierteldurchmesser der Kugel gleich seyn.

Woraus folgt, daß, wenn ein erhabener Spiegel eine ganze Kugel ist, die drey Viertel der Oberfläche seines größten Zirkels, so klein diese Kugel seyn mag, dem Bilde des Objects, dessen Oberfläche unendlich ist, gleich seyn können.

Stellet man ein Prisma oder einen Cylinder vor einen erhabenen Spiegel, so, daß ihre Aze mit der Aze des Spiegels coincidire, so werden sie hinter dem Spiegel zwischen seiner Oberfläche und dem Brennpunkte als eine abgekürzte Pyramide oder ein abgekürzter Kegels gesehen, dessen größere Basis nahe am Spiegel und die kleinere entfernter seyn wird. Wäre das Prisma oder der Cylinder von einer unendlichen Länge, so würde das Bild eine wahre Pyramide, oder ein wahrer Kegel seyn, dessen Spitze in dem Brennpunkte ist.

Stellet man eine abgekürzte Pyramide, oder einen abgekürzten Kegel vor einen erhabenen Spiegel, dergestalt, daß ihre Spitze im Brennpunkte sey, so wird man selbe als ein Prisma oder als einen Cylinder sehen. In allen diesen Fällen sind die Bilder ihrer Länge nach umgekehrt, und niemals anders.

Stehet das Object außer der Aze, und bewege sich auf einer geraden der Aze gleichlaufenden Linie, oder auf einer auf der nemlichen

lichen Aze schief liegenden Linie, welche verlängert durch den Brennpunkt läuft, so wird das Bild durch seine Bewegung eine andere gerade Linie beschreiben.

Durchläuft das Object durch seine Bewegung eine andere gerade Linie, welche eine andere Richtung hat, als die zwei obengemeldete Linien, so wird das Bild durch seine Bewegung eine krumme Linie beständig durchlaufen.

Betrachtet man eine gerade, mit der Aze eines erhabenen sphärischen Spiegels gleichlaufende Linie als ein Object, welches sich um seine Aze herum bewegt, und in seiner Bewegung der Aze beständig gleichlaufend, und in der nemlichen Entfernung bleibt, so wird sie durch ihre Bewegung die Oberfläche eines Cylinders beschreiben, und die gerade Linie, ihr Bild, wird in der nemlichen Zeit durch ihre Bewegung einen Kezel um die nemliche Aze herum hinter dem Spiegel beschreiben.

Betrachtet man eine gerade Linie als ein Object, welches vor einem erhabenen Spiegel steht, dergestalt, daß selbe mit der Aze nicht gleichlaufend sey, aber in dem Spiegel verlängert durch den Brennpunkt gehe, und durch ihre Bewegung um die Aze herum die Oberfläche eines Kegels beschreibe, dessen Spitze in dem Brennpunkte ist, so wird ihr Bild, welches eine gerade Linie ist, durch seine Bewegung um die Aze herum die Oberfläche eines Cylinders hinter dem Spiegel beschreiben.

Wenn wir uns einen Cylinder vor einem erhabenen Spiegel einbilden, dessen Aze mit der Aze des Spiegels coincidirt, und dann setzen, ein Object stehe auf der Oberfläche dieses Cylinders, durchlaufe selbe
und

und beschreibe eine gewisse Linie; so wird das Bild durch seine Bewegung die Oberfläche eines Kegels hinter dem Spiegel beschreiben, dessen Spitze im Brennpunkte seyn wird.

Wenn wir uns vor einem erhabenen Spiegel einen abgekürzten Kegel einbilden, dessen Spitze im Brennpunkte, und dann sehen, ein Object stehe auf seiner Oberfläche, durchlaufe sie, und beschreibe eine Linie, so wird das Bild durch seine Bewegung die Oberfläche eines Cylinders hinter dem Spiegel zwischen seiner Oberfläche und dem Brennpunkte beschreiben.



§. IV.

Was die sphärischen hohlen und erhabenen Spiegel durch die Reflexion der Strahlen, welche auf ihre Oberflächen fallen, thun, das thun auch die sphärischen hohlen und erhabenen Linsen durch die Refraction der Strahlen, welche sie durchdringen; also ist es natürlich, daß, nachdem wir die Eigenschaften und Erscheinungen der Reflexion in den sphärischen Spiegeln durchsucht haben, wir auch die Wirkungen der Refraction in den sphärischen gläsernen Linsen vorstellen.

Dritter Theil.

Um mich wohl verständlich zu machen, muß ich folgende Erklärung voraussetzen.

1. Wenn ich sage, ein Object stehe hinter einer Linse oder einem erhabenen Glase, so verstehe ich, daß die Linse zwischen dem Objecte

Objecte, und dem Auge ist, und daß das nemliche Object vor der Linse, stehet, wenn es zwischen der Linse und dem Auge ist.

2. Desgleichen, wenn ich sage, das Bild ist vor der Linse, so verstehe ich, daß es zwischen der Linse und dem Auge, oder auf der Seite des Auges ist. Es ist aber hinter der Linse, wenn es auf der andern Seite so steht, daß die Linse zwischen dem Bilde und dem Auge ist.

3. Nimmt man in der Aye einer Linse einen Punkt an, welcher von ihr noch einmal so weit entfernt ist, als die Entfernung dieser Linse zu ihrem Brennpunkte, so nenne ich diesen Punkt, den Mittelpunkt der Linse.

4. Diesen Punkt nenne ich den Mittelpunkt der Refraction.

5. Gleichwie man in allen gläsernen sphärischen Linsen einen natürlichen Brennpunkt betrachten kann, welcher vorne ist, und einen andern hinten, welche beyde gleichfalls von der Linse entfernt sind, so werde ich auch sagen, daß eine jede Linse zween bestimmte Brennpunkte, und zween Refraktionsmittelpunkte, einen vorne, und den andern hinten habe.

6. Wenn ich sage, daß ein Object im Mittelpunkte und hinter der Linse ist, so verstehe ich, daß es im Refraktionsmittelpunkte sey, welcher hinter der Linse ist, und sage ich, das Object nähere sich dem Mittelpunkte, oder entferne sich von demselben, so verstehe ich allzeit den nemlichen Refraktionsmittelpunkt hinter der Linse; sage ich, das Bild sey im Mittelpunkte, es nähere sich demselben, oder entferne sich davon, so verstehe ich den andern Refraktionsmittelpunkt, welcher vor der Linse ist.

7. Die

7 Die Ursache, warum ich diese zween Punkte, welche von der Linse zweymal die Distanz der nemlichen Linse zu ihrem Brennpunkte entfernt sind, die Mittelpunkte der Linse nenne, ist, weil diese zween Punkte in den Linsen eine ähnliche Eigenschaft haben, wie die Eigenschaft des Mittelpunkts in dem hohlen und erhabenen Spiegel. Alle Stralen, welche in diesem Spiegel vom Mittelpunkte kommen, oder sich gegen den Mittelpunkt richten, gehen nach der Reflexion wiederum zum Mittelpunkte zurück, oder richten sich gegen den nemlichen Mittelpunkt. In den Linsen versammeln sich die Stralen, welche von einem Refraktionsmittelpunkte kommen, oder gegen diesen Mittelpunkt gerichtet sind, nach der Refraction im andern Mittelpunkte, oder richten sich gegen denselben.

8. Durch erhabene Linsen verstehe ich nicht allein diejenigen, welche auf beyden Seiten erhaben sind, sondern auch die flach erhabenen, und alle Meniscos, welche einen wahren Refraktionsbrennpunkt haben.

Um alle Zweydeutigkeit zu vermeiden, ist es nothwendig, sich diese Erklärungen wohl zu merken.

Haupterscheinungen in den erhabenen Linsen.

Stehet ein Object hinter einer erhabenen Linse in einer unendlichen Entfernung, so, daß die Stralen, welche von dem nemlichen Punkte kommen, unter sich merklich gleichlaufend sind, so wird sein Bild vor der Linse im natürlichen Brennpunkte gesehen werden.

Ist in diesem Falle das Aug des Zuschauers weiter von der Linse entfernt, als das Bild, so wird das Object in dem Brennpunkte selbst vor der Linse gesehen, als wenn es in der Luft und umgekehrt hänge;

ge; ist aber das Aug zwischen dem Bild und der Linse, so wird das Object hinten und in seiner natürlichen Stellung erscheinen. Nähert sich das Object, so wird sich das Bild von der Linse entfernen; entfernt sich das Object, so wird sich das Bild der Linse nähern.

Obwohl sich aber das Object der Linse nähert, indem es einen unendlichen Raum durchläuft von seiner größten Entfernung an bis zum Mittelpunkte, so wird sich doch das Bild von demselben nur um den kleinen Raum entfernen, welcher zwischen dem Brenn- und Mittelpunkte ist.

So lang das Object von der Linse weiter entfernt bleibt, als der Mittelpunkt, wird das Bild immer kleiner seyn, als das Object, und um so kleiner, je weiter das Object entfernt ist.

Ist das Object im Mittelpunkte, so wird auch das Bild auf seiner Seite im Mittelpunkte seyn, das Bild aber ist umgekehrt; in diesem Falle sind das Object und das Bild gleich.

Kommt das Object vom Mittelpunkte, und gehet nach und nach durch alle mögliche Stufen der Entfernung von der Linse bis zum Unendlichen, so wird auch das Bild alle mögliche Stufen der Kleinheit durchlaufen, bis es unendlich klein wird; ist das Object in einer unendlichen Entfernung, so findet sich das Bild im Brennpunkte.

In was für einem Punkte der Ase sich das Object hinter der Linse immer befindet, so kann es doch ein Aug, welches in einem andern Punkte der Ase vor der nemlichen Linse stehet, allzeit sehen.

Nähert sich das in den Mittelpunkt gesetzte Object der Linse, so wird das Bild auf seiner Seite von der Linse weiter entfernt seyn, als der Mittelpunkt.

