wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Vortrag.

Bericht über dioptrische Untersuchungen.

Von dem w. M. **Prof. J. Petzval.**

(Fortsetzung.)

(Vorgetragen in der Sitzung vom 23. Juli 1857.)

Ich habe in den Sitzungen vom 12., 19. und 26. März 1857 der kais. Akademie der Wissenschaften einen kurzen Bericht über die Ergebnisse meiner langjährigen dioptrischen Untersuchungen vorgelegt und glaube von dem theoretischen Theile ein genügend klares Bild in Bezug auf Ausdehnung und Zweck, so wie auf die hervorragendsten wissenschaftlichen Resultate, die in Gestalt von optischen Naturgesetzen mit einfachem analytischen Ausdrucke der Forschung entgegen getreten sind, gegeben zu haben. Es fehlte jedoch dieser Arbeit auch nicht an praktischen Resultaten; ja sie konnte schon desshalb nicht ohne solchen bleiben, weil sie im Grunde von einer praktischen Leistung, dem gegenwärtig allgemein im Gebrauche stehenden Cameraobscura-Objective ihren Ausgang nahm, was ihre wesentlich praktische Sendung so zu sagen begründete. Ich habe jedoch nie auf dem Wege der Presse zu dem Publicum davon gesprochen, habe somit diese meine Erzeugnisse stets den Wechselfällen des Lebens preisgegeben; halte daher gegenwärtig, wo ich zugleich ein Cameraobscura-Objectiv neuer Construction der kaiserl. Akademie vorlege, eine etwas ausführlichere Besprechung für meine Obliegenheit, der sich um so leichter nachkommen lässt, als eine langjährige Erfahrung, die hinter uns liegt, nicht nur die Nothwendigkeit begründet hat, dass die Wissenschaft von Zeit zu Zeit in einfacher und gründlicher Sprache zu denjenigen rede, die von ihren Erzeugnissen Gebrauch machen, sondern auch den Inhalt und die Art und Weise wie dies zu geschehen hat, für den aufmerksamen Beobachter blossgelegt hat.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Es dürfte wohl kaum ein optisches Instrument geben, selbst wenn wir an das Fernrohr denken, welches ein grösseres in ernster Weise damit beschäftigtes Publicum besässe, als gegenwärtig die Camera obscura. Eine grosse Anzahl von Photographen, theils vom Fache, theils von Liebhaberei, arbeitet an der Ausbildung einer Kunst, die des Wunderbaren und Reizenden mehr haben dürfte, als irgend eine andere. Die viele Übung schärft die Sinne und erzeugt eine Menge von Kennern, die bereits vielfältig und mit Recht bemerkt haben, dass es jetzt schon weit mehr schlechte Objective gibt, als gute, die daher ein vorzügliches Erzeugniss dieser Art zu schätzen wissen und auch wirklich keine Opfer scheuen, um sich ein solches, falls es zu haben ist, zu verschaffen. Bei einem Artikel nicht optischer Natur wären hiemit die Bedingungen der successiven Veredlung erfüllt. Dass dies bei der Camera obscura nicht der Fall ist, beruht auf mehreren Gründen, nämlich erstens auf dem Umstande, dass dieses Erzeugniss schon bei seinem Entstehen misslicher Weise der Wissenschaft so zu sagen aus der Hand gerissen wurde und einem optischen Künstlerpublicum zugeschleudert war, dem tiefere wissenschaftliche Einsicht in der Regel als etwas sehr Überflüssiges erscheint; zweitens auf der einseitigen Kennerschaft der Photographen, die nur höchstens so weit, als sie reell ist, ein gutes Objectiv von einem schlechten zu unterscheiden weiss, übrigens aber kaum wissen dürfte, was sie will, oder was sie vernünftigerweise wollen kann, und, um die Verwirrung der Begriffe zu vervollständigen, Eigenschaften von einem Apparate verlangt und gelegentlich auch zuschreibt, die er gar nicht haben kann, oder die mindestens unter dem Eindrucke einer ersten Wahrnehmung auf sehr ungeeignete Weise ausgedrückt wurden. Z. B. dieser Apparat arbeitet plastisch heraus, jener nicht; dieser Apparat arbeitet tief hinein ins dunkle Grün, jener nicht; dieser hat einen chemischen Focus, jener nicht u. s. w. Alle diese Redensarten, einem wirklich wahrgenommenen Übelstande entsprossen, aber sämmtlich unrichtig im Ausdrucke, dienen nur, die Begriffe zu verwirren und die Aufmerksamkeit des Beurtheilers von dem Umstande abzulenken, der an solcher Unzukömmlichkeit die Schuld trägt und dürften endlich zu einem Handwerks-Jargon führen, der seiner Zeit nicht ohne Einfluss bleiben könnte auf die Versteinerung der Zunft. Hier kann wohl nur die Wissenschaft abhelfen durch gründlichen und dermassen populären Unterricht, dass ihm in den

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

elementaren Lehrbüchern der Physik alsogleich eine Stelle angewiesen werden kann. Ich halte es für zweckmässig, einen solchen bei gegenwärtiger Gelegenheit, wo ich mein neues Objectiv vorlege, einzuleiten, und wenn ich auch dabei Gefahr laufe, etwas zu sagen was einige schon wissen, so strebe ich doch nach dem Verdienste, diesen Wenigen ein Gesammtbild vorzuführen, welches sie noch nicht besassen, und zugleich ein grösseres photographisches Publicum über die Natur des Instrumentes, von dem sie Gebrauch machen, gründlicher zu belehren. Ich glaube den Zweck am aller besten dadurch zu erreichen, dass ich mir hier diejenigen Fragen vorlege, die auch der rationell vorgehende Erfinder eines solchen Apparates sich vorlegen muss, sie beantworte, und die Ergebnisse der Untersuchung an dem allgemein bekannten Gegenstande dieser Art beispielsweise erläutere. Diese Fragen sind: Was ist ein Cameraobscura-Objectiv, zu welchen Zwecken wird es gebraucht; welche sind die zur Erreichung derselben dienlichen Eigenschaften; endlich in welchem Masse und mit welchen Mitteln lassen sie sich in einem solchen Instrumente vereinigen?

Eine Schrift, die den Zweck hat, gründliche Einsicht in die Natur eines optischen Instrumentes mit wesentlich mathematischer Grundlage denjenigen zu verschaffen, die davon Gebrauch machen und nur zum geringsten Theile mathematische Bildung besitzen, kann sich nicht im Sinne anderer populärer Schriften dadurch als populär gestalten, dass sie sich lediglich in unbestimmten Redensarten ergeht über die Wirkungen eines solchen Geräthes, die denjenigen, der sie vernimmt, um nichts klüger machen, als er war. Sie hat vielmehr das Recht von Jedermann nicht ein leichtes Lesen, oberflächliches, sondern vielmehr ein angestrengtes gründliches Studium zu verlangen, dagegen aber auch die Verpflichtung, dem Bildungsgrade eines sehr gemischten Publicums sich dadurch anzupassen, dass sie für jeden einen entsprechenden Grad klarer Einsicht in die Natur des entsprechenden Gegenstandes bringt. Eine solche klare Einsicht gewinnt man aber erstens dadurch, dass man das Gesetz oder die Gesetze der verschiedenen Wirkungen kennt, die erwünscht oder unliebsam einem solchen optischen Apparate angehören, Gesetze, die am allerzweckmässigsten in einer mathematischen Formel ihren Ausdruck finden und die freilich wohl nur für denjenigen ihren vollen Werth haben, der der mathematischen Sprache im gewissen Grade mächtig ist; es lässt

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

sich aber auch zweitens ein beschränkterer Grad von Einsicht dadurch erzielen, dass man diese Wirkungen der Grösse nach in den Fällen, die die Praxis angehen, in bestimmten Zahlen angibt. Aus der Verbindung dieser beiden Hebel der Einsicht, der mathematischen Formel nämlich, die man für eine gewisse Anzahl specieller Fälle in Zahlen umgesetzt hat, entspringt die klare Einsicht eines gründlichen Kenners, der sein Urtheil nicht erst mühsam aus den verborgensten Falten des Gedächtnisses zu holen hat, sondern der es wie mit einem Schlage vor Augen legt. Es können daher in dieser Abhandlung die einfachsten optischen Formeln nicht fehlen und auch der Gebrauch der ersten Anfangsgründe der Infinitesimal-Analysis kann nicht umgangen werden, weil er für den mathematisch Gebildeten wahrhaft populär ist. Für diejenigen aber, die vor einer Formel erschrecken, sind die aus ihr abgeleiteten numerischen Daten in runden Zahlen, und es wird gewiss nicht schaden, wenn auch der Laie sieht, wie die Mathematik mit leichter Mühe zu Resultaten gelangt, die selbst das angestrengteste Nachdenken des verständigen, aber mathematisch ungebildeten Kopfes schwer oder gar nicht herausgebracht hätte. Hiemit kehren wir zurück zum Gegenstande unserer Untersuchungen.

Eine Camera obscura ist eine Vorrichtung, vermittelst welcher in endlicher Entfernung ein Bild gemacht wird von einem fernen oder nahen Gegenstande.

Es wird wohl schon nach dieser Erklärung Niemandem schwer fallen, der Camera obscura Eigenschaften anzuwünschen, und die Wünsche werden sich desto kühner gestalten, je lebhafter die Phantasie und je geringer die Einsicht des Wünschenden ist. Es ist auch erspriesslich, alles dasjenige, was sich vernünftigerweise wünschen lässt, aufzuzählen, um dann später überlegen zu können, in wie ferne demselben zu willfahren ist. Wir wünschen also: das Bild soll scharf, lichtstark, naturgetreu, eben sein, die Camera obscura soll dienen zur Abbildung entfernter und naher Gegenstände, wo möglich zu gleicher Zeit; soll grosses Gesichtsfeld besitzen, das Bild soll gross oder klein sein, wie man nur immer will, auch soll der Apparat möglichst wenig kosten und bequem sein zum Handhaben.

Einer grossen Mehrzahl dieser Anforderungen lässt sich Genüge leisten durch eine Vorrichtung, zu der der Optiker nicht den geringsten Bestandtheil liefert und ganz überflüssig ist und die auch nichts weiter kostet, als einen Nadelstich in ein Kartenblatt. Man versieht

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

nämlich den Fensterladen eines sorgfältig verfinsterten Gemaches mit solch' einer kleinen Öffnung und stellt vor dieselbe einen Schirm, so fällt darauf ein Bild der aussen sich befindlichen Gegenstände, welches die Mehrzahl der oben angegebenen Eigenschaften besitzt in idealer Vollkommenheit: absolute Naturtreue, Abbildung entfernter und naher Gegenstände zu gleicher Zeit, grosses Gesichtsfeld, so nahe an 180°, als man nur will, eben oder gekrümmt nach Belieben, geringe Kosten und eine Handhabung, die sich nicht bequemer denken lässt, sind die Eigenschaften, die ihm aus dem Inbegriffe der oben aufgezählten zukommen und es fehlt nur an Schärfe und Lichtstärke. Dieser Abgang genügt aber auch vollkommen, um die Vorrichtung zu ernsteren Zwecken unbrauchbar zu machen. Es könnte daher auch hier von derselben nicht die Rede sein, wenn sie nicht ein im hohen Masse geeignetes Beispiel darböte, um zu zeigen, was die Natur bereitwillig bietet und was durch mehr oder minder schwere Opfer erkauft werden muss, ferner, wie oft eines der bereitwillig Gebotenen verloren geht, wenn man durch die Mittel, welche die Kunst und Wissenschaft angibt, die edleren Eigenschaften: Schärfe und Lichtstärke erhöhen will, und endlich von welcher Art und von welchem Einflusse die verschiedenen, theilweise noch übrig bleibenden Unvollkommenheiten seien, denn das absolut Vollkommene erscheint auf dem Erdenrunde nicht.

Wer in die Natur irgend einer Sache tiefere Einsicht gewinnen will, thut beinahe immer am besten, wenn er sein Studium vom Ursprunge derselben, oder von der allereinfachsten Form beginnt. Dies ist Regel in allen Kunst- und Wissenschaftszweigen. Der Sänger darf nicht aufhören, die Tonleiter zu singen, der Tänzer muss fortwährend seine Pliées und Battements üben. Der gelehrte Schulmann vom Fache verdankt seine Überlegenheit über den Dilettanten grossentheils der steten Beschäftigung mit den Elementen. Wer die Segnungen der Civilisation gehörig würdigen will, muss sich mit Robinson Crusoe im Geiste auf eine wüste Insel versetzen u. s. w. Wer einen andern Weg einschlägt, lauft gar oft Gefahr, gerade das Werthvollste und Einflussreichste zu übersehen. Er gelangt nie zu einer gerechten Würdigung der Leistungen der Kunst und Wissenschaft, schätzt hoch, was keinen Werth hat, und oft gar nicht da ist, missachtet hingegen das wahrhaft Werthvolle, verlangt das Unmögliche und ist mit einem Worte ein sehr unerspriesslicher Kenner. Wir heben daher das

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Studium der Camera obscura an mit einer sorgfältigen Discussion ihrer allereinfachsten Form, nämlich einer kleinen Öffnung im Fensterladen und wollen annehmen, dass die abgebildeten Gegenstände in sehr grosser Entfernung von demselben liegen, dass daher ein jeder Punkt einen äusserst spitzen Strahlenkegel der kleinen Öffnung zusende, den man für einen dünnen Strahlencylinder nehmen kann.