Wäh,

Während das Object den kleinen Raum vom Mittel- zum Brennpunkte hinter der Linse durchlaufen wird, wird auch das Bild einen unendlichen Raum durchlaufen, und von dem vordern Mittelpunkte der Linse sich entfernen; in diesem unendlichen Weg bekommt es alle mögliche Stufen der Grösse, von der Gleichheit an, wenn das Object im Mittelpunkte ist, bis zur unendlichen Grösse, wenn es im Brennpunkte ist.

So lange das Object zwischen dem Mittel- und Brennpunkte steht, wird das Bild allzeit grösser als das Object und umgekehrt seyn: ist das Aug weiter vom Spiegel entfernt, als das Bild, so wird selbes als in der Luft hangend, umgekehrt und vor der Linse, und im nemlichen Orte, in welchem es sich bildet, gesehen. Ist aber das Aug, zwischen dem Bild und der Linse, so wird das Object hinten und in seiner natürlichen Stellung erscheinen.

Nähert sich das Object im hintern Brennpunkte der Linse, so wird das Bild auf einmal hinter der Linse seyn.

Nähert sich das Object zwischen dem Brennpunkte und der Linse zu selber, so wird das Bild sich auch zu ihr nähern; entfernt es sich, so wird sich das Bild auch entfernen.

In diesem Falle wird das Bild allezeit grösser seyn, als das Object, ausgenommen im Falle der Berührung, das ist, berührt das Object die Linse, so wird das Bild sie auch berühren, und das Object und das Bild werden gleich seyn. Stehet in diesem Falle das Aug vor der Linse, so wird es das Object hinten und in seiner natürlichen Stellung sehen.

Während das Object aus dem hintern Brennpunkte der Linse den kleinen Raum zwischen diesem nemlichen Brennpunkte, und der Linse durchläuft, wird das Bild in der nemlichen Zeit einen unendlichen Raum auch hinter der Linse von seiner größten Entfernung an bis zum Punkte der Berührung durchlaufen,

In diesem unendlichen Wege wird sich das Bild beständig verkleinern, und anstatt unendlich groß zu seyn, wie es in seiner größten Entfernung war, da das Object im Brennpunkte stand, wird es durch alle Stufen der Zwischengrößen gehen, bis zur Gleichheit, wenn es die Linse berühret.

Es ist weltbekant, daß vermög dieser erhabenen Linsen dem Mangel derjenigen, welche nur in die Entfernung deutlich sehen, abgeholfen werde; denn durch diese Linsen fallen die Stralen, welche von dem Objecte von einander laufend kommen, weniger auseinanderlaufend in das Aug, wodurch dem Mangel des Gesichts abgeholfen wird.

Vermög dieser Linsen kann man auch dem Mangel derjenigen, welche nur in der Nähe sehen, abhelfen; man stelle nur das Aug weiter von der Linse als von dem Brennpunkte, so werden die Stralen, welche von dem Objecte kommen, mehr zusammenlaufend in das Aug fallen; mithin ist diesem Mangel auch abgeholfen. Ob man schon in in diesem Falle das Object umgekehrt sieht, so ist es doch besser selbes umgekehrt, und deutlich, als gerade und verworren zu sehen.

Hält man die erhabenen Linsen vor die Stralen der Sonne, oder vor einen anderen leuchtenden und brennenden Körper, so bringen sie Feuer hervor in dem Orte des Bildes der Sonne.

Die

Die genaueste Theorie beweiset, daß, wenn man durch erhabene Linsen Objecte betrachtet, welche Höhlen oder Erhebungen in sich haben, die Höhlen als Höhlen, und die Erhebungen als Erhebungen erscheinen müssen; die allgemeine Erfahrung stimmt mit dieser Theorie vollkommen überein; doch geschieht oft das Gegentheil; wider die Theorie und die tägliche Erfahrung sieht man durch erhabene Linsen, was tief ist, sich erheben, und was erhaben ist, sich vertiefen.

Es scheint, als wollte die Natur uns gegen alle unsere Kenntnisse misstrauisch machen, um uns zu lehren, daß die Gränzen des menschlichen Verstandes in der Wissenschaft der Ursachen und der Wirkungen sehr eingeschränkt seyn, und zwar mehr eingeschränkt, als wir glauben. Herr Joblot in seinem Buche *Description de plusieurs nouveaux microscopes* gedruckt 1712 führet solche Erscheinungen mit allen ihren Umständen an; die Ursachen dieser wunderbaren Erscheinungen sind von einer Menge Naturkündiger untersucht, aber bisher noch nicht unumstößlich bewiesen worden; ich werde mich auch nicht unterfangen weiter zu schreiten als diese gelehrten Männer. Was ich hierüber zu sagen hätte, scheint mir selbst weder ganz richtig noch befriedigend.

Einige Eigenschaften und Erscheinungen der erhabenen Linsen, wenn die Objecte in Bewegung sind.

Bewegt sich ein Object hinter der Linse zwischen dem Refraktionsmittel und dem Brennpunkte nach der Länge der Axe, indem es sich der Linse nähert oder sich von selber entfernt, ohne den Raum zwischen dem Mittel und Brennpunkte zu betreten, so wird das Bild vor der Linse eine andere Bewegung machen, durch welche es sich der Linse nähern wird, wenn das Object sich von selber entfernt; und sich entfernen, wenn das Object sich nähert.

Ist das Object im Mittelpunkte, und bewegt sich gleichförmig bis zum Brennpunkte, so wird die Bewegung des Bildes accelerirt seyn; bewegt sich aber das Object gleichförmig vom Brenn- bis zum Mittelpunkte, so wird die Bewegung des Bildes langsam seyn.

Bewegt sich das zwischen den Brennpunkt und die Linse gesetzte Object, nähert oder entfernt es sich von der Linse, ohne aus dem Raum zwischen der Linse und dem Brennpunkte zu treten, so wird das Bild eine andere Bewegung nach der Länge der Axe, und auf der nemlichen Seite des Objects machen, so, daß es sich der Linse nähern wird, wenn das Object sich nähert, und entfernen, wenn das Object sich entfernt. Bewegt sich das Object im Brennpunkte gleichförmig gegen die Linse, so wird das Bild eine langsame Bewegung haben, indem es sich auch der Linse nähert; ist aber das Object auf der Oberfläche der Linse, und bewegt sich gleichförmig gegen den Brennpunkt, so wird das Bild eine accelerirte Bewegung bekommen, durch welche es sich von der Linse entfernt.

In allen diesen Fällen verursacht eine kleine Bewegung in dem Objecte allzeit eine grosse in dem Bild, so, daß es geschehen kann, daß eine kaum merkliche Bewegung des Objects eine unendliche Bewegung in dem Bilde verursacht.

Ist das Object hinter der Linse und bewegt es sich nach der Länge der Axe, indem es sich der Linse nähert oder von selber entfernt, doch so, daß es allezeit weiter von der Linse sey, als der Mittelpunkt, so wird das Bild, so vorne ist, durch seine Bewegung sich der Linse nähern, wenn das Object sich entfernt, und sich entfernen, wenn das Object sich nähert.

Ist in diesem Falle die Bewegung des Objectes gegen die Linse gleichförmig, so wird die Bewegung des Bildes geschwind seyn; entfernt sich aber das nemliche Object aus dem Mittelpunkte, oder einem andern weiter durch eine gleichförmige Bewegung von der Linse, so wird das Bild mit einer langsamen Bewegung sich der Linse nähern.

In diesem Falle bringt eine grosse Bewegung im Objecte eine kleine in dem Bilde hervor; und es kann geschehen, daß eine unendlich grosse Bewegung des Objectes nur eine kaum merkliche Bewegung in dem Bild hervorbringe. So groß im nemlichen Falle die Bewegung des Objectes seyn mag, so wird doch das Bild niemals aus dem Raum zwischen dem Brenn- und Mittelpunkte treten.

Aus allem diesen folgt 1. daß die gleichförmige Bewegung des Bildes durch die geschwinde oder langsame Bewegung des Objectes kann verursacht werden. 2. daß die gleichförmige Bewegung des Objectes die geschwinde oder langsame Bewegung des Bildes verursachen kann. 3. daß die geschwinde Bewegung des Objectes die geschwinde oder langsame Bewegung des Bildes hervorbringen kann. 4. daß eine geschwinde oder langsame Bewegung des Bildes durch eine geschwinde Bewegung des Objectes entstehen kann.

Es sey der Theil der Axe zwischen dem Mittel- und Brennpunkte in gleiche, oder ungleiche Theile vom Mittel- gegen den Brennpunkt eingetheilt, das Object fange vom Mittelpunkte aus gegen den Brennpunkt sich zu bewegen an, so kann das Object alle diese Theile durchlaufen, den letzten ausgenommen, ohne daß das Bild durch seine Bewegung auf der andern Seite der Linse über den Mittelpunkt hinaus mehr als einen endlichen und zubestimmenden Raum durchlaufe; wäh- rend aber das Object durch seine Bewegung den letzten Theil durch-
laufen

laufen wird, so wird, wie klein auch dieser seyn mag, das Bild einen unendlichen Raum durchlaufen.

Es sey auch der andere Theil der Aye zwischen dem Brennpunkte und der Linse in gleiche oder ungleiche Theile vom Brennpunkte an bis zu der Linse eingetheilt; das Object, so im Brennpunkte ist, setze sich in Bewegung gegen die Linse und durchlaufe den ersten Theil, so klein als er auch seyn mag, so wird das Bild einen unendlichen Raum auf der nemlichen Seite der Linse, wo das Object ist, durchlaufen; indem es in einer unendlichen Entfernung anfangend sich der Linse nähert, so wird es bald in einer endlichen Entfernung seyn; und obwohl das Object durch seine Bewegung fortfährt alle andere Theile zu durchlaufen, so wird doch das Bild durch seine Bewegung nur einen endlichen Raum durchwandern, und sich beständig der Linse nähern.

Woraus folgt, daß während das Object durch seine Bewegung den Raum zwischen der Linse und dem Refraktionsmittelpunkte durchläuft, das Bild eine andere Bewegung mache, durch welche es zweymal einen unendlichen Raum und zwar auf zweyen entgegen gesetzten Wegen durchläuft. Einer von diesen unendlichen Räumen ist auf der Seite der Linse, so dem Objecte entgegen steht, und fängt im Mittelpunkte an, der andere ist auf der nemlichen Seite der Linse, wo das Object ist, fängt im Unendlichen an, und endiget sich auf der Oberfläche.

Woraus wieder folgt, daß, wenn das Object gerade im Brennpunkte ist, sich das Bild vor und hinter der Linse in einer unendlichen Entfernung von beyden Oberflächen zeige; oder um besser zu sagen, alsdenn gar kein Bild sey, mithin sich auf keiner Seite eines zeige.

Erklärungen.

1. Bey allen Gattungen sphärischer Linsen giebt es einen Punkt, durch welchen alle Stralen, welche sie durchdringen, im Aus- und Eingehen die nemliche Richtung haben, so groß oder so klein die Abweichung, mit welcher sie auf die Linse fallen, seyn mag; mithin kann man diese Stralen für diejenigen nehmen, welche keine Refraction erfahren.

2. Diese Stralen, welche die Linse auf diese Art ohne ihre Richtung zu verändern, durchdringen, nenne ich die schiefe Aye der Linse.

3. Diesen Punkt, durch welchen alle schiefen Ayen gehen, nenne ich den Punkt der Sammlung der Aye.

Fernere Eigenschaften der sphärischen Linsen, wenn die Objecte in Bewegung gesetzt sind.

Setzt sich das Object in einer gewissen Entfernung von der Linse in Bewegung, nicht nach der Länge der Aye, sondern durchläuft es, indem es sich von derselben entfernt, einen Zirkelbogen, dessen Mittelpunkt in dem Punkte der Sammlung der Aye ist, so wird das Bild eine andere Bewegung machen, durch welche es sich von der Aye entfernt, und einen andern Zirkelbogen durchlaufen, dessen Mittelpunkt in dem Punkte der Sammlung der Aye seyn wird. Diese beyden Bögen können zu dem nemlichen Zirkel gehören, und dieß geschieht, wenn ihr halber Durchmesser der Distanz des Refractionsmittelpunkts dem Punkte der Sammlung der Aye gleich ist.

Schneidet dieser Bogen, welchen das Object durchläuft, die Axe zwischen dem Mittel- und Brennpunkte; so wird der Bogen, welchen das Bild durchläuft, auf der andern Seite der Linse seyn, das Object und das Bild werden sich von der Axe durch zween entgegen gesetzte Wege entfernen; gehet einer gegen die Rechte, so wird der andere gegen die Linke gehen.

Ist der Bogen, welchen das Object durchläuft, zwischen dem Brennpunkte, und der Linse, so wird der Bogen, welchen das Bild durchläuft, auf der nemlichen Seite der Axe seyn, wo das Object ist; indem sich das Bild und das Object von der Axe entfernen, werden beyde gegen die Rechte, oder beyde gegen die Linke gehen.

In allen Fällen wird die Bewegung des Bildes grösser seyn, als die Bewegung des Objects; wäre aber das Object weiter von der Linse entfernt, als der Mittelpunkt, so würde die Bewegung des Objects grösser seyn, als die Bewegung des Bildes.

Die Bögen, welche das Object und das Bild durchlaufen, sind allzeit ähnlich; die Geschwindigkeiten, mit welchen sie sich bewegen, sind ihren Entfernungen von der Linse proportionirlich; die Bewegung des Objects und des Bildes sind ähnlich, das ist, sie sind beyde gleichförmig, geschwind, oder langsam.

Bilde man sich ein Planum auf der Axe der Linse senkrecht ein, und beschreibe man aus dem Punkte, in welchem dieses Planum die Axe schneidet, als aus einem Mittelpunkte auf diesem nemlichen Planum einen Zirkel; durchläuft das Object durch seine Bewegung den Kreis dieses Zirkels, so wird das Bild durch seine Bewegung einen andern beschreiben, welcher auf einem andern, auch auf der Axe senkrechten Planum

Planum seyn wird. Diese zwey Plana können niemals miteinander coincidiren; sie können aber von der Linse gleich weit entfernt seyn.

Bewegt sich ein auf ein Planum gesetztes Object, welches senkrecht auf der Aye einer erhabenen Linse ist, in diesem Planum nach einer andern Linie, sie sey gerade oder krumm, anderst als in einen Zirkelbogen, durch dessen Mittelpunkt die Aye gehet; so wird das Bild durch seine Bewegung eine andere Linie durchlaufen, welche nicht mehr in dem senkrechten Planum, sondern auf einer krummen Fläche seyn wird.

Wenn man sich eine sphärische Oberfläche einbildet, welche die Aye schneidet, und deren Mittelpunkt ein Punkt der Sammlung der Aye der Linse ist; das auf diese Oberfläche gestellte Object durchlaufe selbe, und beschreibe durch seine Bewegung eine Linie, so wird in der nemlichen Zeit das Bild eine andere sphärische Oberfläche durchlaufen, deren Mittelpunkt auch in dem Punkte der Sammlung der Aye seyn, und eine ähnliche Linie beschreiben wird; diese beyden Oberflächen können Stücke von der nemlichen Kugel seyn; und das wird geschehen, wenn der halbe Durchmesser dieser Kugel der Distanz des Refraktionsmittelpunkts zum Punkte der Sammlung der Aye gleich seyn wird.

Bildet man sich eine andere, auf der Aye senkrechte Oberfläche ein, auf welcher das Object sich bewegt, so wird die Bewegung des Bildes auf einer andern Oberfläche seyn, welche derjenigen, auf welcher das Object sich bewegt, gar nicht ähnlich ist.

Nachdem ich in den erhabenen Linsen die Objecte als Linien, Plana, oder Oberflächen, welche auf der Aye senkrecht stehen, betrachtet

388 Abhandlung von den Haupteigenschaften

habe, so will ich selbe jetzt als Linien oder Plana betrachten, durch welche die Aye gehet, oder welche der Aye gleichlaufend sind, oder mit der Aye einen kleinen Winkel machen.

Eine gerade, der Aye einer sphärischen Linse gleichlaufende Linie wird ihr Bild haben, so auch eine gerade Linie ist.

Eine gerade, von der Aye abweichende Linie, welche verlängert durch den Brennpunkt gehet, wird ihr Bild haben, so wiederum eine gerade Linie ist.

Eine gerade, der Aye nicht gleichlaufende Linie, welche verlängert nicht durch den Brennpunkt gehet, wird ihr Bild haben, welches eine krumme Linie seyn wird.

Woraus folgt, daß das Bild einer krummen Linie eine gerade Linie seyn kann, und wechselseitig, daß das Bild einer geraden eine krumme Linie seyn kann.

Stellet man hinter eine erhabene Linse ein rechtwinklichts Parallelogramm so, daß es von der Linse weiter entfernt sey, als der Refraktionsmittelpunkt, so wird es dem Auge vor der Linse, und weiter als der andere Refraktionsmittelpunkt, als ein Trapeze scheinen, welcher ein Theil eines Dreyecks Isosceles ist, dessen Basis durch diesen Refraktionsmittelpunkt gehet, und der Seite des Parallelogramms, so der Linse am nächsten, und senkrecht auf der Aye, und dessen Spitze im Brennpunkte ist, gleich wäre.

IK sey eine sphärisch erhabene Linse; O ein Refraktionsmittelpunkt, welcher hinter der Linse ist: T der Brennpunkt hinter der Linse:

se: C der andere Refractionsmittelpunkt vor der Linse: F der Brennpunkt vor der Linse; dieses also vorausgesetzt, und daß das Parallelogramm ABDE, wie oben gesagt, stehe, so wird der Trapeze NMOP auch sein Bild seyn. Fig. IV.

Dieser Trapeze wird vor der Linse vollkommen nach der Länge und Breite umgekehrt gesehen werden, wenn nur das Aug weiter von der Linse, als dieser Trapeze stehet.

Stehet ein Dreyeck Isosceles hinter einer sphärischen erhabenen Linse so, daß seine Spitze in dem hintern Brennpunkte, und die Basis im Mittelpunkte selbst sey; so wird es sein Bild vor der Linse und weiter als der Mittelpunkt haben, und dieses Bild wird ein unendliches Rectangulum seyn, welches niemals ganz kann gesehen werden; doch wenn das Aug weiter von der Linse, als der Mittelpunkt stehet, so kann man einen Theil davon sehen.

HGD sey ein Dreyeck, wie oben beschrieben worden, so wird RSu h ein Theil des unendlichen Rectangels seyn, welcher des Dreyecks Bild ist.

Stehet ein Trapeze hinter einer erhabenen Linse so, daß er einen Theil des gesagten Dreyecks Isosceles ausmacht, so wird er als ein rechtwinklichtes Parallelogramm vor der Linse und weiter als der Refractionsmittelpunkt gesehen werden, wenn das Aug weiter von der Linse stehet, als dieses Bild. Dieses hat seine Richtigkeit.

Stehet ein rechtwinklichtes Parallelogramm hinter einer Linse zwischen dem Brenn- und Refractionsmittelpunkt, so wird es vor der Linse weiter als der Refractionsmittelpunkt als ein Trapeze gesehen

werden, wenn das Aug weiter von der Linse stehet, als dieses Bild.

$abde$ sey ein Parallelogramm; so wird $vtfq$ sein Bild seyn, welches ein Trapeze ist.

Stehet ein Trapeze hinter der Linse über dem Refraktionsmittelpunkt hinaus so, daß seine zwei gleichlaufenden Seiten auf der Axe senkrecht stehen, und beyde andere verlängerte Seiten durch den Brennpunkt gehen, so wird dieser Trapeze als ein rechtwinklichtes Parallelogramm vor der Linse zwischen dem Brenn- und Refraktionsmittelpunkt gesehen werden, wenn das Aug von der Linse weiter stehet, als dieser Mittelpunkt.