Wäre nun die Fortpflanzung des Lichtes eine geradlinige, so würde ein jeder solcher Strahlencylinder mit der ihm eigenen Farbe und Lichtintensität durch die Öffnung des finsteren Gemaches dringen bis zum Schirm, der das Bild auffängt. Auf diesem würde er dann einen kreisrunden Fleck nahezu von der Grösse der Öffnung und von der ihm eigenen Farbe und Lichtstärke erzeugen. Der Inbegriff aller dieser verschieden gefärbten Flecke würde sich dann zu einem Bilde gestalten, welches, gegen das Object betrachtet, in der Richtung von oben nach unten sowohl, wie in jener von rechts nach links, umgekehrt erschiene, gerade so, wie dies auch bei der gewöhnlichen Camera obscura der Fall ist. Die Schärfe des Bildes liesse sich erhöhen, und zwar nach Belieben, durch Verkleinerung der Öffnung. Dies gilt aber, wie gesagt, nur in der Voraussetzung der geradlinigen Fortpflanzung des Lichtes.

Da sich aber das Licht nicht geradlinig fortpflanzt, so ist hier der Sachverhalt ein ganz anderer. Macht man nämlich die Öffnung am Fensterladen zuvörderst entsprechend gross und denkt sich der einfacheren Betrachtung wegen nur einen einzigen leuchtenden Punkt, etwa einen Stern, abgebildet, verkleinert ferner die Öffnung, um ein stets schärferes, einem leuchtenden Punkte näher kommendes, also immer kleineres Bild dieses leuchtenden Punktes am Schirme zu gewinnen, so sieht man allerdings dieses Bild sich mit der Öffnung bis zu einem gewissen Masse verkleinern; überschreitet man dieses Mass, die Öffnung noch mehr verringernd, so wird das Bild des leuchtenden Punktes wieder grösser und lichtschwächer zugleich, überschreitet aber an Grösse jeder Zeit die Öffnung selbst, der es unter der Voraussetzung der geradlinigen Fortpflanzung des Lichtes immer gleich bleiben sollte. Diese Wirkung, dieses Ausweichen der Lichtstrahlen nach der Seite, bildet nun eine Sorte sogenannter Abweichung, nämlich die Abweichung, welche der Beugung des Lichtes entspricht. Ihre Kenntniss ist einem jeden nothwendig, der von irgend einem optischen Instrumente, ob Fernrohr, Mikroskop, oder Camera obscura

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Gebrauch macht; es genügt jedoch nicht, nur zu wissen, dass diese Wirkung überhaupt vorhanden ist, sondern man muss sie auch wenigstens ungefähr ihrer Gestalt und Grösse nach anzugeben wissen, weil sonst die Kenntniss keinen praktischen Nutzen hat. Auch der Photograph hat mit dieser Abweichungssorte zu kämpfen, wenn er ein scharfes Bild durch ein enges Diaphragma erzielen will. Es ist daher nothwendig, näher einzugehen in die Beschaffenheit der besprochenen Beugungserscheinung.

Vermöge der Beugung des Lichtes ist das Bild eines leuchtenden Punktes bei noch so sehr verminderter kreisrunder Öffnung doch niemals ein Punkt, sondern ein sogenanntes Beugungsspectrum, das aus einem lichten kreisrunden Flecke besteht, der mit dunklen und lichten concentrischen Kreisen abwechslungsweise umgeben ist. Die grösste Lichtstärke hat der kreisrunde lichte Fleck in der Mitte, die umgebenden lichten Ringe aber sind unter den eben besprochenen Umständen so lichtschwach, dass man sie kaum wahrnimmt und dass sie nur durch die künstlicheren, von der Wissenschaft in Anwendung gesetzten Mittel wahrnehmbar gemacht werden können. Insofern als also die Beugung als störende Wirkung auftritt, kann man sie ihrer Grösse nach durch den Durchmesser des innersten lichten Fleckes, gemessen ungefähr bis zu dem ersten umgebenden dunklen Ringe, als bestimmt ansehen. Diesen Durchmesser erhält man aber durch folgende geometrische Construction: Man denke sich durch den Mittelpunkt der Öffnung am Fensterladen senkrecht auf die Ebene desselben eine Linie gezogen, trage von diesem Mittelpunkte aus gegen den Schirm zu eine Strecke auf, gleich dem Durchmesser der Öffnung, und im Endpunkte derselben eine darauf Senkrechte, auf der man nach oben und nach unten die Wellenlänge aufträgt, die für rothes Licht $1/50{\cdot}000$ eines Zolles, für violetes ungefähr $1/100{\cdot}000$ beträgt; nun ziehe man durch den Mittelpunkt der Öffnung zwei gerade Linien durch die zwei Endpunkte dieser Senkrechten, so werden diese, bis zu dem Schirm fortgesetzt, auf demselben die zwei Endpunkte des in Rede stehenden Durchmessers markiren und die sie verbindende Linie wird der Durchmesser selbst sein. Heisst die Wellenlänge λ und der Halbmesser der Öffnung ρ, die Durchmesser des Abweichungskreises D, die Entfernung des Schirmes aber A, so wäre:

$$D = \frac{A\lambda}{\rho}. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Dies gilt jedoch nur, wenn ρ bereits sehr klein geworden ist. Wäre dem nicht so, d. h. wäre die Öffnung eine grössere, so müsste man ihren Durchmesser zum Werthe von D noch hinzuzählen und hätte dann:

$$D = 2\rho + \frac{A\lambda}{\rho}.$$

Dieser Gleichung lässt sich der vortheilhafteste Werth ρ d. h. derjenige, dem das kleinste mögliche D und somit das schärfste Bild entspricht, entringen. Differenzirt man nämlich, um D zu einem Minimum zu machen, dasselbe nach ρ und setzt den Differentialquotienten der Nulle gleich, so gewinnt man:

$$\rho^2 = \frac{1}{2} A\lambda \text{ folglich } \rho = \sqrt{\frac{1}{2} A\lambda} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

und:

$$D = 2\sqrt{2A\lambda}.$$

Ist z. B. $A = 11$ Zoll, so ergibt sich für rothes Licht, d. h. für $\lambda = \frac{1}{50.000}$ Zoll, nahezu: $D = 0{\cdot}042$ Zoll und $\rho = 0{\cdot}01$ Zoll; für violetes Licht hingegen, d. h. für $\lambda = \frac{1}{100.000}$ Zoll hat man $D = 0{\cdot}030$ und $\rho = 0{\cdot}007$ Zoll $= 0{\cdot}07$ Linien. Man kann also sagen: es wird im Allgemeinen nichts mehr nützen, wenn man die Öffnung unter $^1/_{10}$ Linie im Halbmesser und $^1/_5$ Linie im Durchmesser verkleinert, und es wird im günstigsten Falle das Bild eines leuchtenden Punktes ein kreisrunder Fleck sein von etwa $^1/_2$ Linie im Durchmesser. Es wird sich daher das Bild nur aus einer solchen Entfernung allenfalls gut ansehen lassen, aus welcher ein solcher kreisrunder Fleck von $^1/_2$ Linie Durchmesser noch als Punkt erscheint, d. h. aus einer Entfernung, aus welcher derselbe unter einem Gesichtswinkel von 1 Minute wahrgenommen wird, d. h. aus einer Entfernung von beiläufig 2 Klaftern. Vergrösserung wird es natürlich gar keine vertragen. Es kommt also dem Bilde nur ein sehr geringer Grad von Schärfe zu und auch die Lichtstärke ist sehr unbedeutend. Um von beiden eine genauere numerische Kenntniss zu gewinnen, möge man erwägen, dass ein gewöhnliches photographisches Cameraobscura-Objectiv von 3 Zoll Öffnung und 11 Zoll Brennweite, bestimmt zum Porträtiren, wenn es nur halbwegs gut ist, ein Bild liefere, welches mindestens in der Mitte des Gesichtsfeldes zehnmalige Vergrösserung verträgt. Es ist also

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

an Schärfe der Camera obscura ohne Glas beiläufig 180mal überlegen. Bessere Instrumente sind es natürlich noch in weit höherem Grade. In Bezug auf die Lichtstärke beachte man, dass bei gleicher Brennweite, nämlich von 11 Zoll, also derselben Bildgrösse, d. h. derselben Grösse der Abbildung eines bestimmten Gegenstandes die Öffnungen, die einerseits $^1/_5$ Linie, anderseits 36 Linien betragen, in dem Verhältnisse wie 1 : 180 sind; die Lichtstärken verhalten sich aber wie die Quadrate der Öffnungen, stehen somit im Verhältnisse wie 1 : 32400. Eine photographische Abbildung wird man mit dieser Lichtstärke schwerlich erzielen.

Hieraus folgt nun zweierlei, was der Aufmerksamkeit werth ist: Man sieht nämlich erstens, wie Kunst und Wissenschaft dahin gelangt sind, Mittel zu erzeugen, Linsen nämlich mit den gehörigen Krümmungen und in passender Anordnung, die geeignet sind, gewisse vorzüglich schätzbare Eigenschaften einer Vorrichtung, Bildschärfe nämlich und Lichtstärke zu erhöhen im Verhältnisse wie 1 : 180 und letztere gar wie 1 : 32400; zweitens lernt man eine Art Abweichung kennen, welche dem masslosen Diaphragmiren des Objectives Grenzen setzt. Wer nämlich sein 3zölliges photographisches Objectiv, vielleicht um scharfe Abbildungen verschieden entfernter Gegenstände gleichzeitig zu erzielen, z. B. bis auf 6 Linien Öffnung abblendet, der erzeugt sich selbst eine die Schärfe beeinträchtigende Abweichung im Bilde und bewirkt namentlich, dass das Bild eines leuchtenden Punktes kein Punkt ist, sondern ein runder Fleck, dessen Durchmesser gegeben ist durch die einfache Formel (1), in welcher λ durch die Wellenlänge gleich $\frac{1}{50.000}$ Zoll, A durch die Brennweite gleich 11 Zoll, ρ aber durch die halbe Öffnung gleich 3 Linien ersetzt werden muss. Mit diesen Daten ergibt sich nahezu der Durchmesser des Abweichungskreises $D = 0{\cdot}01$ Linie. Da in feinen Zeichnungen und Schriften Linien vorkommen, deren Breite selbst geringer ist, als $^1/_{50}$ Linie, so werden solche mit einem derart diaphragmirten Objective photographisch copirt, von Abweichungskreisen der angrenzenden lichten Punkte theilweise überdeckt, schmäler noch und feiner erscheinen, und es wird sich diese missliebige Wirkung steigern, wenn zur Abweichung wegen der Beugung noch irgend eine andere hinzutritt, z. B. die aus der Krümmung des Bildes hervorgehende, bis endlich bei vollständiger Überdeckung diese im Originale schwarzen Linien

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

im Bilde nur entweder als blasse Schatten oder gar nicht wahrnehmbar sind, so dass ein solches Bild, wenn es auch mit freiem Auge anzusehen ist, doch keine Vergrösserung mehr verträgt.

Kehren wir jetzt, um mit der möglichsten Klarheit stufenweise fortzufahren, zur natürlichen Camera obscura ohne Glas zurück und suchen wir sie dadurch zu veredeln, dass wir in die Öffnung eine kleine einfache, folglich unachromatische Glaslinse hineinfügen, die, damit man den Vergleich mit dem gebräuchlichen Cameraobscura-Objective fortsetzen könne, 11 Zoll Brennweite haben und aus Crownglas bestehen mag; und untersuchen wir sodann, was durch diese wenig kostspielige Veränderung an den guten Eigenschaften der Vorrichtung gewonnen und was verloren ist.