Dieser Trapeze sey $LVYZ$, so wird $NMOP$ sein Bild seyn, welches ein rechtwinklichtes Parallelogramm ist.

Stehet ein recht winklichtes Parallelogramm hinter der Linse zwischen dem Brennpunkte und der Linse selbst, so wird es hinter der Linse als ein Trapeze gesehen werden, dessen nicht gleichlaufende und verlängerte Seiten durch den Brennpunkt vor dem Spiegel laufen.

$gikl$ sey dieses Parallelogramm: so wird $zklm$ sein Bild seyn, welches ein Trapeze ist.

Stehet ein Trapeze hinter der Linse zwischen dem Brennpunkte und der Linse selbst so, daß die nicht gleichlaufenden, aber verlängerten Seiten durch den Brennpunkt gehen, so wird dieser Trapeze hinter der Linse als ein rechtwinklichtes Parallelogramm gesehen werden.

23 KI sey dieser Trapeze, so wird $d e I K$ sein Bild seyn, welches ein rechtwinkliches Parallelogramm ist.

Stehet ein Dreyeck Isosceles hinter der Linse so, daß die Spitze den Brennpunkt berühre, und die Basis auf der Linse stehe, so wird dieser Trapeze hinter der Linse als ein rechtwinkliches Parallelogramm gesehen werden.

TKI sey dieses Dreyeck; so wird $e k I d$ sein Bild seyn, welches ein rechtwinkliches Parallelogramm ist.

Stehet ein Prisma hinter einer sphärischen erhabenen Linse weiter als der Refraktionsmittelpunkt so, daß seine Axe mit der Axe der Linse coincidirt, so wird dieses Prisma vor der Linse als eine abgekürzte Pyramide zwischen dem Brenn- und Mittelpunkte gesehen werden, wenn das Aug weiter stehet als der Refraktionsmittelpunkt. Die größere Basis dieser Pyramide wird gegen den Refraktionsmittelpunkt, und die kleinere gegen den Brennpunkt seyn.

ABDE stelle dieses Prisma vor; so wird MNPQ die abgekürzte Pyramide, welche das Bild ist, vorstellen. Fig. IV.

Wäre dieses Prisma von einer unendlichen Länge, so wäre das Bild eine wahre Pyramide, deren Spitze in dem Brennpunkte vor der nemlichen Linse wäre.

Stellet man anstatt eines Prismas einen Cylinder auf diese nemliche Art, so wird er als ein abgekürzter Keg. gesehen.

Stellet man ein Prisma oder einen Cylinder hinter die Linse zwischen den Brenn- und Refraktionsmittelpunkt, so wird er vor der Linse
weiter

weiter als der Refraktionsmittelpunkt als eine Pyramide, oder als ein abgekürzter Kegel gesehen werden, wenn das Aug weiter von der Linse steht, als dieses Bild.

abde stelle ein Prisma oder einen Cylinder vor, so wird rqt die Pyramide oder den Kegel vorstellen, welcher sein Bild ist.

Stellet man eine abgekürzte Pyramide, oder einen abgekürzten Kegel hinter die Linse zwischen dem Mittel- und Brennpunkt so, daß ihre Aye mit der Aye der Linse coincidiret, und ihre Spitze im Brennpunkte ist, so werden sie ein Prisma oder einen Kegel über den Refraktionsmittelpunkt hinaus vorstellen, wenn das Aug weiter steht, als das Bild.

ab46 stelle eine Pyramide oder einen Kegel vor, so wird rth u ein Prisma oder einen Cylinder vorstellen, welcher sein Bild ist.

Stellet man eine abgekürzte Pyramide, oder einen abgekürzten Kegel hinter die Linse über den Mittelpunkt hinaus so, daß seine Aye mit der Aye der Linse coincidiret, und die Spitze im Brennpunkte ist, so wird es als ein Prisma oder als ein Cylinder hinter der Linse zwischen dem Refraktions- und Brennpunkte gesehen werden, wenn das Aug weiter von der Linse steht, als dieser Mittelpunkt.

LVYX stelle diese Pyramide, oder diesen Kegel vor, so wird MNPQ als sein Bild das Prisma oder den Cylinder vorstellen.

Stehet ein Cylinder oder ein Prisma hinter der Linse zwischen dem Brennpunkte und der Linse selbst, so wird er hinter der Linse als ein abgekürzter Kegel oder als eine Pyramide gesehen werden.

gkl sey dieser Cylinder oder dieses Prisma, so wird mzk das Bild des Kegels oder des Cylinders vorstellen.

Es stehe ein Kegel oder eine Pyramide hinter der Linse zwischen dem Brennpunkte und der Linse selbst so, daß die Spitze im Brennpunkte sey, so wird das Bild hinter der Linse als ein Cylinder oder als ein Prisma erscheinen,

23kl stelle eine Pyramide oder einen Kegel vor; so wird dekl das Bild des Cylinders oder des Prisma vorstellen.

Eigenschaften und Erscheinungen der erhabenen Linsen,
wenn die vorgestellten Objecte in Bewegung gebracht werden.

Bewegt sich das auf die Ase gestellte Object nach einer geraden, der nemlichen Ase gleich oder schief laufenden Linie, welche verlängert durch den Brennpunkt gehet, so wird das Bild durch seine Bewegung eine andere gerade Linie beschreiben.

Durchläuft ein Object durch seine Bewegung eine andere gerade Linie, welche eine andere Richtung hat, als die zu schon gemeldeten, so wird das Bild durch seine Bewegung eine krumme Linie beständig durchwandern.

Stehet eine gerade, der Ase der Linse gleichlaufende Linie weiter von der Linse als der Refraktionsmittelpunkt, und zwar hinter der nemlichen Linse, und beweget sich um die Ase herum, indem sie der nemlichen Ase gleichlaufend, und in der nemlichen Entfernung beständig bleibt, so wird sie durch ihre Bewegung die Oberfläche eines Cylinders beschreiben, und ihr Bild wird durch ihre Bewegung in der

D d d

nem.

nemlichen Zeit die Oberfläche eines Kegels beschreiben, dessen Spitze im Brennpunkte, und die Basis zwischen dem Brennpunkte und Refraktionsmittelpunkte vor der Linse ist.

Stehet eine gerade Linie hinter der Linse zwischen dem Refraktionsmittel- und Brennpunkte, so, daß sie mit der Aye einen Winkel macht, und durch den Brennpunkt gehet; beweget sie sich um die Aye herum, und bleibt beständig in der nemlichen Abweichung, so wird sie die Oberfläche eines Kegels beschreiben, und in der nemlichen Zeit wird ihr Bild durch seine Bewegung die Oberfläche eines Cylinders vor der Linse über den Refraktionsmittelpunkt hinaus beschreiben.

Stehet eine gerade, der Aye gleichlaufende Linie hinter der Linse zwischen dem Mittel- und Brennpunkte, beweget sie sich um die Aye herum, indem sie beständig ihre gleiche Weite und gleiche Entfernung von der Aye behält, so wird sie die Oberfläche eines Cylinders beschreiben, und das Bild wird durch seine Bewegung vor der Linse die Oberfläche eines abgekürzten Kegels beschreiben, dessen Spitze im Brennpunkte, die kleinere Basis im Mittelpunkte, und die größere über den Mittelpunkt hinaus seyn wird.

Stehet eine von der Aye abweichende Linie hinter der Linse über den Refraktionsmittelpunkt hinaus, so, daß sie verlängert durch den Brennpunkt gehet; und bewegt sich selbe, mit Beybehaltung ihrer nemlichen Abweichung, um die Aye herum, so wird sie die Oberfläche eines abgekürzten Kegels, und ihr Bild die Oberfläche eines Cylinders vor der Linse zwischen dem Mittel- und Brennpunkte beschreiben.

Stehet eine gerade, der Aye gleichlaufende Linie hinter der Linse zwischen dem Brennpunkte und der Oberfläche der nemlichen Linse, und
 bez

bewegt sie sich so um die Aze herum, indem sie ihre gleiche Weite und Entfernung von der Aze behält, so wird sie die Oberfläche eines Cylinders beschreiben, und das Bild die Oberfläche eines abgekürzten Kegels, dessen Basis hinter der Linse, und die Spitze im Brennpunkte vor der nemlichen Linse seyn wird.

Stehet eine gerade, an der Aze schief liegende Linse hinter einer Linse zwischen dem Brennpunkte und der Oberfläche, so, daß sie durch den Brennpunkt gehet, und bewaget sie sich in der nemlichen Obliquität um die Aze herum, so wird sie die Oberfläche eines Kegels, und das Bild die Oberfläche eines Cylinders auch hinter der Linse beschreiben.

Stehet ein Object auf der Oberfläche eines dieser Cylinders, von welchen Meldung geschehen, und beschreibt im Durchlaufen eine Linie, so wird das Bild die Oberfläche eines entgegenstehenden Kegels seyn.

Stehet das Object auf der Oberfläche eines der oben gemeldeten Kegel, und beschreibt in seinem Durchlaufe eine gewisse Linie, so wird sein Bild die Oberfläche eines entgegen stehenden Cylinders durchlaufen.



§. V.

Vierter Theil.

Von den Eigenschaften und Erscheinungen der sphärischen hohlen Linsen.

Durch hohle Linsen verstehe ich nicht allein diejenigen, welche planconcav, oder concav auf beiden Seiten sind, sondern auch alle Meniscos, welche keinen wahrhaften Brennpunkt haben.

Ein hinter eine hohle Linse gefestetes Object wird allzeit hinter der Linse gesehen; der Ort, in welchem es gesehen wird, ist allzeit zwischen der Oberfläche und dem Brennpunkte.

Ein durch eine hohle Linse gesehenes Object ist allzeit kleiner als ein mit freyen Augen gesehenes, und desto kleiner, je weiter es von der Linse entfernt ist, da das Aug unbeweglich bleibt: oder desto kleiner, je weiter das Aug von der nemlichen Linse entfernt ist, wenn das Object unbeweglich bleibt.