So lange die Öffnung dieser Linse gegen die Brennweite klein genug ist, kann man ohne wesentlichen Fehler annehmen, dass die Strahlen von einerlei Brechbarkeit von ihr vereinigt werden in einem und demselben Punkte. Das Bild also eines im homogenen Lichte strahlenden Punktes würde dann, abgesehen von der Beugung, auch wieder ein Punkt sein, wenn man nur den Schirm an die rechte Stelle setzt. Es kann hier alsogleich bemerkt werden, wie mit der erzielten Verbesserung alsogleich auch eine minder bequeme Handhabung verknüpft ist. Bei der natürlichen Camera obscura ohne Glas nämlich stellt man den Schirm wohin man will, und bekommt überall ein gleich gutes und bei gleichzeitiger Modification der Öffnung nach den Formeln (2) auch das beste mögliche Bild. Wie man eine Linse anwendet, muss man aber den Schirm aufstellen in einem bestimmten Punkte. Dieser Punkt, in welchem das Bild zu Stande kommt, heisst Focus oder Brennpunkt des Objectives. Weil aber Glas die verschiedenfarbigen Strahlen anders und anders bricht, so haben auch die äussersten rothen, mittleren gelben und äussersten violeten des Spectrums je ihren eigenen Focus. Da aber die Entfernung derselben vom Linsenmittelpunkte, den wir durch p bezeichnen wollen, gegeben ist durch die bekannte Formel:

$$\frac{1}{p} = (n-1)\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{r'}\right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

in welcher r und r' Krümmungshalbmesser sind der Vorder- und Hinterfläche der Linse, n aber der Brechungsindex, und nachdem sich die verschiedenfarbigen Strahlen eben durch ihre Brechungs-

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

indices unterscheiden; so wird man Brechungsindex und Brennweite für rothes Licht mit n und p, für violetes Licht hingegen mit $n + dn$ und $p + dp$ bezeichnen können und, die Formel nach n und p differenzirend, erhalten:

$$-\frac{dp}{p^2} = \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'}\right) dn = \frac{dn}{(n-1)\,p}$$

also

$$dp = \frac{p\,dn}{(1-n)}.$$

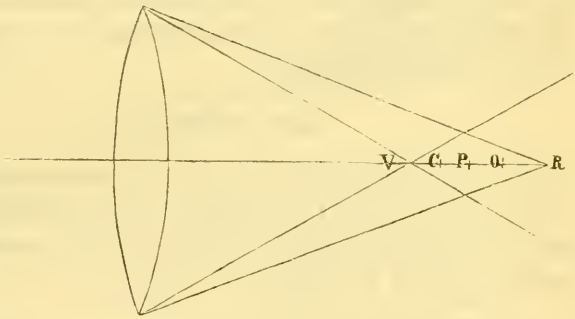
Für Crownglas ist $\frac{dn}{n-1} = 0{\cdot}036$, folglich hat man

$$dp = -0{\cdot}036\,p \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

und da wir endlich die Brennweite p gleich 11 Zoll des gewöhnlichen Cameraobscura-Objectives zu Grunde gelegt haben, so wird für eine solche:

$$dp = -0{\cdot}396$$

sein, d. h. die äussersten violeten Strahlen, die brechbareren, besitzen eine um beiläufig 0·4 Zoll kleinere Brennweite als die äussersten rothen. Die ersteren vereinigen sich in V, die anderen weiter entfernt von der Linse in R. Zwischen V und R liegen die Brennpunkte aller übrigen im solaren Spectrum erscheinenden Strahlen. Diejenigen unter ihnen, welche vorzüglich auf das Sehorgan des Menschen einwirken, sei es durch ihre Menge oder Farbe, concentriren sich um einen Punkt O herum, der näher an R als an V liegt und streng genommen kein absolut bestimmter sein kann, schon aus dem Grunde, weil die Empfindlichkeit für verschiedenfarbiges Licht nicht für alle Augen dieselbe ist. Auf diesen Punkt O wird das Bild gewöhnlich eingestellt, von jedem Beobachter in der Regel auf eine andere, etwas verschiedene Weise. Weiter in C befindet sich ein anderer Punkt näher an V als an R, in dessen Nähe diejenigen Strahlen zur Vereinigung kommen, denen vorzugsweise chemische Wirkung zukommt. Auch dieser



wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Punkt scheint ein absolut bestimmter zu sein und dürfte abhängen von dem Stoffe, auf den der Lichteindruck erfolgt. Hier kommt das beste photographische Bild zu Stande. Endlich ist zwischen V und R, beinahe genau in der Mitte gelegen, noch ein dritter Punkt zu merken, der P, allwo der durch den Schirm abgeschnittene Strahlenkegel den allergeringsten Querschnitt hat. Nennt man den Durchmesser dieses Querschnittes D, die halbe Öffnung der Linse wie zuvor ρ, die Brennweite p und dp, die sogenannte chromatische Längenabweichung gleich $R\ V$, so ist

$$D = \frac{\rho dp}{p} = 0{\cdot}036\,\rho,$$

der Durchmesser also des kleinsten chromatischen Abweichungskreises ist lediglich abhängig von der Linsenöffnung und nicht von der Brennweite, ein sowohl in der Theorie der Fernröhre, wie auch der Camera obscura importanter Satz.

Zu dieser chromatischen Abweichung tritt nun noch diejenige, die wir früher kennen gelernt haben, nämlich die aus der Beugung des Lichtes entspringende, hinzu und vergrössert den Durchmesser des Abweichungskreises um ihren Betrag, um $p\,\lambda$ nämlich, so dass also die Gesammtabweichung

$$D = 0{\cdot}036\rho + \frac{p\lambda}{\rho}$$

ausfällt. Sucht man auch hier auf eben dieselbe Weise wie früher denjenigen Werth der Linsenöffnung ρ, für welchen D ein Kleinstes wird, so hat man abermals, den nach ρ genommenen Differentialquotienten von D der Nulle gleich setzend:

$$\rho = \sqrt{\frac{p\lambda}{0{\cdot}036}} \quad \text{und} \quad D = 0{\cdot}072\sqrt{\frac{p\lambda}{0{\cdot}036}}$$

also für rothes und violetes Licht beziehlich

$$\rho = 0{\cdot}08 \qquad D = 0{\cdot}006$$
$$\rho = 0{\cdot}06 \qquad D = 0{\cdot}004.$$

Die zulässige Öffnung, die das schärfste Bild gibt, kann also beiläufig gleich $1\frac{1}{2}$ Linien angenommen werden, erscheint mithin mehr als 7mal so gross, als bei der natürlichen Camera obscura ohne Glas, wodurch sich die Lichtstärke auf die 50fache erhöht, jedoch noch immer ein sehr geringer Bruchtheil, nämlich $\frac{1}{648}$ von derjenigen bleibt, die das gebräuchliche Cameraobscura-Objectiv besitzt. Hiebei

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

hat aber auch die Schärfe bedeutend zugenommen, denn der Durchmesser D des Abweichungskreises ist im Mittel auf 0·005 Zoll oder beiläufig auf 0·06 Linien herabgesunken, erscheint also beiläufig 12mal kleiner, als bei der Dunkelkammer ohne Glas, was ein Bild gibt, das von demjenigen der üblichen Camera obscura nur noch im Verhältnisse von 1 : 15 an Schärfe übertroffen wird.

Diese nicht sehr bedeutende Steigerung zweier der wichtigsten Eigenschaften: Schärfe und Lichtstärke nämlich wird durch theilweise Aufopferung aller übrigen theuer genug erkauft. Die Naturtreue ist zwar nicht wesentlich verloren gegangen, der mehrseitigen Verwendbarkeit jedoch zu grossen und kleinen Abbildungen in verschiedenen Entfernungen ist Eintrag gethan, denn das beste Bild befindet sich an einer gewissen Stelle, im Focus nämlich, der ein anderer ist für die optischen und für die chemischen Strahlen. Nach dem herrschenden Sprachgebrauche würde man sagen, dieser Apparat habe einen chemischen Focus. So unrichtig und unlogisch auch dieser Ausdruck ist und so sehr er auch dazu dient, die Begriffe zu verwirren und den chemischen Focus als eine Art bösen Geist darzustellen, der das Bild verschiebt, so wird es doch schwerlich mehr gelingen, denselben abzuschaffen und durch etwas Richtigeres zu ersetzen. Vernünftigerweise kann man den chemischen und optischen Focus nur bezeichnen als jene zwei Punkte in der Axe des Instrumentes, in welchem das beste Bild photographisch erzeugt wird, und im welchem es dem Auge am schärfsten erscheint. Was ist also ein Apparat mit einem chemischen Focus? Offenbar ein solcher, der einen Punkt in der Axe besitzt, in welchem ein gutes Bild photographisch zu Stande kommt. Und was ist ein Objectiv ohne chemischen Focus? Offenbar ein solches, welches nirgends ein gutes Bild macht. Der gangbare Ausdruck bezeichnet gerade das Gegentheil von demjenigen, was man sagen will. Ebenso leicht und richtiger wäre es, zu sagen: das Objectiv habe getrennte Brennpunkte. Im gegenwärtigen Falle zum Beispiele einer kleinen unachromatischen Linse stehen dieselben in einem Abstande von etwa drei Linien, was das Erzielen eines scharfen Bildes in der photographischen Praxis wesentlich erschwert.

Wenn die chromatische Längenabweichung dp, welche durch die Formel (4) gegeben ist, stets eine und dieselbe wäre, somit auch der Abstand, der die beiden Brennpunkte trennt, stets ein und derselbe, so wäre hier sehr leicht abzuhelfen: man brauchte nämlich dann nur

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

das matte Glas der Camera obscura an eine andere Stelle zu setzen, als diejenige Fläche, auf welcher photographisch das Bild gemacht wird, in die Entfernung von drei Linien nämlich. Die Sache verhält sich jedoch anders: Die Formeln (3) und (4) geben nämlich nur die Vereinigungsweite paralleler Strahlen und gelten daher nur für solche und sind anwendbar für den Fall, dass man sehr entfernte Gegenstände abbildet. Für nähere in mässiger Entfernung a vom Objective stehende Gegenstände nämlich tritt eine andere Formel auf; denn diese werden nicht mehr im Brennpunkte, also in der Entfernung p abgebildet, sondern in einer andern α, welche gegeben ist durch die Formel:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p} - \frac{1}{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Differenzirt man diese nach dem Brechungsindex, der sich in p vorfindet, so erhält man:

$$d\alpha = \frac{\alpha^2\, dp}{p^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Nun stellt $d\alpha$ die chromatische Längenabweichung vor und kann von dem dp, welches die Formel (4) gibt, wesentlich verschieden ausfallen. Setzt man beispielweise, um einen extremen Fall vor Augen zu haben, $\alpha = 2\,p$ voraus, also den abzubildenden Gegenstand dem Objective der Camera bis auf den doppelten Betrag der Brennweite nahe gerückt, so ergibt sich aus der (5) $a = 2\,p$ und aus der (6) $da = 4\,dp$. Die chromatische Längenabweichung ist also viermal so gross geworden, folglich auch der Abstand der beiden getrennten Brennpunkte, der hiemit auf einen ganzen Zoll angewachsen ist. Da sohin die Trennung dieser beiden Punkte sich als eine mit der Entfernung des abzubildenden Gegenstandes im namhaften Masse veränderliche Grösse darstellt, so entspringt daraus ein wesentlicher mit unachromatischen Linsen verbundener Übelstand bei photographischen Dunkelkammern, dessen Wegschaffung durch möglichst vollkommenen Achromatismus hier noch wichtiger erscheint, als bei Fernröhren.

Die Formel (5) belehrt uns noch über einen anderen Vorzug, den die natürliche Camera obscura ohne Glas vor der veredelten hat, der somit bei dem Übergange von der ersteren zur letzteren aufgegeben werden muss. Es ist nämlich hier gleichgiltig, ob die Gegenstände nahe oder fern sind. Die durch eine Glaslinse veredelte hin-

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

gegen wirft das Bild sehr entfernter Gegenstände in den Abstand p, dasjenige der in der Entfernung a stehenden hingegen in die Entfernung α, und hat man die einen scharf, so sind es die andern nicht. Dies zwingt den Photographen zu mancherlei künstlichen Anordnungen in der Aufstellung des Apparates, Gruppirung der abzubildenden Gegenstände und Einrichtung der Camera obscura, über die Einiges später zur Sprache gebracht werden soll.

Das Bild ist ein gekrümmtes geworden, das schärfste fällt nicht mehr auf eine Ebene, sondern in eine Kugelfläche, die aus dem Linsenmittelpunkte mit dem Halbmesser $^3/_2\ p = 16{\cdot}5$ Zoll beschrieben ist. Da nun das Photographiren auf solchen gekrümmten Flächen mancherlei Schwierigkeiten unterliegt, so ist man durch diesen unvermeidlichen Umstand wieder gezwungen, einen Theil der Schärfe, und zwar einen desto grösseren aufzugeben, je grösser das Gesichtsfeld ist. Hiedurch wird aber mittelbar das Gesichtsfeld desto mehr reducirt, je mehr an der Schärfe gelegen ist. Man sieht mit einem Worte, wie eine Steigerung der guten Eigenschaften der Vorrichtung, Lichtstärke und Schärfe nämlich, die zwar bedeutend aber doch nicht so gross ist, dass der veredelte Gegenstand brauchbar würde, erkauft werden muss mit sehr bedeutenden Opfern; und dies rückt uns einen allgemeinen Grundsatz vor Augen, der, mit wenigen Worten ausgesprochen, so lautet: Nichts ist umsonst. Wir gewahren aber auch andererseits, dass es vor allem anderen und wesentlich darauf ankomme, wenn man eine zu ernsten Zwecken wirklich brauchbare Camera gewinnen will, den Achromatismus herzustellen, denn dadurch fällt die chromatische Abweichung weg; in Folge dessen kann Öffnung und Lichtstärke vergrössert werden, mit der vergrösserten Öffnung aber ist wieder eine entsprechende Verringerung derjenigen Abweichung verknüpft, die aus der Beugung entspringt.

Der Achromatismus wird bekanntlich durch Zusammenfügen der Linse aus einem Crown- und Flintglasbestandtheile erzielt und ist namentlich bei Fernröhren etwas seit langer Zeit Bekanntes. Die Objective derselben sind nämlich achromatisch und man hat durch die Zusammensetzung aus zwei Linsen von verschiedenem Glase auch noch einen andern Zweck nebst dem Achromatismus erreicht, die Wegschaffung nämlich einer bei grösseren Öffnungen erst merklichen neuen Abweichungssorte, der Abweichung nämlich wegen der Kugelgestalt, die man den Linsenflächen gibt und die wohl die

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

praktisch am allerleichtesten ausführbare, aber nicht die geeignete ist, sämmtliche Strahlen in einem einzigen Punkte zu vereinigen. Die Krümmungen der zwei Bestandlinsen werden also so gewählt, dass die sphärische Abweichung zwar nicht ganz aufgehoben, aber doch wenigstens sehr namhaft bis auf einen geringen Bruchtheil ihres sonstigen Werthes verringert wird. Es geschieht dies bei Fernröhren auf Grundlage einer gewissen Berechnung, welche aber in aller Strenge nur einen einzigen Punkt des Bildes, den in der Axe des Linsensystems nämlich ins Auge fasst und nur die Erfüllung einer einzigen Bedingung, Bildschärfe nämlich in diesem einzigen Punkte, mithin auch in dessen nächster Nähe, durch eine einzige Gleichung ausgedrückt verlangt, und nachdem dies möglich ist, auch wirklich erreicht. Man muss sich übrigens nicht vorstellen, dass der Fernröhre erzeugende Optiker hier berechnend zu Werke geht; es genügt nämlich das Festhalten der äusseren Ähnlichkeit der Form, um ein genügend gutes Objectiv zu erzielen. Die Crownglaslinse biconvex, die Flintglaslinse planconcav mit derselben zusammengekittet, bilden bei gehöriger Krümmung der Kittfläche ein Ganzes welches das Verlangte nahezu leistet, wenn man die convexe Fläche der so entstehenden planconvexen achromatischen Linse dem Objecte, die plane aber dem Bilde zukehrt. Die grosse Mehrzahl der terrestrischen und zu geodätischen Messungen bestimmten Objective ist so gebaut und nur bei grösseren astronomischen Fernröhren geht man mit mehr Sorgfalt und Genauigkeit zu Werke. Da man nun dasselbe Fernrohr-Objectiv auch in die Camera obscura verpflanzt hat und da es nach Daguerre in den ersten Zeiten der Daguerreotypie das allgemein gebrauchte war, so verdienen seine Eigenschaften und Leistungen, als den ersten namhaften Fortschritt auf diesem Felde darstellend, der erst zu einem praktisch brauchbaren Ergebnisse geführt hat, hier eine nähere Beleuchtung.

Man mochte wohl ursprünglich versucht haben, das auf die Camera obscura übertragene Fernrohrobjectiv gerade so zu verwenden, wie am Fernrohr selbst, die convexe Seite dem Objecte, die plane dem Bilde zugekehrt. Es hat sich aber wahrscheinlich aus der Untersuchung ergeben, dass es auf diese Weise nicht brauchbar war und dies zwar wegen einer etwas sonderbar klingenden, desshalb aber doch thatsächlich vorhandenen Ursache, nämlich wegen seiner einseitigen Vollkommenheit. Von der Theorie dazu bestimmt, ein

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

sehr scharfes, nahmhafte Vergrösserung aushaltendes, aber ganz kleines Bild zu liefern, so viel nämlich, als man mit einem Oculare übersehen kann, dem Gesichtsfelde nach ungefähr zwei Grad oder mitunter auch noch viel weniger, leistet es dies bei richtiger Construction auch wirklich. Wie man sich aber von der Mitte des Bildes oder der Axe des Rohres mehr und mehr entfernt, wird der Betrag der sphärischen Abweichung, die nur für die Mitte weggeschafft wurde, immer grösser, zugleich aber fällt das beste Bild nicht auch eine Ebene, wie man es in der Camera obscura wünscht, sondern auf eine krumme Fläche, die eine Art Rotationsparaboloid ist, mit einem Krümmungshalbmesser $^3/_2\ p$ am Scheitel, unter p, so wie im Vorhergehenden, die Brennweite der achromatischen Linse verstanden. Das Fernrohrobjectiv wäre daher brauchbar erstens dann, wenn man nur sehr kleine Bildchen, kleiner nämlich, als das Objectiv selbst, damit zu erzeugen wünscht, und zweitens dann, wenn man etwas in eine solche krumme Fläche Hineingezeichnetes abzubilden beabsichtigt. Nun ist aber weder das eine, noch das andere der Zweck, zu dem man eine Camera obscura braucht. Dieser Auseinandersetzung entnimmt man sogleich zwei Wege der möglichen Veredlung dieses optischen Erzeugnisses; man muss ihm nämlich entweder die einseitige Vollkommenheit, die ausgezeichnete Schärfe in der Mitte und die gekrümmte Beschaffenheit des Bildes nehmen, bis der Contrast zwischen Mitte und Rand ein minder auffallender und störender wird, oder man muss die sphärische Abweichung des Bildes am Rande durch die von der Theorie gebotenen Mittel zu beseitigen suchen. Den ersten Weg als den leichtern hat die optische Praxis eingeschlagen, der zweite konnte nur durch die Wissenschaft betreten werden.

Wer sich im Besitze eines terrestrischen oder kleineren Theodolithen- oder Nivellir-Fernrohres befindet, kann sehr leicht folgenden Versuch, der, der Praxis den Weg zu zeigen, geeignet ist, anstellen: Er schraube das Objectiv ab, und kehre die achromatische Linse in ihrer Fassung um, dergestalt, dass sie nunmehr die plane Fläche dem Objective und die convexe dem Bilde zukehrt; so wird er gewahr werden, dass er sein gutes Fernrohr in ein schlechtes verwandelt hat, dem nur durch ein beträchtliches Blenden wieder ein etwas besseres Bild abgewonnen werden kann. Die in einer solchen Loupe eintretende sehr bedeutende sphärische Abweichung ist hieran Schuld und es vereinigen sich die Strahlen, die zu einem und demselben

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Strahlencylinder gehören, nimmermehr, wenn auch nur annäherungsweise in einem Punkte, sondern in einer Reihenfolge von Punkten, einer Linie, sogenannten Caustica, welche durch mehrere, in der Nähe des Brennpunktes auf die Axe senkrecht gelegte Ebenen durchgeht, so dass man also bei beliebiger Neigung des Strahlencylinders gegen die Axe immer aus diesem Strahlencylinder einen dünneren Büschel wird ausschneiden können, dessen Strahlen sich nahe genug vereinigen in der Ebene, die durch den Brennpunkt gelegt ist. Der Klarheit wegen muss hier bemerkt werden, dass unter Brennpunkt hier derjenige Punkt der Linsenaxe verstanden wird, in welchem die Centralstrahlen, d. h. die der Axe nächsten desjenigen Strahlencylinders sich vereinigen, welcher zur Axe parallel ist.

Man verfolge nun denjenigen Strahlencylinder, der einen Punkt am Rande des Gesichtsfeldes abbildet, suche sich in demselben den Büschel heraus, den man immer finden wird, wenn nur das Objectiv reichlich mit sphärischer Abweichung gesegnet ist, welcher in der Nähe der Ebene, auf der man das Bild zu haben wünscht, zur Vereinigung kommt, bezeichne sich den Fleck am Objective, wo dieser Büschel einfällt, und blende alles übrige Licht durch ein am schicklichen Orte aufgestelltes Diaphragma ab, so hat man ein passendes Cameraobscura-Objectiv. Bei einer Linse von 3 Zoll Öffnung und etwa 16 Zoll Brennweite, wie die in den ersten Zeiten der Daguerreotypie verwendeten waren, fällt das Diaphragma beiläufig auf 3 Zoll Entfernung vor dieser Linse gegen das Object zu und verträgt eine Öffnung von einem Zoll bei einer leidlich guten, aber nicht ganz gleichförmigen Beschaffenheit des Bildes, das vielleicht in der Mitte eine etwa dreimalige Vergrösserung mittelst einer Loupe vertragen dürfte und am Rande nur noch mit dem blossen Auge anzusehen ist, mithin an Schärfe jedenfalls von dem von mir angegebenen Cameraobscura-Objective, das gegenwärtig im allgemeinen Gebrauche steht, mindestens im Verhältnisse wie 1 : 3 übertroffen wird. In den gegenseitigen Lichtstärken ist der Unterschied noch grösser. Da nämlich diese sich verhalten direct wie die Quadrate der Öffnungen, und umgekehrt, wie die Quadrate der Brennweiten, so stehen sie hier im Verhältnisse wie $1^2 \cdot 11^2 : 3^2 \cdot 16^2$ oder wie 121 : 2304, in runden Zahlen wie 1:19. Dieser bedeutende Unterschied in den Lichtstärken wird einigermassen ermässigt durch die vier reflectirenden Flächen, um welche das neue Objectiv mehr hat, durch die etwa $1/5$ des

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Lichtes verloren geht, wodurch sich das obige Verhältniss ungefähr auf 1 : 16 zurückzieht.

Der Übergang von dem unachromatischen zu dem hier betrachteten achromatischen Objective erscheint ohne Widerrede als der namhafteste Schritt zur Veredlung dieses optischen Gegenstandes; denn nicht nur dass die Schärfe dadurch auf die 3fache erhöht worden, die Lichtstärke aber gar auf die 40fache gebracht ist, verschwindet noch überdies der die Ausübung sehr erschwerende Übelstand des getrennten optischen und chemischen Brennpunktes. Das Bild ist nahezu eben geworden, was sich übrigens bei der unachromatischen Linse durch dasselbe Blendverfahren auch erzielen lässt. Das Gesichtsfeld endlich ist in ein zwar nicht ganz scharfes aber doch nahezu, d. h. durch eine nicht sehr breite Zone von abnehmender Lichtstärke begrenztes übergegangen und namentlich trägt das vorgestellte Diaphragma die Schuld an dieser Beschaffenheit. Da aber dies oft genug die Wirkung der Diaphragmirung ist, so verdient sie hier schärfer ins Auge gefasst zu werden.

Man denke sich aus dem Mittelpunkte des Objectives mit 1 Zoll als Radius einen Kreis beschrieben, dessen Peripherie im Abstande gleich $1/2$ Zoll vom Linsenrande sich befinden wird. Alle durch das einzöllige Diaphragma durchgehenden Strahlencylinder, deren Axen durch diese Kreisperipherie durchgehen, werden noch ganz von dem Objective aufgenommen und bilden einen Punkt ab mit voller Lichtstärke, derselben nämlich, die auch in der Mitte des Bildes vorhanden ist.

Ein jeder solcher Axenstrahl ist auf die Axe des Instrumentes unter einem Winkel von beiläufig 18 Grad geneigt und man ersieht hieraus, dass das Bild bis zu einem Gesichtsfelde von 36 Graden volle und constante Lichtstärke besitze, dieselbe nämlich, welche in der Mitte vorhanden ist. Alle diejenigen Strahlencylinder ferner, deren Axenstrahlen gerade dem Linsenrande begegnen, werden nur halb vom Objective aufgenommen, die andere Hälfte ist durch die Fassung am Eintritte verhindert. Sie sind auf die Axe des Instrumentes geneigt unter einem Winkel von 26 Grad, daher die Lichtstärke von 36 Grad bis zu 52 Grad Gesichtsfeld von ihrem vollen Werthe bis auf die Hälfte herabsinkt. Diejenigen Strahlencylinder endlich, deren Axenstrahlen ausserhalb des Linsenrandes und in einer Entfernung von sechs Linien auffallen, werden gar nicht mehr eingelassen, daher denn die Licht-

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

stärke von 52° bis 66° des Gesichtsfeldes von der Hälfte des Normalbetrages bis auf Null herabsinkt. Wer also gleiches Licht zu haben wünscht, der darf einem solchen Objective nicht mehr als 36° Gesichtsfeld abfordern und dies hat man auch wirklich gethan.