Nähert sich das Object der Linse, so wird sich das Bild auch nähern, entfernt sich das Object, so wird das Bild sich auch entfernen. Berührt das Object die Linse, so wird das Bild sie auch berühren; in diesem Fall wird das Bild dem Objecte gleich seyn.

So groß die Entfernung des Objects von der Linse auch seyn mag, wäre sie auch unendlich, so kann die Entfernung des Bildes

des von der nemlichen Linse doch niemals grösser seyn, als die Entfernung vom natürlichen Brennpunkte: so, daß, wenn man setzt, das Object berühre die Linse, und durchlaufe von da aus einen unendlichen Raum, indem es sich von ihr entfernt, das Bild nur den kleinen Weg zwischen der Oberfläche und dem Brennpunkte machen wird.

Während das Object diesen unendlichen Raum durchläuft, gehet das Bild nach und nach durch alle mögliche Stufen der Kleinheit, soviel das Object betrifft, bis es in dem Brennpunkte unendlich klein wird, und das Object in einer unendlichen Entfernung ist.

Die hohlen Linsen kehren niemals die Objecte um, mithin steht man selbe allzeit in ihrer natürlichen Stellung.

Die Entfernung des Objects von der hohlen Linse, hinter welcher es steht, ist allzeit grösser, als die Entfernung des Bildes von der nemlichen Linse, den Fall der Berührung ausgenommen.

Die Distanz des Bildes zum Refraktionsmittelpunct der hohlen Linse ist allzeit grösser, als seine Distanz zu der nemlichen Linse; ausgenommen das Object wäre in einer unendlichen Entfernung.

Wenn die sphärischen Hohlspiegel vor die Sonnenstrahlen gesetzt werden, können sie niemals durch ihre Refractionseigenschaft Feuer hervorbringen.

Die ganze Welt weiß, daß vermög der hohlgeschliffenen Brillen den Kurzsichtigen abgeholfen wird; aber nicht alle wissen, daß die nemlichen hohlen Linsen den Presbiten auch dienen können, um die Objecte deutlicher zu sehen; einige werden vielleicht noch die Sache für

unmöglich, und den dioptrischen Beweisen für widersprechend halten; obgleich dieses doch wahrhaft in vielen Gelegenheiten geschieht.

Zum Beweise, und zur klärern Kenntniß dessen, was ich hier vortrage, unterscheide ich bey den Menschen vier Gattungen von Augen. Einige Menschen sind vollkommen Myopes, andere vollkommen Presbites, einige unter diesen Umständen Myopes, unter andern Presbites, endlich einige mit vollkommen guten Augen, und weder Myopes noch Presbites.

Diesenigen, deren Augen so beschaffen sind, daß die Stralen, welche von den wenig entfernten Objecten kommen, sich in einem Punkte sammeln, ehe sie auf die Retina kommen, sind Myopes; die Augen derer, welche nur Presbites sind, sind so beschaffen, daß die Stralen, welche von den Objecten kommen, sich allezeit in einem Punkte über die Retina hinaus und nie eher sammeln, als bis sie selbe erreichen, die Objecte seyen nahe oder entfernt.

Das vermischte Gesicht hat folgende Beschaffenheit, daß wenn die Objecte in der gemeinen Distanz vor ihren Augen stehen, die Stralen, welche von selben kommen, und in das Aug eintreten, sich in einem Punkte über die Retina hinaus sammeln, und daß, wenn diese nemlichen Objecte in eine grössere Entfernung gesetzt sind, diese nemlichen Stralen sich in einem Punkte des Auges sammeln, bevor sie zu der Retina kommen.

Woraus offenbar ist, daß diesenigen, derer Augen so beschaffen sind, wegen der nahen Objecte Presbites, und wegen der entfernten Myopes

pes sind; mithin ist ihr Gesicht vermischt, weilen es von der ersten und zweyten Gattung einen Theil hat.

Diesjenigen endlich, derer Augen so gut beschaffen sind, daß die Säfte, Nerven, Muskeln und alle andere Theile in einem so guten Stande sind, daß sie leicht alle nothwendige Bewegung der Vision machen können, besonders wenn sie eine grosse Fähigkeit haben den Crystallinum mehr oder weniger zu erheben, oder gleich zu machen, so daß die Stralen, welche von den Objecten kommen, sich allzeit richtig in einem Punkte der Retina sammeln können, die Objecte seyen nahe oder entfernt, diese, sage ich, haben ein vollkommenes Gesicht.

Es ist nun offenbar, daß alle diesejenige, welche ein vermischtes Gesicht haben, die hohlen Gläser mit gutem Vortheile gebrauchen können, um die Objecte richtiger und deutlicher zu sehen, als mit dem natürlichen Gesichte; und dieses geschieht bey allen Gelegenheiten, in welchen die Objecte in einer solchen Entfernung von ihren Augen sind, daß sie wegen diesem in einer solchen Entfernung stehenden Objecte Myopes sind.

Woraus folgt, daß der nemliche Mensch der Schwäche seines Gesichts abhelfen kann, wenn er bald hohle, bald erhabene Gläser gebraucht, nachdem die verschiedenen Entfernungen der Objecte verschiedene Hindernisse setzen, welche dem Sehen entgegen sind.

Dies ist eine Sache, von welcher mich die Erfahrung öfters überzeugt hat: denn ich habe mehrere Leute gesehen, welche bey den nahen Objecten gewiß Presbites waren, weil sie sich erhabener Gläser zum Lesen bedienten; die entfernten Objecte aber sahen sie viel besser mit einem hohlen Glase als mit freyen Augen, wenn nur der Durchmesser

der

der Concavität sehr groß war, welches wohl zu merken ist; denn wäre der Durchmesser der Concavität sehr klein, so würden die Gläser unbrauchbar, ja so gar schädlich seyn.

Diejenigen, welche zum Lesen sich erhabener Gläser bedienen, wenn sie aus den verschiedenen Gattungen Brillen, welche sie gebrauchen allen möglichen Nutzen ziehen wollen, um bey allen Entfernungen gut sehen zu können, müssen folgendes wohl merken.

1. Die besten erhabenen Gläser, welche zum Lesen die beste Wirkung haben, sind oft untauglich, um die entfernten Objecte zu sehen.

2. Je mehr die Objecte entfernt sind, desto weniger müssen die Gläser erhaben seyn, um eine gute Wirkung zu machen; mithin muß man für verschiedene Entfernungen Gläser von verschiedener Concavität haben, um mit der best möglichen Deutlichkeit sehen zu können.

3. Die Erfahrung allein, und die öfters wiederholten Versuche können uns belehren, was für eine Gattung Gläser für jede Distanz die nützlichste ist.

Ich habe öfters bemerkt, daß die wohlgearbeiteten erhabenen Gläser, deren Brennpunkt 4. 6. 8. und 12 Schuhe ausmacht, die besten Wirkungen hatten um groffe Buchstaben in der Ferne deutlicher zu lesen, als mit dem bloßen Gesichte.

4. Kann man aus einem erhabenen Glase in einer gewissen Entfernung die Objecte nicht mehr deutlich sehen, so muß man sich eines hohlen Glases bedienen, dessen Concavität proportionirt ist.

5. Die

7. Die Concavität der hohlen Gläser muß für die entfernten Objecte größer seyn, als für die nahen; man wird durch die Erfahrung entdecken, welche die anständige oder gehörige Concavität für jede Distanz seyn muß.

Die Eigenschaften und Erscheinungen der sphärischen hohlen Linsen, wenn die Objecte in Bewegung sind.

Beweget sich ein Object hinter einer hohlen Linse nach der Länge der Ase durch eine gleichförmige Bewegung gegen die Linse, so wird das Bild auch gegen die Linse, aber mit einer schnellen Bewegung gehen.

Entfernet sich aber das Object von der Linse durch eine gleichförmige Bewegung, so wird das Bild sich auch entfernen, aber durch eine langsame.

Bewegt sich das Bild durch eine gleichförmige Bewegung gegen die Linse, so wird diese Bewegung durch eine langsame Bewegung des Objects verursacht, durch welche Bewegung es sich der Linse nähert.

Entfernet sich aber das Bild durch eine gleichförmige Bewegung von der Linse, so wird die Bewegung des Objects, als die Ursache der Bewegung des Bildes, eine geschwinde Bewegung seyn, durch welche es sich von der Linse entfernt.

In allen Fällen ist die Bewegung des Objects schneller als die Bewegung des Bildes.

Hieraus folgt, daß die Bewegung des Objects und des Bildes niemals gleichförmig seyn könne; doch kann es wohl geschehen, daß

E e e

beyde

beide geschwind oder langsam, oder eine geschwind und die andere langsam sey.

In allen Fällen, so groß die Geschwindigkeit, mit welcher das Object sich bewegt, seyn mag, und so groß der Raum ist, welchen es durchläuft, wird doch das Bild den kleinen Raum zwischen der Linse und dem Brennpunkte niemals verlassen.

Es sey der Theil der Axe zwischen der Linse und dem Brennpunkte hinter der nemlichen Linse in eine gewisse Zahl gleicher oder ungleicher Theile nach Belieben von dem Brennpunkte an bis zur Linse eingetheilt, so wird das Bild die erste Theilung, so klein sie auch seyn mag, gegen die Linse oder während der Entfernung von selber niemals durchlaufen, können, das Object durchlaufe denn einen unendlichen Raum; obwohl aber das Bild alle andere Theilungen durchläuft, so wird doch das Object nur einen endlichen und bestimmten Raum durchlaufen.

Bewegt sich das Object in einer gewissen Entfernung hinter der Linse nicht nach der Länge der Axe, sondern sich von selber entfernend, oder sich ihr nähernd, und durchläuft es einen Zirkelbogen, dessen Mittelpunkt im Punkte der Sammlung der Axe ist, so wird das Bild durch seine Bewegung einen andern Zirkelbogen durchlaufen, dessen Mittelpunkt auch der Punkt der Sammlung der Axe seyn wird; und diese beyden Bewegungen sind gegen die nemliche Seite der Axe gerichtet.