Dies ist also dasjenige Objectiv seinen Eigenschaften nach, mit welchem Daguerre arbeitete, als er seine schöne Erfindung machte. Es ist nicht das einzige zu solchen Zwecken dienliche. Achromatische Linsen, convex-concav gebaut, bieten nämlich, auf dieselbe Weise behandelt, den Vortheil dar, dass ihnen das Diaphragma mehr genähert werden kann, wodurch sie bei derselben Leistung an Schärfe und Gesichtsfeld eine mindere Öffnung benöthigen. Sie würden auch vermuthlich über kurz oder lang in Verwendung gekommen sein, wenn die Wissenschaft nicht wirksamere Hilfsmittel besässe, durch die der Zweck mit viel geringerem Aufwande an materiellen Mitteln in weit vollständigerer Weise erreicht werden kann. Die tatonirende Optik jedoch vermag hier nichts mehr mit ihren beschränkten Hilfsmitteln und es sind die ferneren Fortschritte vorzugsweise Aufgabe der Wissenschaft.

Es hat in der That die ausübende Optik bei der Herstellung eines Fernrohr-Objectives nur drei Bedingungen zu erfüllen, die sich noch dazu von einander sondern, und je für sich durch die geeigneten Schritte behandeln lassen, nämlich erstens, eine bestimmte Brennweite herstellen; zweitens den Achromatismus erzielen und drittens die sphärische Abweichung auf ein Kleinstes herabzubringen. Das erste braucht nicht mit Genauigkeit zu geschehen, weil in der Regel gar nichts daran liegt, ob die Brennweite um ein Geringes grösser oder kleiner ausfällt. Der Achromatismus hängt wesentlich von den Brennweiten der Bestandlinsen, die sphärische Abweichung hingegen von den Krümmungen ab. Dies macht, dass man im Stande ist, den chromatischen Zustand zu verändern, ohne die sphärische Abweichung wesentlich anzutasten, und umgekehrt; man vermag mit einem Worte, jede dieser Krankheiten abgesondert zu curiren, was die Ausführung eines solchen Objectives ganz ohne Rechnung und auf dem Wege des Versuches wesentlich erleichtert und die Thatsache erklärt, dass die praktischen Optiker es kaum der Mühe werth gefunden haben, sich bei Fernröhren, besonders kleinen, einer mathematischen Berechnung zu bedienen. Ganz anders verhält sich die Sache bei dem edleren Cameraobscura-Objective, das ein sogenanntes

vnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Bild der fünften Ordnung liefern soll. Hier hat man nicht ein, sondern fünf Glieder der sphärischen Abweichung, die weggeschafft werden müssen. Der Achromatismus wird durch zwei neue erfüllte Bedingungen zu Wege gebracht und eine achte Bedingung fliesst aus einer bestimmten dem Objective zu ertheilenden Brennweite. Es sind daher auch nicht mehr drei Linsenkrümmungen zureichend, sondern man braucht acht verschiedene optische Elemente, d. h. Linsenflächen und Entfernungen, um diesen acht Bedingungen zu genügen. Hier führt alles Versuchen und Probiren zu nichts und die Theorie muss die genauen Dimensionen des Apparates angeben. Sie aus dem der Rechnung zu Grunde gelegten Materiale mit der entsprechenden Genauigkeit auszuführen, ist jetzt die Aufgabe der Kunst.

Die Wissenschaft steht mit dem Leben in innigerem Zusammenhange, als man auf den ersten Blick wohl meinen möchte. Was das Leben nicht als Bedürfniss anerkannt hat, das macht man auch selten zum Gegenstande einer tiefen wissenschaftlichen Untersuchung und wenn man es thut, so erzielt man ein, wenn auch an sich sehr werthvolles, doch von den Zeitgenossen unbeachtetes Resultat, das ohne Leben nur höchstens in einem Zustande von Einbalsamirung durch Druckerschwärze fortbesteht. Das Leben wirkt befruchtend auf die Wissenschaft und umgekehrt, desshalb wird auch im Allgemeinen jede wissenschaftliche Entdeckung besonders wenn ein kostspieligeres praktisches Erzeugniss die Frucht davon ist, durch das Bedürfniss des Augenblickes beeinflusst, das Gepräge desselben an der Stirn tragen. Dies ist so nothwendig, dass man mit Grund behaupten kann, dass wenn es Jemanden gelungen wäre, ein ganz ausgezeichnetes vollkommen taugliches Cameraobscura-Objectiv noch vor Daguerre zu berechnen, er zuvörderst keinen Optiker dazu gefunden hätte. Hätte er es aber selbst zu Stande gebracht, so würde es bei den Zeitgenossen schon vermöge seines Namens: Cameraobscura-Objectiv gar keine Anerkennung gefunden haben und zu den minder wichtigen Spielereien der Optik gezählt worden sein, ungeachtet eine ganz neue optische Zukunft in demselben vergraben gewesen wäre. Auch das allgemein gebräuchliche Cameraobscura-Objectiv trägt das Gepräge des Augenblickes, in welchem es entstanden ist, und der Inbegriff seiner Eigenschaften ist den damaligen Bedürfnissen angepasst.

Es entstand nämlich in den ersten Zeiten der Daguerreotypie da man noch keine anderen Bilder kannte, als solche auf Silberplatten

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

mit Jodüberzug. Die Exposition dauerte ½ Stunde und darüber; lebende Gegenstände, wie Menschen, konnten nur aufgenommen werden, wenn man sie, angelehnt, sitzend oder liegend, einer halbstündigen Insolation meist mit geschlossenen Augen preisgab und doch war der Wunsch rege geworden, auch Porträte auf diesem Wege zu erzielen. Hiezu kommt noch, dass man die Daguerreotypie sehr gern mit der Loupe besichtigte und die Schärfe der Bilder als etwas besonders Werthvolles heraushob. Diesen Anforderungen musste natürlich die Aufgabe entkeimen, ein neues Cameraobscura-Objectiv zu besitzen von ungleich grösserer Lichtstärke, als das von Daguerre verwendete; und damit es diesem in keinem Punkte nachstehe, auch von grösserer Schärfe.

Nachdem es mir nun durch längere Anstrengung gelungen war, die Theorie dieser optischen Gebilde aufzustellen, ging ich an die Berechnung eines solchen Objectives beiläufig auf Grundlage der folgenden Erwägungen:

Grössere Lichtstärke ist nur durch zwei verschiedene Mittel zu erzielen: erstens durch vergrösserte Öffnung, und zweitens durch verminderte Brennweite, oder, was dasselbe ist, durch Verkleinerung des Bildes. Beides wird erreicht dadurch, dass man anstatt einer einzigen Sammellinse deren zwei oder mehrere in Verwendung bringt und sie, wenn nichts dawiderspricht, auch bis zur unmittelbaren Berührung an einander stellt. Dieser Aufstellung widersetzt sich aber die Theorie, indem sie die Regel aufstellt, dass durch ein System von aneinanderliegenden Linsen, wenn auch noch so viel an der Zahl, kein edleres Bild entstehen könne, einen einzigen Fall ausgenommen, nämlich wenn die Gesammtheit dieser Linsen wirkt, wie ein Planglas, wenn folglich ein unendlich grosses Bild in unendlicher Entfernung gemacht wird. Die Linsen mussten daher getrennt werden und zwar namhaft, weil bei geringen Entfernungen nach der Theorie auch die Wirkung des Objectives sich immer mehr der eines Planglases nähern musste. Die nothwendige Trennung betrug ⅓ der Brennweite der vordern, dem Objecte zugekehrten Linse. Sie nöthigte sofort jede dieser getrennten Linsen achromatisch zu gestalten, weil sonst den zwei Bedingungen des vollständigen Achromatismus nicht Genüge geleistet werden konnte. Diese zwei Bedingungen sind nämlich: Alle verschieden gefärbten Bilder müssen an eine und dieselbe Stelle fallen und auch gleich gross sein. Da hiemit zur Erfüllung von

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

acht Bedingungen acht verschiedene optische Elemente nothwendig waren, so wurden sieben Linsenflächen und eine Entfernung als solche gewählt. Dies gestattete, den zwei Bestandtheilen der ersten achromatischen Linse eine gemeinschaftliche Fläche zu geben und sie an derselben zusammenzukitten. Hiedurch ergaben sich drei verschiedene Linsenflächen. Die Bestandtheile der zweiten Linse hingegen mussten getrennt bleiben, um noch die rückständigen vier Flächen zu liefern, wiewohl hiedurch ein Lichtverlust von beiläufig $^1/_1$ des Betrages entstand.

Hiemit waren für die Rechnung genügende Anhaltspunkte gewonnen und es ward der Gegenstand nach meiner Angabe in der Werkstätte von Voigtländer ausgeführt, alsbald Porträte in 40 Secunden jedoch im directen Sonnenlichte damit erzielt, darauf vielfach besprochen, beurtheilt und auch begutachtet, allein eine gründliche und trockene Darstellung seiner Eigenschaften, gehörig in Zahlen ausgedrückt, weder von mir noch von einer andern Seite gegeben. Es wurden ihm vielmehr und werden jetzt noch Eigenschaften beigelegt, die er nicht besitzt, so wie andere, die er besass, abgesprochen wurden; und vielleicht glänzender, als irgendwo sonst, bestätigt sich auch hier der in der österreichischen Gesetzgebung angenommene Grundsatz: Wo sichs um eine neue Erfindung handelt, da gibt es nur einen einzigen Sachverständigen und dieser ist der Erfinder selbst. Man könnte hinzusetzen, und nur einen einzigen gründlichen Beurtheiler und der ist die Zeit. Ein sehr einsichtsvoller Fachmann hatte das Objectiv untersucht und wollte gefunden haben, dass das Bild 100malige Vergrösserung vertrage. Dies hätte ein Lob sein sollen, wäre aber im Grunde, wenn es wahr wäre, ein Tadel, weil aus der übertriebenen und ganz unnützen Schärfe sich andere nützliche Eigenschaften hätten machen lassen, z. B. grössere Öffnung und hiemit ein Zuwachs an Lichtstärke. Wenn man aber erwägt, dass das ursprünglich ausgeführte Objectiv bei $1^1/_2''$ Öffnung eine Brennweite von $5^1/_2''$ besass, dass ferner bei einem solchen schon die von der Beugung des Lichtes herrührende Abweichung, nach der Formel (1) berechnet, einen Betrag ausweist, kraft dessen das Bild eines Punktes als runder Fleck dargestellt erscheint von $^1/_{600}'''$ Durchmesser; nimmt man nun noch überdies an, dass die Überbleibsel der übrigen Abweichungen, der chromatischen, der Farben des secundären Spectrums und der sphärischen den gleichen Betrag ausweisen, was schon sehr günstige Umstände und sehr sorg-

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

fältige Ausführung voraussetzt, so hat man einen Kreis der Totalabweichung von $^1/_{300}$ Linie Durchmesser, der sich unter 100maliger Vergrösserung in der Grösse von $^1/_3$ Linie dem Auge darstellt. Dies gibt beiläufig ein Bild, wie das der natürlichen Camera obscura ohne Glas. Es ist nun freilich wahr, dass die stärksten Vergrösserungen an grossen astronomischen Fernröhren aus denselben Gründen auch keine andern Bilder liefern; gleichwohl ist Vergrösserung das Steckenpferd der Fernrohrliebhaber, während die Wissenschaft solche Übertreibungen als nutzlos bezeichnet.

Das ausgeführte Cameraobscura-Objectiv war indessen wirklich sehr scharf, und 20malige Vergrösserung unter günstigen Umständen konnte wohl dem Bilde zugemuthet werden. Es schien mir dies stets viel zu viel Opfer den herrschenden Ansichten dargebracht, zugleich ein unliebsames Präcedens, das aber dennoch einen doppelten Vortheil darbietet. Man hat nämlich erstens etwas aufzuopfern, und selbst eine minder sorgfältige Ausführung vermag immer noch ein brauchbares Resultat zu liefern, und zweitens das Cameraobscura-Objectiv rückt dadurch auch vermöge seiner Schärfe und Farbenreinheit in den Rang der für edel erachteten optischen Instrumente vor. Diese Schärfe also und eine 16mal so grosse Lichtstärke, als die Daguerre'sche Camera besass, waren die Haupteigenschaften, die die Theorie anstrebte und auch errang.

Man erlangt aber, wie schon gesagt, nichts umsonst und alle Vollkommenheit in menschlichen Dingen ist nur eine relative, auf einen bestimmten Zweck bezogene, und es muss eine jede Errungenschaft mit verhältnissmässigen Opfern bezahlt werden; also auch hier. Die Verwendung von zwei getrennten achromatischen Linsen hat eine unliebsame Wirkung in ihrem Gefolge, nämlich erstens gekrümmtes Bild und zweitens beschränktes Gesichtsfeld.

Nach einem optischen Naturgesetze hätte bei dieser Anordnung das beste Bild fallen sollen in die Höhlung eines Rotationsparaboloides, dessen Krümmungshalbmesser am Scheitel zwischen 7 und 8 Zoll beträgt. Bei dem später im doppelten Massstabe von 3 Zoll Öffnung ausgeführten Objective ist diese Krümmung eine sanftere von 15 Zollen. Es ergaben sich jedoch in den Umständen Mittel, dieses noch immer etwas unsanft gekrümmte Bild einer Ebene näher zu bringen mit einiger Aufopferung der Schärfe am Rande des Gesichtsfeldes. Man konnte sich hiemit um so mehr begnügen, als die abzu-

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

bildende Person ihrer ganzen Gestalt nach nie in eine Ebene fällt, sondern in ihrer gewöhnlich sitzenden Stellung eher eine gekrümmte Fläche darstellt und zwar, wenn es der Photograph einzurichten versteht, eine solche, die eben abgebildet wird. Auch bei Aufnahme von Gruppen hat man es wieder nie zu thun mit einem ebenen Gegenstande, sondern ordnet die abzubildenden Personen in die Peripherie eines Kreises um den Apparat herum und kann dies wieder in einer Weise veranstalten, dass das Bild ein ebenes wird. Beim Porträtiren also ist die gekrümmte Beschaffenheit des Bildes von keinem besonderen Nachtheile, ja man könnte sogar behaupten, das ein Apparat mit vollkommen ebenem Bilde zu diesem Zwecke keine erspriesslicheren Dienste leisten würde.

Die zweite Wirkung der getrennten Linsen ist das beschränkte Gesichtsfeld, geradeso, wie bei dem einfachen Objective durch das vorgesetzte Diaphragma, denn hier ist es die Fassung der ersten Linse, welche die Rolle des Diaphragma's übernimmt und der zweiten das Licht zumisst.

Um sich die Wirkungsweise dieser Linsenfassung klar zu machen, fasse man abermals beispielsweise ein photographisches Objectiv von 3 Zoll Öffnung ins Auge. Die erste Bestandlinse hat 16 Zoll, die zweite im Abstande $5\frac{1}{3}$ sich befindende hat 24 Zoll Brennweite mit derselben Öffnung von 3 Zoll. Ein jeder Strahlencylinder, man denke sich zuvörderst den zur Axe parallelen, verwandelt sich nach erlittener Brechung an der ersten Linse in einen Strahlenkegel von 16 Zoll Axenlänge bis zur Spitze und hat dort, wo er die zweite Linse trifft, bereits einen geringeren Querschnitt von um $\frac{1}{3}$ kleineren Durchmesser, d. h. einen Durchmesser von 2 Zollen. Dasselbe gilt nahezu auch von den übrigen Strahlenkegeln, in die sich die Strahlencylinder verwandeln, die unter einem gewissen Winkel gegen die Axe geneigt sind. Nun denke man sich ferner auf der zweiten Linse und aus dem Mittelpunkte derselben einen Kreis von $\frac{1}{2}$ Zoll Halbmesser beschrieben, eine Peripherie wird vom Linsenende im Abstande von 1 Zoll stehen; so werden, offenbar all' diejenigen Strahlenkegel, deren Axenstrahlen durch die Mitte der ersten Linse ungebrochen durchgehen und die gerade in einem Punkte der Peripherie des so gezogenen einzölligen Kreises die zweite Linse treffen, noch sämmtlich ungehindert durch diese zweite Linse ihren Durchgang finden, werden daher die Punkte, von welchen sie her-

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

kommen, noch abbilden in ungeschwächter Lichtstärke, derjenigen nämlich, die auch der Mitte des Objectes zukommt.

Strahlencylinder aber, die einen grösseren Winkel mit der Axe bilden, deren Axenstrahlen daher die zweite Linse in grösserer Entfernung von der Mitte treffen, werden von der Fassung derselben schon theilweise am Eintritte verhindert. Es wird daher hier die volle Lichtstärke Maximum nur von der Mitte an bis zu einem Winkel reichen, dessen Tangente gleich $\frac{1}{2} : 5\frac{1}{3} = \frac{3}{32}$ ist, somit etwas mehr als 5 Grad beträgt; und das Gesichtsfeld, welches diese grösste Lichtstärke hat, beträgt nur das Doppelte dieses Winkels, d. h. 10 Grad und umfasst am Bilde selbst einen runden Fleck von 2 Zoll Durchmesser. Nun denke man sich ferner einen gegen die Axe noch mehr geneigten Strahlencylinder durch Brechung verwandelt in einen Kegel, dessen Axe gerade die Linsenfassung trifft. Von diesem wird mehr als die Hälfte des Lichtes am Eintritte in die zweite Linse verhindert. Der Winkel mit der Axe ist derjenige, dessen Tangente $1\frac{1}{2} : 5\frac{1}{3} = \frac{9}{32}$ ist, d. h. fast 16 Grad beträgt und das Doppelte desselben, d. h. 31 Grad bezeichnet den Gesichtswinkel, bis zu welchem die Lichtstärke auf etwas weniger als $\frac{1}{2}$ ihres grössten Betrages herabsinkt. Endlich denke man sich noch einen dritten Strahlencylinder einfallend, dessen Axe die zweite Linse gar nicht mehr trifft, sondern ausserhalb der Fassung in der Entfernung von 1 Zoll vom Rande auffällt. Von diesem wird kein einziger Strahl mehr eingelassen. Sein Neigungswinkel gegen die Axe ist derjenige, dem die Tangente $2\frac{1}{2} : 5\frac{1}{3} = \frac{15}{32}$ angehört, also 25 Grad beträgt. Das Doppelte davon, d. h. 50 Grad bezeichnet den Gesichtswinkel, über welchen hinaus die Lichtstärke Null ist, somit die Grenze des Gesichtsfeldes. Das Bild hat also nur bis zum 10. Grad, d. h. bis zu einem Durchmesser von 2 Zoll volles Licht; bis zum 31. Grad, d. h. bis zu einem Durchmesser von 6 Zoll nimmt die Lichtstärke bis etwas mehr als die Hälfte ab und hört endlich bei einer Ausdehnung im Gesichtswinkel von 50 Grad oder im Durchmesser 10 Zoll ganz auf, eine Beschränkung, durch die sich die Photographen genöthigt sehen, die Ecken ihrer Abbildungen abzurunden, die aber auch noch zu anderen Umzukömmlichkeiten Veranlassungen gab, die sie sich vermuthlich gar nicht klar machen konnten, weil sie diese Betrachtungen wahrscheinlich nie angestellt haben werden. Beim Porträtiren, wo es sich wesentlich um die treue Abbildung eines geringen Theiles des

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

abzubildenden Gegenstandes, des Gesichtes nämlich handelt, hatte die sehr namhafte Ungleichheit der Beleuchtung keinen besonderen Nachtheil. Das Aufnehmen von Landschaften hingegen mit dem vollen und ungeblendeten Objective würde dadurch beinahe unmöglich werden, wenn man nicht in der passenden Diaphragmirung Mittel besässe, das Licht nicht nur gleichmässiger zu vertheilen, sondern auch den Einfluss der ungleichen Entfernung der im Bilde erscheinenden Gegenstände zu verringern und die Krümmung des Bildes zu ermässigen. Die passendste Stelle für ein Diaphragma ist bei gleicher Öffnung der beiden achromatischen Bestandlinsen genau in der Mitte zwischen denselben und man kann, die Lichtstärke auf einen geringen Bruchtheil ihres vollen Werthes, etwa $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$ herabbringend, den Kreis der gleichen Lichtstärke so nahe, als man will, an 31 Grad oder sogar auch darüber bringen, während die zwei Zonen, in deren Bereiche die Lichtstärke auf die Hälfte ihres Werthes Maximum und von da an auf Null herabsinkt, stets schmäler werden, je enger man abblendet. Da man nun auf diese Weise ein Bild erzielte, welches im Allgemeinen an Güte dem der besten einfachen achromatischen Linse überlegen war, so wurde dieser ursprünglich nur zum Porträtiren bestimmte Apparat auch zur Aufnahme von Landschaften benützt und da man diese im grösseren Formate zu haben wünscht, als die Porträte, so fand man sich veranlasst, das ursprünglich auf $1^1/_2$ Zoll Öffnung berechnete Objectiv im doppelten, dreifachen, ja selbst vierfachen Massstabe zu construiren mit 3, 4 und auch 5 Zoll Öffnung, um dadurch Bilder bis zur Grösse von 14 Zoll zu erzeugen. Diese Vergrösserungen hat die optische Praxis eigenmächtig, ohne Zuthun der Wissenschaft vorgenommen, aber übersehen, dass hiebei die Krümmungshalbmesser einer gewissen kleinen Correction bedürftig seien, damit das Bild in gleicher Güte erhalten werde. Da sie aber diese anzubringen nicht verstand, so trug dieser Umstand auch wesentlich dazu bei, dass die späteren Erzeugnisse in jeder Beziehung immer unvollkommen, mit sphärischer Abweichung, doppeltem Focus und anderen ähnlichen Unzukömmlichkeiten gesegnet wurden. Es scheint auch nicht, als ob sich in diesen Vergrösserungsbestrebungen weiter gehen liesse, weil schon der Preis eines 5zölligen Objectives ein so bedeutender ist, dass nur Photographen von Profession, die ihren Lebensunterhalt aus der Kunst ziehen, und keineswegs wissenschaftlich gebildete Dilettanten sich darauf einlassen können; und

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

doch sind diese Letzteren die eigentlichen Träger der Kunst, denen wir vorzugsweise ihre Ausbildung verdanken und denen auch künftighin die Aufgabe zufallen wird, die ferneren Fortschritte, deren sie noch fähig ist, anzubahnen.

Hiemit wäre nun, wie ich glaube, das Bedürfniss eines neuen photographischen Objectives fühlbar geworden, das zwar nicht das alte verdrängen soll, welches vielmehr dasselbe nur zu seiner ursprünglichen Bestimmung, d. h. zum Porträtiren zurückzuführen hat, im Übrigen aber zu einem anderen Zwecke, nämlich zur Aufnahme von Landschaften, Gebäuden, Karten, Kupferstichen u. s. w. bestimmt, ganz anderen Anforderungen Genüge leisten muss.

Erstens: Nach sehr grosser Lichtstärke hat man hier nicht zu streben, es wäre sogar ein grosser Fehler, wenn man es thäte, weil dies nothwendig die Bildgrösse beschränkt und den Einfluss ungleicher Entfernungen der Gegenstände auf die Schärfe des Bildes vergrössert.

Zweitens. Dagegen ist desto mehr am Gesichtsfelde gelegen, welches möglichst gross und gleichförmig der Beleuchtung sowohl, wie auch der Schärfe nach gewünscht wird.

Drittens. Möglichst grosse Schärfe soll, wenn auch nicht bei allen, doch mindestens bei solchen Objectiven beibehalten werden, deren Bilder dazu bestimmt sind, vergrössert zu werden, solchen z. B. die zum Copiren grosser Karten ins Kleine zu dienen haben, so dass die Abbildungen den Gebrauch einer Loupe gestatten.

Viertens. Da die abzubildenden Gegenstände selten in einer Ebene liegen dürften, sondern vielmehr in einer irgendwie gekrümmten Fläche, die jedoch ihre Concavität dem Apparate zukehrt, so braucht man zwar nicht ein Objectiv, das einen vollkommen ebenen Gegenstand eben abbildet, weil ein solches den gekrümmten auch wieder gekrümmt geben würde, sondern man braucht vielmehr eines mit möglichst sanfter Krümmung des Bildes, über dessen Grösse man wo möglich verfügen können soll.

Fünftens. Endlich soll dies alles erzielt werden mit einem möglichst geringen Aufwande von Glas, also mit mässiger Öffnung des Objectives, damit man, wenn es die Nothwendigkeit erheischt, dieses noch im grösseren Massstabe zu construiren im Stande sei, um Bilder zu erzeugen von beliebiger Grösse, der nur die nothwendigen Dimensionen des Cameraobscura-Kastens ein Ziel setzen.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Dies ist um so wichtiger, als es zum Besten der Kunst im hohen Grade wünschenswerth ist, das neue Erzeugniss dem wissenschaftlich gebildeten Dilettanten der Kunst dem Preise nach zugänglich zu machen.