Diese zween Bögen können niemals zum nemlichen Zirkel gehören, doch werden sie allzeit ähnlich seyn; die Bewegungen des Objects und des Bildes werden auch ähnlich seyn, das ist, beyde gleichförmig, beyde geschwind, oder langsam.

In diesem Falle verhalten sich die Geschwindigkeiten des Objects und des Bildes, und die Räume, welche sie durchlaufen, wie ihre
Distan-

Distanzen zu der Linse. Im nemlichen Falle wird die Bewegung des Objects allzeit grösser seyn als die Bewegung des Bildes.

Man bilde sich auf der Ase der Linse ein senkrechtcs Planum ein, und aus dem Punkte, in welchem dieses Planum die Ase schneidet, als dem Mittelpunkte beschreibe man auf diesem Planum einen Zirkel; durchläuft das Object durch seine Bewegung diesen Zirkel, so wird das Bild durch seine Bewegung einen andern beschreiben, welcher auch auf einem andern auf der Ase senkrechten Planum seyn wird.

Diese beyden Plana können niemals mit einander coincidiren, sie können auch niemals von der Linse gleich weit entfernt seyn.

In diesem Falle wird der Zirkel, welchen das Bild durch seine Bewegung beschreiben wird, kleiner seyn, als derjenige, welchen die Bewegung des Objects beschrieben hat; woraus folgt, daß die Bewegung des Objects grösser ist, als die Bewegung des Bildes; doch werden diese beyden Bewegungen ähnlich seyn, und werden sich verhalten, wie die Umkreise, welche sie beschreiben, und diese Kreise werden sich verhalten, wie die Distanzen des Objects, und des Bildes von der Linse.

Stehet das Object auf einem Planum, welches senkrecht auf der Ase ist, beweget es sich auf diesem Planum, und durchläuft eine gerade oder krumme, aber keine Zirkellinie, durch deren Mittelpunkt die Ase läuft, so wird das Bild durch seine Bewegung eine andere Linie durchlaufen, welche nicht mehr auf einem senkrechten Planum, sondern auf einer krummen Oberfläche seyn wird.

Man bilde sich eine sphärische Oberfläche ein, welche die Ase der hohlen Linse durchschneidet, und deren Mittelpunkt in dem Punkte der Sammlung der Ase ist, und das Object auf diese Oberfläche

gestellt durchlaufe selbe, und beschreibe durch seine Bewegung eine Linie; so wird das Bild in der nemlichen Zeit eine andere sphärische Oberfläche, deren Mittelpunkt auch in dem Punkte der Sammlung der Axe seyn wird, durchlaufen, und eine ähnliche Linie beschreiben.

Diese beyden Oberflächen können niemals ein Stück der nemlichen Kugel seyn; doch werden die Bewegungen des Objects und des Bildes ähnlich seyn; die Räume, welche sie durchlaufen werden, werden zu ihren Distanzen von der Linse proportionirlich seyn: und die Bewegung des Objects wird grösser seyn, als die Bewegung des Bildes.

Man bilde sich eine andere, aber nicht sphärische Oberfläche ein, welche auf der Axe senkrecht steht, und auf welcher das Object sich bewegt, so wird die Bewegung des Bildes auf einer andern ähnlichen Fläche nicht seyn können, es sey denn, daß das Object durch seine Bewegung den Umkreis eines Zirkels, dessen Mittelpunkt in der Axe ist, beschreibe.

Weitere Eigenschaften und Erscheinungen der sphärischen hohlen Linsen.

Ich betrachte hier die Objecte als Linien, oder als Plana, oder als mit der Axe gleichlaufende Oberflächen, oder daß sie mit selber einen kleinen Winkel machen.

Das Bild einer geraden, der Axe gleichlaufenden, oder schiefen Linie, welche durch den Brennpunkt gehet, ist allzeit eine gerade Linie, und das Bild einer andern geraden, von gedachter unterschiedenen Linie, ist allzeit eine krumme Linie.

Ein rechtwinklichtes Parallelogramm hinter einer hohlen Linse, wird hinter der nemlichen Linse zwischen der Oberfläche und dem Brennpunkt

punkte als ein Trapeze erscheinen, welcher einen Punkt eines Dreyecks Iſosceles ausmacht, dessen Spitze in dem Brennpunkte ist, mithin wird die größte seiner zwei gleichlaufenden Seiten nahe an der Oberfläche, und die kleinste von ihr entfernt seyn. Wäre dieses Parallelogramm unendlich in seiner Länge, so würde dessen Bild ein wahres Dreyeck Iſosceles seyn, dessen Spitze im Brennpunkte wäre.

Stehet ein Trapeze hinter einer hohlen Linse so, daß beyde Seiten nicht gleichlaufend sind, sondern verlängert durch den Brennpunkt vor der Linse gehen, so wird er hinter der nemlichen Linse als ein rechtwinklichtes Parallelogramm gesehen werden.

Stehet ein Prisma oder ein Cylinder hinter einer hohlen Linse so, daß die Axe mit der Axe der Linse coincidirt, so wird es hinter der Linse zwischen dem Brennpunkte und der Oberfläche als eine abgekürzte Pyramide oder als ein Kegel gesehen werden, dessen größte Basis die nächste an der Linse, und die kleinste die entfernteste ist.

Wäre das Prisma oder der Cylinder von einer unendlichen Länge, so würde das Bild eine wahre Pyramide oder ein Kegel seyn, dessen Spitze in dem Brennpunkte ist.

Stehet ein abgekürzter Keg. oder eine abgekürzte Pyramide vor einer hohlen Linse so, daß die Spitze in dem Brennpunkte vor der Linse ist, so wird er hinter der Linse als eine Pyramide, oder als ein Prisma gesehen werden.

In allen diesen Fällen sind die Bilder niemat, weder nach der Länge, noch nach ihrer Breite umgekehrt.

Stehet das Object außer der Axe hinter der Linse, und beweget sich nach einer geraden der Axe gleichlaufenden, oder schiefen Linie,

welche verlängert durch den Brennpunkt vor der Linse gehet, so wird das Bild durch seine Bewegung eine gerade Linie beschreiben.

Durchläuft das Object durch seine Bewegung eine andere gerade Linie, welche eine andere Richtung hat, als die zwei gesagten, so wird das Bild durch seine Bewegung eine krumme Linie beständig durchlaufen.

Stehet eine gerade, der Aye gleichlaufende Linie hinter der Linse, und beweget sich um die Aye herum, und behält eine gleiche Distanz von der Aye, so wird sie die Oberfläche eines Cylinders beschreiben, und ihr Bild wird durch seine Bewegung hinter der Linse die Oberfläche eines Kegels beschreiben, dessen Spitze im Brennpunkt hinter der Linse, und die Basis zwischen diesem Brennpunkte und der Linse ist.

Stehet eine, auf der Aye schief liegende Linie hinter der hohlen Linse so, daß selbe verlängert durch den Brennpunkt vor der nemlichen Linse gehet, und bewegt sie sich um die Aye herum mit der nemlichen Richtung, so wird sie die Oberfläche eines Kegels, und ihr Bild die Oberfläche eines Cylinders auch hinter der Linse beschreiben.

Stehet ein Object auf der Oberfläche des gemeldeten Cylinders, durchläuft selbe, und beschreibt durch seine Bewegung eine gewisse Linie, so wird das Bild die Oberfläche eines Kegels durchlaufen.

Stehet ein Object auf der Oberfläche des gesagten Kegels, durchläuft selbe und beschreibt eine Linie, so wird das Bild in der nemlichen Zeit die Oberfläche eines Cylinders durchlaufen.

Anmerkung über die Art, die Bilder der Objecte vor den hohlen sphärischen Spiegeln, oder vor den hohlen sphärischen Linsen zu sehen.

In dieser Abhandlung habe ich öfters gesagt, daß die Bilder der Objecte vor den hohlen Spiegeln oder Linsen gesehen werden. Man muß

muß aber wohl merken, daß wenn man die Erscheinungen der Natur betrachtet, hier geschehe, was auch sonst oft geschieht; ich will sagen, daß bey den Experimenten öfters seltsame Wirkungen vorkommen, welche durch die Theorie allein niemals würden bekannt worden seyn.

Es ist wohl wahr, daß, so oft ich sage, die Bilder der Objecte werden vor dem Spiegel oder der Linse gesehen, selbe wahrhaft in diesem Orte sind; es ist auch wahr, daß der Anseher dieselbe in dem nemlichen Orte, wo sie wahrhaft sind, sehe, und nach den Regeln der Theorie allzeit da sehen müsse; doch giebt es Umstände, in welchen der Anschauende nicht glaubt, selbe in dem Orte zu sehen, in welchem sie sind.

Denn man weiß aus der Erfahrung, daß alle diejenigen, welche diese Bilder anschauen, selbe nicht allzeit auf die nemliche Art sehen. Einige sehen selbe vorne, andere hinten; andere endlich, und die meisten bald vorne, bald hinten.

Und was das seltsamste ist, so geschieht es oft, daß zu Anfange der Betrachtung diese Bilder hinter den Spiegeln, und in der Folge vor den Linsen erscheinen. Bey anderen Gelegenheiten geschieht das Gegentheil; anfangs siehet man selbe vorne, und hernach erscheinen sie hinten.

Während daß man selbe hinten siehet, wenn man sich dem Spiegel nähert, oder von ihm entfernt, oder eine Bewegung machet, so geschieht es oft, daß selbe vorne erscheinen; verändert man im Gegentheile seinen Platz oder seine Stellung, während sie vorne erscheinen, so verändert sich auch der anscheinende Ort der Bilder, und man siehet sie hinten.

Führt man endlich fort, diese Bilder anzuschauen, so siehet man in vielen Umständen diese Veränderungen des Ortes sich wiederholen.

Stehet

283 Abhandlung der sphärischen Spiegel und Linsen.

Steht der Spiegel oder die Linse in einem wohlbeleuchteten Ort, so geschieht es oft, daß man auf keine Art das Bild vorne sehen kann, und man glaubt es beständig hinten zu sehen. Das nemliche geschieht, wenn man diese Bilder so betrachtet, indem unsere Augen in einem grossen Lichte stehen.

Ich will aber das sicherste Mittel bestimmen, um diese Bilder beständig vor dem Spiegel oder der Linse, und gerade indem Ort, wo sie sind, zu sehen.

Setzt den Spiegel oder die Linse in ein dunkles Ort, oder auf den Boden einer Kiste, nehmet einen grossen Pappdeckel oder ein Bret mit einem Loch in der Mitte, so, daß dieses Loch etwas grösser sey als das Bild; setzt diesen Pappdeckel vor dem Spiegel in den nemlichen Ort, wo das Bild wahrhaft ist, so, daß das Bild sich mitten in dem Loch finde, hernach stellet euch in einer schicklichen Entfernung von diesem Loch, so werdet ihr das Bild in dem Loche beständig, mithin vor dem Spiegel oder vor der Linse sehen.

Man muß noch wohl merken, daß das Object wohl, oder dergestalt beleuchtet sey, daß das Licht, welches selbes beleuchtet, nichts anders als das Object beleuchte, so viel als es möglich ist. Dieser Umstand trägt zu der guten Wirkung dieses Experiments vieles bey.

Doch muß ich hier aufrichtig gestehen, daß es Leute giebt, welche, unerachtet aller dieser Maassregeln niemals die Bilder vor, sondern allzeit hinter dem Spiegel oder der Linse sehen werden.



Fig. 1.

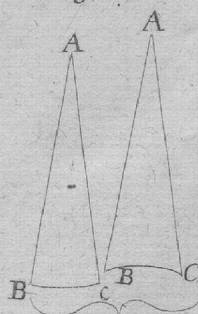


Fig. 2.

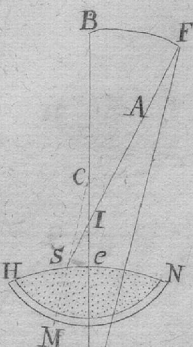


Fig. 3.

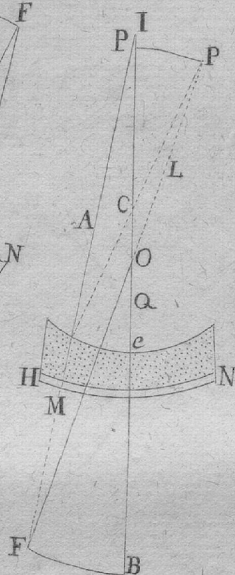


Fig. 4.

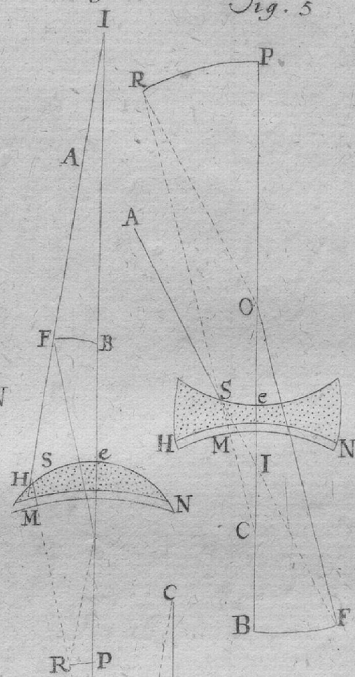


Fig. 5.

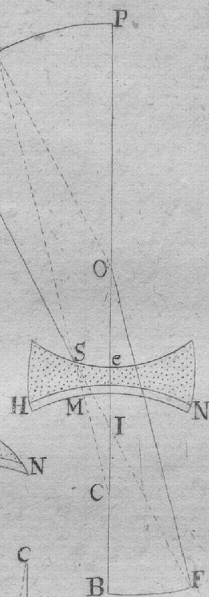


Fig. 6.

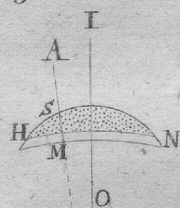


Fig. 8.

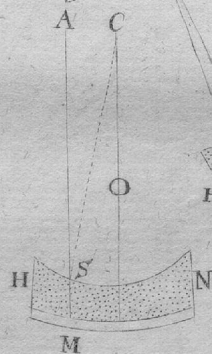


Fig. 7.

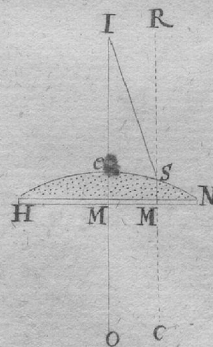


Fig. 10.

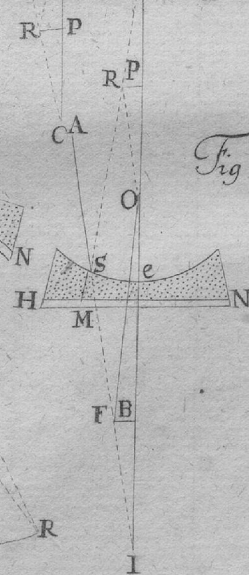
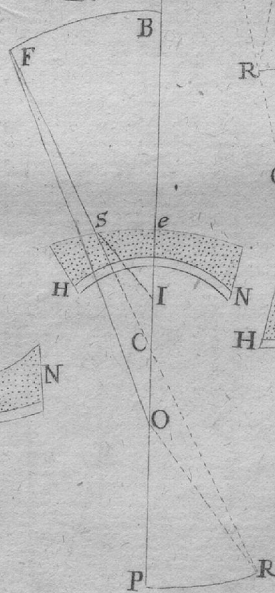


Fig. 9.



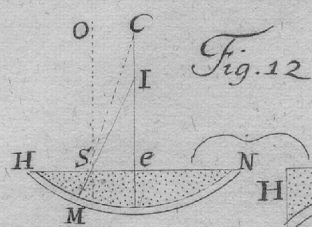
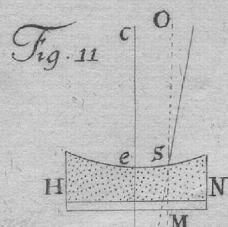


Fig. 13

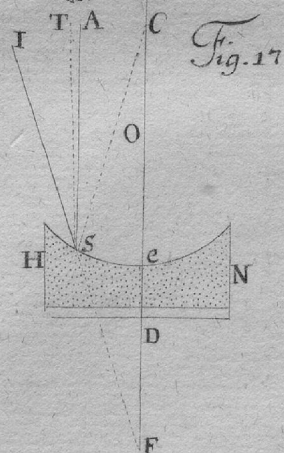
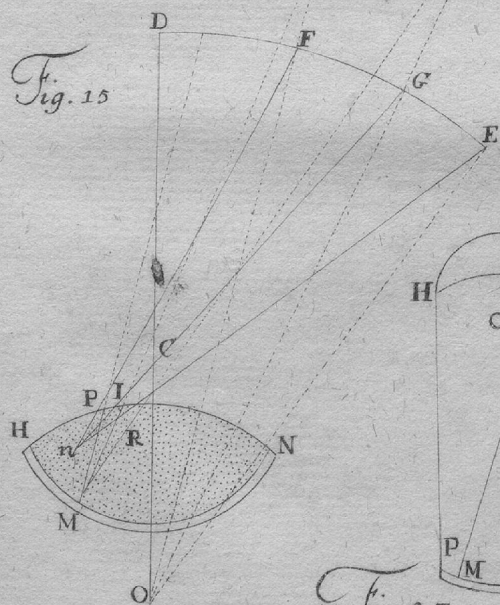
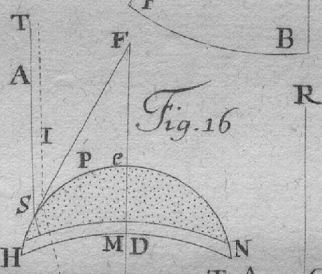
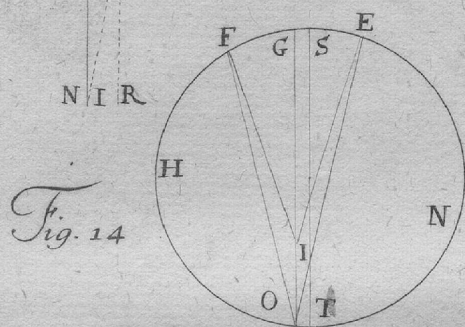
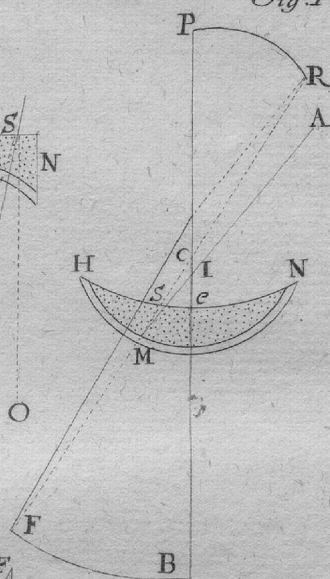