Diesen Anforderungen entspricht nun eine wesentlich veränderte Construction des Objectives. Aus zwei achromatischen Bestandlinsen musste es zwar immer noch zusammengesetzt werden, weil sonst die Bedingungen des vollständigen Achromatismus nicht erfüllt waren; man musste aber diese beiden Linsen viel näher an einander rücken, wenn man die Ungleichförmigkeit der Beleuchtung vermeiden und ein durch das ganze Gesichtsfeld gleich lichtstarkes Bild bis hinein in die Ecken gewinnen wollte, ja es musste nebstdem, um diese sehr wünschenswerthe gleiche Lichtstärke eines grossen Gesichtsfeldes zu erzielen, ein wenn auch nur geringer Theil der Öffnung des Objectives, also Lichtstärke verloren gegeben werden auf eine Weise, auf die ich später zurückkommen werde, und die das kleine gebrachte Opfer noch durch einen entsprechenden anderen Vortheil wieder vergütet.

Das nach einer sorgfältigen Berechnung ausgeführte Objectiv, welches ich hiemit der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften vorlege, besteht, wie gesagt, aus zwei achromatischen Linsen, von denen die erste drei Zoll, die zweite aber nur zwei Zoll Öffnung besitzt. Sie befinden sich in einem Abstande von etwas weniger als einem Zoll, gemessen von der hintersten Fläche der ersten bis zur vordersten Fläche der zweiten. Das Bild hat eine Grösse, wie von einer einzelnen achromatischen Linse von 26 Zoll Brennweite und es ist dies Objectiv auf eine Bildgrösse von 20 Zoll Durchmesser, wenn man es kreisrund wünscht, oder 20 Zoll in der Diagonale, wenn man es viereckig haben will, berechnet und ausgeglichen, bietet also ein Gesichtsfeld von 42 Grad mit ganz gleicher Lichtstärke bis an den Kreisrand, oder bis in die äussersten Ecken; und namentlich ist es die kleinere Öffnung der zweiten Bestandlinse, durch welche dieser Vortheil der ganz gleichen Lichtstärke erzielt worden ist. Diesem Vortheile hat man wohl freilich einen Theil der Lichtstärke zum Opfer gebracht. Die zweite Bestandlinse wirkt nämlich wie eine Blendung und nimmt nur noch dasjenige Licht auf, das von 28 Linien Öffnung der 36 Linien haltenden ersten Linse ihr zugesendet wird. Diese 28 Linien Öffnung gelten aber bis in die äussersten Ecken und es

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

sind für verschiedene Punkte des Bildes auch andere und andere Stellen der ersten Objectivlinse wirksam. Da sich die Lichtstärken direct wie die Quadrate der Öffnung und umgekehrt wie die Quadrate der Brennweiten verhalten, so wäre an dieser Eigenschaft das zum Porträtiren bestimmte Objectiv dem neuen im Verhältnisse wie 5 : 1 überlegen. Factisch besteht aber diese Überlegenheit darum nicht, weil bei dem ersteren die volle Lichtstärke blos auf einen kleinen Fleck in der Mitte beschränkt ist und schnell gegen den Rand zu bis zur Hälfte des Betragens herabsinkt und weil man bei der Expositionszeit auf die geringere Lichtstärke am Rande nothwendig Rücksicht nehmen muss. Ich glaube aus einigen Versuchen an aufgenommenen Personengruppen Expositionszeiten bei diesen zwei Apparaten angeben zu können, die sich verhalten dürften wie $2\frac{1}{2} : 1$, oder wie 3 : 1. Genauere Daten besitze ich einstweilen noch nicht. Es dürfte auch schwer sein, sich solche zu verschaffen eben wegen der ungleichen Vertheilung des Lichtes im Porträtirapparate, der zufolge er nothwendigerweise schneller wirken muss, wenn ihm ein geringes, als wenn ihm ein grosses Gesichtsfeld abgefordert wird, somit keine feststehende Expositionszeit haben kann, ein Übelstand, der bei dem neuen Landschaftsobjective vermieden ist.

Die Krümmung des Bildes ist eine sehr geringe. Ein vollkommen ebener Gegenstand, durch das Objectiv aufgenommen, gibt einen Krümmungshalbmesser des Bildes von 80 Zoll im Scheitel und eine Personengruppe z. B., die man beiläufig in der Peripherie eines solchen mit 80 Zoll oder 7 Fuss Halbmesser beschriebenen Kreises aufstellt, wird eben abgebildet. Weiter im Geradebiegen des Bildes zu gehen, wäre im Allgemeinen mehr schädlich als nützlich gewesen, specielle Zwecke ausgenommen, die aber alle bisher mit keinem solchen Ernste verfolgt werden, dass sie das Bedürfniss eines eigenen Objectives fühlbar machten.

Bezüglich der chromatischen Beschaffenheit kommt hier Folgendes zu bemerken: Weder die Brechungsindices bei Crown- und Flintglas, die man in der Rechnung gewöhnlich mit n bezeichnet und die dem verschiedenfarbigen, im solaren Spectrum durch dunkle Linien getrennten Lichtsorten angehören, noch auch ihre Differenzen dn sind einander proportional und trägt man die dem Crownglase entsprechenden dn auf eine gerade Linie als Abscissen, die dem Flintglase angehörigen dn hingegen senkrecht darauf als Ordinaten,

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

so erhält man, die Endpunkte dieser Ordinaten verbindend, keine gerade, sondern eine sanft gekrümmte Linie, die ihre Convexität der Abscissenaxe zukehrt. In Folge dieses Umstandes kann man zwar je zwei Strahlensorten des Spectrums durch zweckgemäss eingeleitete Zusammensetzung aus Crown- und Flintglas zur Vereinigung bringen, alle jedoch nicht, und es bleibt jedenfalls noch die Farbenabweichung des secundären Spectrums übrig, die je nach der Wahl der vereinigten Strahlensorten einen minderen Charakter trägt. Bei Fernröhren thut man am besten, wenn man den lichtreichsten Theil des Spectrums, der in der Nähe der gelben Strahlen nur beiläufig $1/6$ der Länge desselben einnimmt, vorzugsweise berücksichtigt, wodurch das rothe Ende zu inniger Vereinigung gelangt und für die äussersten violeten Strahlen, mithin auch diejenigen, welche vorzugsweise chemische Wirkung haben, eine beträchtliche Abweichung übrig bleibt, die aber das Auge nicht berücksichtigt und die ohne erheblichen Schaden einen Abweichungskreis von 5 bis 6 Minuten im Gesichtswinkel behalten kann, ohne dem scharfen Sehen wesentlich Eintrag zu thun. Ein jedes so zweckmässig construirte Fernrohr-Objectiv wird mithin, da es die optischen gelben mit den chemischen violeten Strahlen nicht vereinigt, vielmehr die letzteren ausser Acht setzt, nicht nur getrennte Brennpunkte besitzen, sondern wird auch noch überdies ein minder scharfes photographisches, als optisches Bild liefern, eine Ursache mehr, warum Fernrohr-Objective zu photographischen Zwecken weniger tauglich sind. Wollte man hingegen, von einem Extrem zum andern übergehend, das beste mögliche photographische Bild zu Stande bringen, dem optischen gar keine Beachtung schenkend, so müsste man die Strahlen des violeten Endes des Spectrums zu innigerer Vereinigung bringen und es würde dadurch eine bedeutende chromatische Abweichung übrig bleiben für die gelben und äussersten rothen und das Objectiv hätte abermals einen chemischen, vom optischen getrennten Brennpunkt. Man kann aber auch schliesslich das ganze Spectrum berücksichtigen und nicht vorzugsweise ein Ende desselben, und es wird dann zwar für die chemischen sowohl, wie für die optischen Strahlen eine gewisse chromatische Abweichung übrig bleiben, aber die wirksamsten einen werden mit den wirksamsten anderen möglichst nahe zur Vereinigung gelangen und das Objectiv wird vereinigte Brennpunkte besitzen, wird aber dabei, wie es sich von selbst versteht, weder das beste mögliche optische, noch

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

das beste mögliche photographische Objectiv liefern, was übrigens so lange noch kein Nachtheil ist, als es ohnehin noch einen Überfluss an Schärfe hat, kraft dessen es eine namhafte Vergrösserung aushält. Ich habe diese letzte Art Achromatismus vorgezogen, muss aber hier bemerken, dass das neue Objectiv gleichwohl für Augen, die für verschiedenfarbiges Licht nicht gleich empfindlich sind, noch eine kleine Spur von Trennung der Brennpunkte bei einem sehr empfindlichen Experimente zeigen kann. Sie wird aber bei dem einen positiv sein und bei dem anderen negativ und kann sich mit der Zeit als veränderlich ausweisen auch bei einem und demselben Individuum, und zwar wird die Trennung desto merklicher hervortreten, je grösser die Focallänge des Objectives ist. Desshalb stellt auch jedes Auge das Bild auf seine eigene Weise ein, die von der Einstellung des anderen um etwas Weniges, einen Bruchtheil einer Linie, verschieden ist.

Die optische Kunst kann hier nur ein vollkommen gesundes, normales Auge berücksichtigen, dem krankhaft afficirten aber bietet die Wissenschaft Hilfsmittel dar, von einem guten, wohl construirten Apparate ohne vorgängige Deteriorirung bequemen Gebrauch zu machen. Die Sache verdient übrigens eine sorgfältige Erörterung, und ich nehme mir vor, später darauf zurückzukommen. Vor der Hand dürfte hier nur noch bemerkt werden, dass die ganze, nothwendig übrigbleibende, dem secundären Spectrum entsprechende chromatische Längenabweichung bei einem Objective von 26 Zoll Brennweite, angefertigt aus denjenigen Glassorten, aus welchen das in Rede stehende zusammengesetzt ist, nicht ganz eine halbe Linie betrage, d. h. an dem einen Ende dieser kurzen Strecke vereinigen sich die Strahlen, die der Mitte des Spectrums angehörig sind, an dem anderen Endpunkte hingegen die äussersten rothen und violeten, zwischen hinein fällt der chemische sowohl, wie auch der optische Brennpunkt, beide vereinigt für ein gesundes Auge und etwas getrennt für abnorme Augen von besonderer Reizbarkeit für Farben. Die Trennung kann nur sehr wenig, d. h. nur einen sehr geringen Bruchtheil von einer halben Linie, z. B. kaum $^1/_8$ Linie betragen, vermag demnach durch ein feines Experiment und namentlich durch Copiren ins Grosse allerdings durch Multiplication sichtbar gemacht werden, kann aber doch nie störend auftreten unter Umständen, unter welchen ein photographischer Apparat gewöhnlich verwendet wird.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Es erhellt aus dieser Exposition zur Genüge, in welchem Verhältnisse das neue Objectiv zu dem alten stehe. In Bezug auf Lichtstärke, der grössten sowohl, wie auch der mittleren, steht das erstere dem anderen bedeutend nach und das alte wird fortan in all' denjenigen Fällen den Vorzug behaupten, in welchen eine möglichst kurze Exposition von nöthen ist, z. B. beim Abbilden lebhafter Thiere, Poträtiren u. s. w., denn es lag nicht in der Absicht, denselben durch ein neues Erzeugniss zu verdrängen, es liegt vielmehr im Wunsche, die Hindernisse seiner Vervollkommnung nach derjenigen Seite, nach welcher er Vorzügliches leistet, zu beseitigen. Hingegen übertrifft das neue Objectiv seinen Vorgänger an Gleichförmigkeit der Schärfe sowohl, wie auch der Beleuchtung, an Grösse des Gesichtsfeldes, beziehlich Grösse des Bildes; und eben diese Grösse, in Verbindung mit jener gleichen Vertheilung von Licht und somit auch von Schatten, bewirkt das augenfällig angenehme Aussehen der Bilder, die ich als Proben vorlege, in Folge dessen man sich zu dem Urtheile veranlasst fühlt: sie träten plastisch hervor, also der Apparat arbeite plastisch, wiewohl dies ein ganz unrichtiger Ausdruck ist, weil ein in einer Ebene zu Stande gekommenes Bild nie plastisch genannt werden kann. Es frommt offenbar mehr, auf den Grund der Sache zurückzugehen und zu sagen: das Bild des neuen Apparates besitze durchaus gleiches Licht und schiebe nicht so, wie der alte, dunkle Schatten in die Ecken zusammen, die dann dem Bilde ein fremdartiges Aussehen ertheilen.