Fig. 27

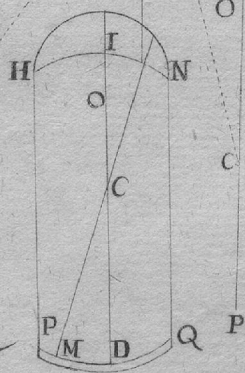


Fig. 18

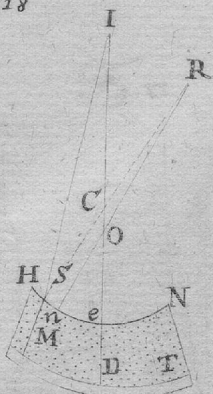


Fig. 19

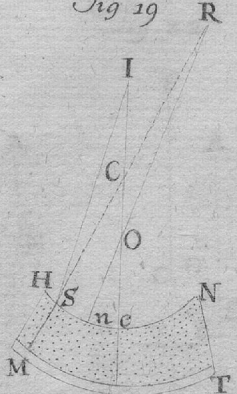


Fig. 20

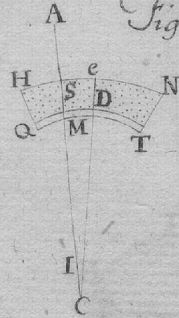


Fig. 21

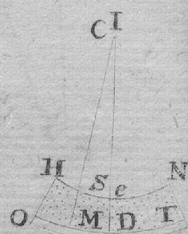


Fig. 22

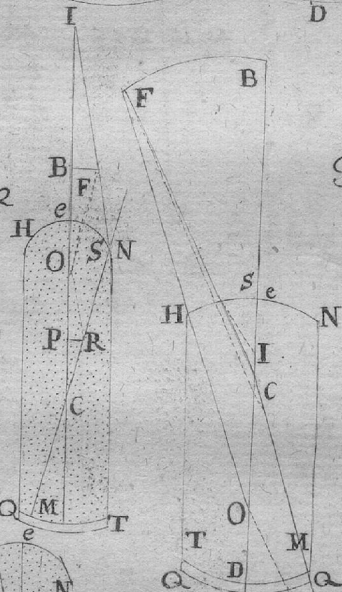


Fig. 24

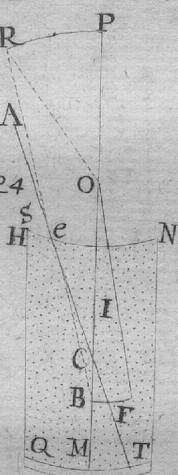


Fig. 26

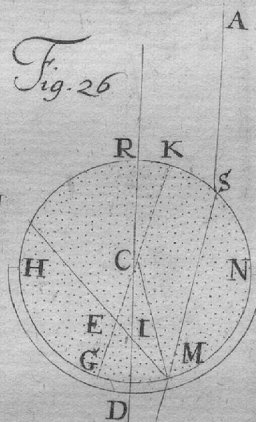


Fig. 25

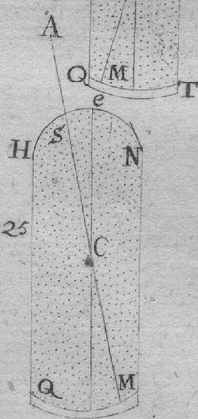


Fig. 23

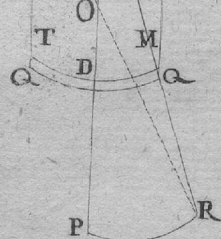


Fig. 28



Fig. 29

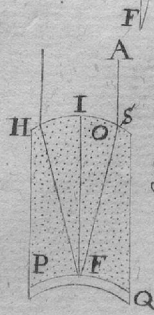


Fig. 30

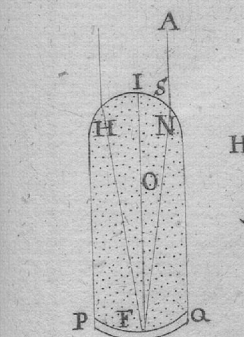


Fig. 31

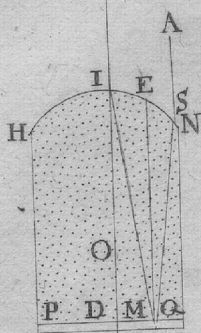


Fig. 32

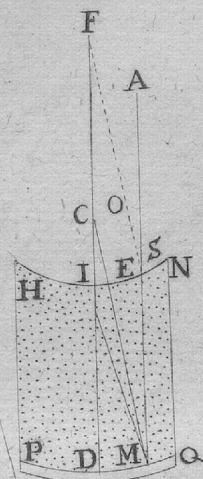


Fig. 33

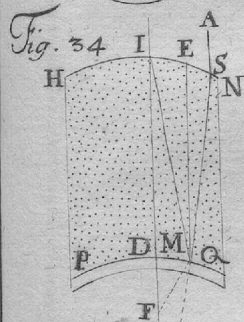
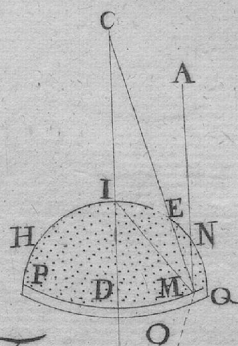


Fig. 37

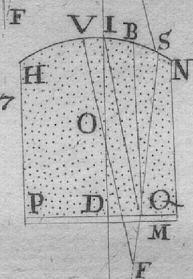


Fig. 35

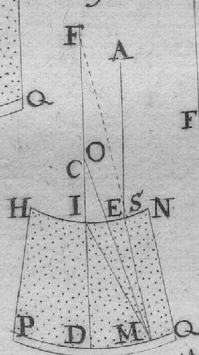


Fig. 36

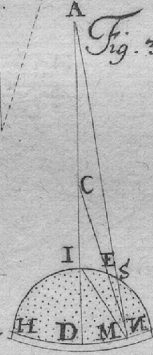


Fig. 38

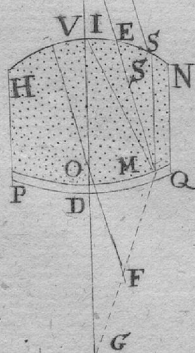


Fig. 39

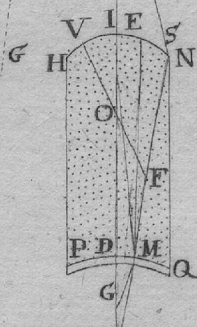


Fig. 40

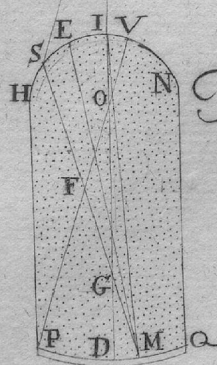


Fig. 41

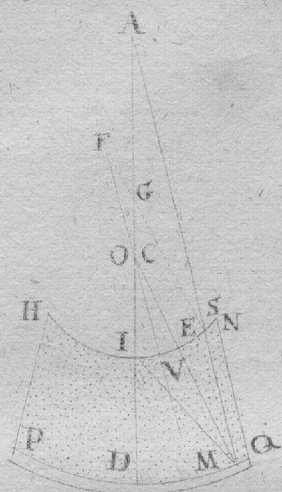
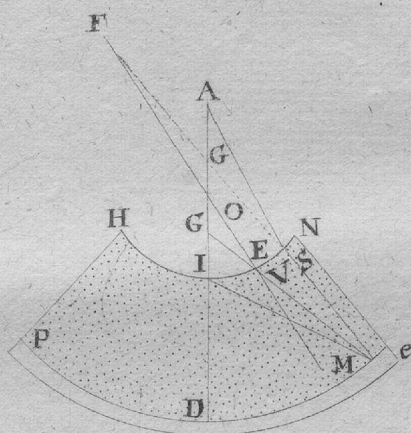


Fig. 42



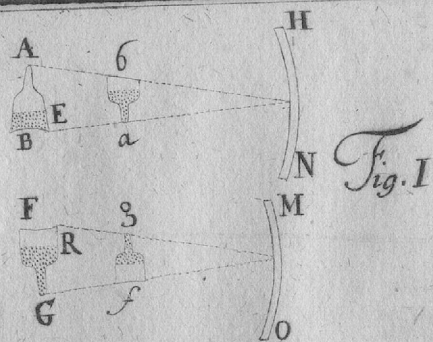


Fig. II

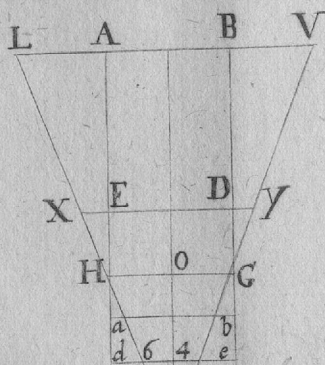
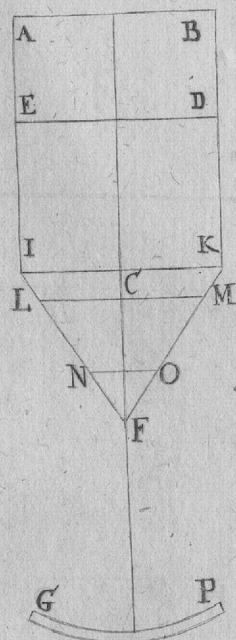


Fig. III

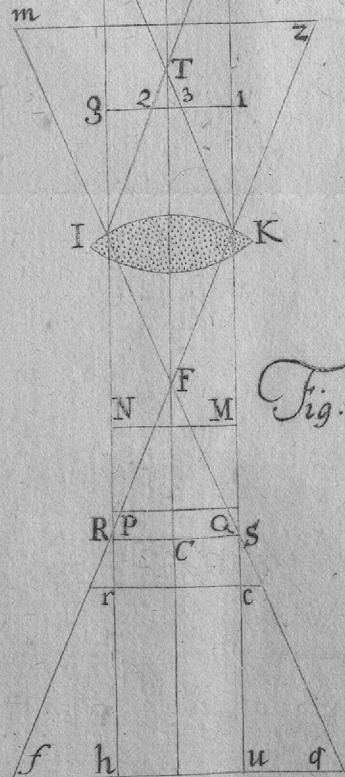
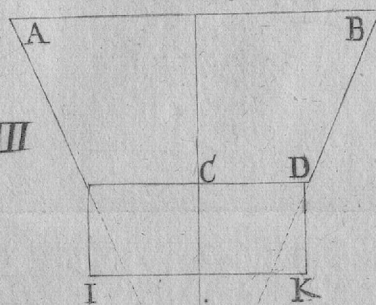


Fig. 3