Es versteht sich von selbst, dass man alle von dem neuen Objective gebotenen Vortheile auch mit entsprechenden Opfern zu erkaufen genöthigt ist. Der Preis eines solchen Objectives ist zwar ein mässiger und ist sogar von mehreren Sachkundigen im Vergleiche mit den Leistungen für viel zu gering erachtet worden; mit der Grösse der Bilder jedoch ist eine Vergrösserung der übrigen Geräthschaften von der Camera an bis zu den verschiedenen Gefässen, die der Photograph braucht, verknüpft, die der bequemeren Handhabung Eintrag thut, ja sogar zu ganz neuen Einrichtungen nöthigt. Ich glaube die Reform der verschiedenen Schalen, Casetten, Cuvetten am schicklichsten dem photographischen Publicum selbst überlassen zu können, sehe mich hingegen genöthigt, die Camera obscura zum Gegenstande einer ganz besonderen Sorgfalt zu machen, weil diese den Eigenheiten des Objectives innig angepasst werden muss, wenn das Objectiv all'

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

das Vorzügliche leisten soll, was die Theorie hineingelegt hat, und weil diese Eigenheiten Niemandem so gut bekannt sein können, als dem Erfinder selbst.

Man macht sich in der Regel nicht gleich ein klares Bild von den Schwierigkeiten, die mit der Vergrösserung eines Geräthes verknüpft sind. Etwas im doppelten oder dreifachen Massstabe zu construiren, scheint auf den ersten Anblick gar so leicht. Nichts leichter als das, wenn man nur im gleichen Masse auch den Menschen vergrössern könnte, damit er den grösseren Apparat mit derselben Leichtigkeit handhabe. Für ein Bildchen von 7 bis 8 Zoll construirt sich der hölzerne Kasten einer Dunkelkammer ohne alle Schwierigkeit aus zwei in einander geschobenen Bestandtheilen, so wie die ursprünglichen Kästen dieser Art, die man auch ohne alle feinere Mikrometer-Vorrichtungen aus freier Hand einstellen konnte, weil es bei der geringeren Schärfe des Bildes auf $1/4$ Linie mehr oder weniger gar nicht ankam. Die Schwierigkeit wurde etwas grösser, als das scharfe Porträtir-Objectiv ankam und musste durch ein zum Behufe der feineren Bewegung angebrachtes Getriebe beseitigt werden. Der Kasten durfte noch nicht namhaft vergrössert werden, weil auch das Bild nicht viel grösser war. Jetzt jedoch, wo man Bilder hat von 12 und 16 Zoll Seite und grössere, wo somit linear genommen ein zwei oder dreimal so grosser Kasten nothwendig wird, der unter beibehaltener Ähnlichkeit der Construction 8 bis 27mal so viel Gewicht hat, was etwas mehr oder weniger als einen Centner austrägt, sohin eine Bedienungsmannschaft, so wie bei einem groben Geschütze, erfordern und dennoch jeden Augenblick bei dem unvermeidlichen Werfen des Holzes bald falsches Licht einlassen, bald gänzlich den Dienst versagen würde durch Ineinanderverquellen, ist man genöthigt, alle möglichen von der Erfahrung gebotenen Hilfsmittel in Anwendung zu setzen, um dem Apparate diejenige Handsamkeit wieder zu geben, die er durch seine Vergrösserung theilweise verloren hat und die Übelstände zu beseitigen, die, aus gar zu gewichtigen und desshalb schwer zu bewegenden Massen entstehend, verhindern, dass man von den guten Eigenschaften des Objectives den umfassendsten Gebrauch macht. Ich führe hier eine solche Camera obscura vor, blos als erste Auflösung der Aufgabe, die nur dazu bestimmt ist, zu zeigen, auf was es eigentlich ankomme; wünsche aber allen Verbesserungs-Gelüsten den freiesten Spielraum

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

zu lassen, insofern wenigstens, als sie das Objectiv nicht berühren; denn dieses lässt sich gar nicht mehr verbessern, nicht einmal durch die Theorie, indem es das beste in seiner Art ist, was man mit diesem Aufwande optischer Mittel zu erzielen vermag.

Ein sehr fest gebautes, durch keine unnütze Gliederung geschwächtes Stativ trägt oben ein dreieckiges hölzernes Prisma von 4 Zoll Seite, zusammengeleimt aus mehreren Stücken, um das Werfen möglichst zu verhindern, und mit starken Fournieren überzogen. Stativ und Prisma hängen zusammen durch eine Docke, in der sich dieses Prisma hin und her schieben lässt und mittelst einer Schraube, die von unten durch den Kopf des Statives durchgeht, mit einer Klemmmutter versehen ist und fest angezogen werden kann. Diese Schraube geht durch eine messingene Hülse, mittelst welcher Docke sowohl, wie auch Prisma eine drehende Bewegung um eine verticale Axe annehmen können; und damit diese drehende Bewegung eine leichte und fleissige zugleich sei, findet die Bewegung nicht Statt von Holz auf Holz, sondern es ist ein messingener Ring an die kreisförmige Grundfläche der Docke von einem Durchmesser von 10 Zoll und von unten angeschraubt, der über drei am Kopfe des Statives eingelegten Messingstücken liegt und sich auf ihnen leicht und genau bewegen kann. Der Ring kann mit einer Eintheilung in Grade versehen sein, und die Messingstücke können Nonien tragen, so wie bei gegenwärtigem Exemplare, wenn man den Apparat zu Messungen des Gesichtsfeldes tauglich einrichten will. Wer dies nicht beabsichtigt, braucht auch keine Eintheilung. Auf dieses Prisma wird von einem Ende, etwa von vorne, eine zweite Docke aufgeschoben, die einen Blasebalg trägt zwischen zwei Rahmen. Der vordere ist fest und stark, um ein gewichtiges Objectiv tragen zu können, der andere ist leicht und schiebt sich in den ersten hinein. Ein zweiter Blasebalg von grösseren Dimensionen wird von rückwärts mittels zweier Docken auf das Prisma aufgeschoben und trägt der Rahmen drei: eine voran und zwei andere rückwärts. Der vordere Rahmen wird mit dem ersten hinteren des kleinen Blasebalges durch zwei Riegel, sogenannte Verreiber, fest verbunden. Sie sind so gefalzt, dass an der Verbindungsstelle kein falsches Licht eingelassen wird. Keiner der erwähnten vier Bestandtheile des Apparates, als da sind: Stativ, Prisma, erster und zweiter Blasebalg, ist von einer solchen Masse, dass die Handhabung mit einer wesentlichen körperlichen Anstrengung verknüpft

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

wäre, und jetzt ist nur noch vorne das Objectiv und rückwärts die matte Glastafel, die das Bild empfängt, jedes in seinem eigenen Rahmen hineinzufügen, so steht der Apparat fertig. Die Blasbälge sind von Leinwand und Papier völlig undurchsichtig und von innen schwarz, so dass sie einen vollkommenen Verschluss bewirken und gar kein falsches Licht hineinlassen in die Camera.

Wiewohl das Schieben auf einem Prisma das leichteste Denkbare ist, so erfordert doch die grosse Schärfe des Bildes beim Einstellen desselben eine feine mikrometrische Bewegung, welche hier nicht mehr gut zu Stande gebracht werden kann durch ein am Objective angebrachtes Getriebe, weil der menschliche Arm ohne Mitwirkung eines umständlichen Gestänges mit Kegelrädern oder Houk'schen Schlüssel zu kurz ist, um einem Kasten von 26 Zoll Seite herum und längs eines Prismas von 5 Fuss Länge nach dem Kopfe eines Getriebes zu greifen. Die zum Einstellen dienende Mikrometervorrichtung ist daher rückwärts angebracht. Hinter der letzten Docke schiebt sich noch ein messingener Bügel auf, mit dem eine Mikrometerschraube verknüpft ist, die sich in die Mutter der letzten Docke hineinschraubt. Alle Docken, sowie auch dieser Bügel, lassen sich durch unten angebrachte Klemmschrauben fest an das Prisma anklemmen. Beim Einstellen lüftet man die Klemmschrauben des Bügels und der letzten Docke, und sucht den Ort des Bildes vorläufig mit freier Hand, dann macht man den Bügel fest und vollendet die Einstellung vermittelst der Mikrometerschraube. Man muss sich jedoch hier keine Schraube denken, wie bei einem Theodolithen oder einem Nivellir-Instrumente, sondern eine starke und steile Schraube mit doppeltem Gewinde, die bei jedem Umgange die Docke um zwei Linien verschiebt. Die Länge von 5 Fuss ist dem Prisma desshalb gegeben worden, um mittelst des Apparates auch nähere Gegenstände gross bis zu gleichen Dimensionen copiren zu können. Hiezu braucht man eine Länge der Dunkelkammer gleich der doppelten Brennweite, gleich 52 Zoll. Der Rest von 8 Zoll ist für den messingenen Bügel, der die Mikrometer-Vorrichtung trägt.

Es ist noch übrig, den Zweck des doppelten Rahmens hervorzuheben, der sich an der hinteren Seite des grossen Blasebalges befindet. Er dient im Wesentlichen dazu, um die Fläche des matten Glases und auch diejenige, auf welche das Bild gemacht wird, beliebig gegen die Axe des Instrumentes zu neigen. Bei den bisherigen

vnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Dunkelkammern kam eine solche Einrichtung nie vor und man konnte sie auch wegen der geringeren Brennweiten und des kleinen Gesichtsfeldes füglich entbehren. Bei dem neuen Objective jedoch ist sie nothwendig und es muss diese Nothwendigkeit auch ihrem Masse nach klar dargethan werden.

Es kommt oft genug vor, ja es ist sogar gewöhnlich, dass die abzubildenden Gegenstände in verschiedenen Entfernungen von der Camera stehen. Hier ist es eine fortlaufende Häuserflucht, die man abzubilden wünscht. Der nächste der Punkte, die auf das Bild kommen sollen, steht in geringer Entfernung von einigen und zwanzig Schritten, der fernste hingegen ist sehr weit ab. Nach einem unvermeidlichen optischen Gesetze, welches in der unabänderlich richtigen Formel liegt:

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{p} - \frac{1}{\alpha},$$

gegen die kein Protestiren hilft, sind die Vereinigungsweiten der von diesen Punkten ausgehenden Strahlen um so namhafter von einander verschieden, als die Brennweite eine grössere ist, z. B. für den sehr weit entfernten Punkt hat man $a = \infty$, folglich $\alpha = p$. Befindet sich der nähere im Abstande $27p$, also etwa 27 mässige Schritte, was sehr leicht vorkommen mag, so ist $a = 27p$ und es wird $\alpha = \frac{27}{26}p = p + \frac{1}{26}p$; mithin um $\frac{1}{26}p$ grösser, als die frühere Vereinigungsweite. Dies beträgt, weil p gleich 26 Zoll ist, einen ganzen Zoll Abstand, genug, um das Bild des einen Gegenstandes ganz verwaschen zu machen, wenn das des anderen vollkommen scharf ist. Da man nun oft Gegenstände im Gesichtsfelde haben wird, die noch viel näher am Apparate liegen, etwa auf nur 15 Schritte Entfernung, so wird dieser Abstand auch oft gegen 2 Zoll betragen. Hiedurch erwächst aber für den Apparat eine Empfindlichkeit von eigener Art gegen ungleiche Entfernungen, die mit den Dimensionen desselben ausserordentlich rasch zunimmt und uns zwingt, alles in Anwendung zu setzen, was als Gegenmittel zu dienen vermag.

Bei schicklich gewählter Aufstellung fallen die nahen Gegenstände entweder an eine Seite, z. B. an die rechte des Apparates, und werden dann links abgebildet in einer grösseren Entfernung vom Objective, als die weit entfernten. Man muss daher die linke Seite des matten Glases vom Objective entfernen können, während die

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Mitte an ihrer Stelle bleibt, wenn man eine scharfe Abbildung erzielen will, und dies zwar um den namhaften Betrag von 1 Zoll und darüber; oder die näheren Gegenstände befinden sich, wie dies gewöhnlich ist, im Vordergrunde, und werden abgebildet am oberen Rande des Gesichtsfeldes auch wieder in grösserer Entfernung. Daher muss man den oberen Rand des matten Glases weiter vom Objective abstellen können, als die Mitte, wenn man ein durchaus scharfes Bild erzielen will. Das matte Glas braucht daher eine doppelte Bewegung: einmal um eine verticale und ein andermal um eine horizontale Axe, welche bei Objectiven mit kleinerer Brennweite unbedeutend und desshalb entbehrlich ist, bei grossen Brennweiten hingegen unumgänglich nothwendig wird. Diese doppelte Bewegung erhält das matte Glas durch den doppelten Rahmen. Der erste dem Objective zugekehrte Bestandtheil nämlich ist um einen in der Docke eingeführten Stift als verticale Axe beweglich und kann in der Lage, die man ihm gegeben hat, durch zwei unten befindliche Klemmschrauben festgestellt werden. Durch diesen geht der Blasebalg durch bis zu dem rückwärtigen Bestandtheile, an welchem er festgemacht ist. Auch ist dieser letzte Rahmenbestandtheil an seinem unteren Rande mit dem ersten durch Scharniere verbunden, um welche, wie um eine horizontale Axe, er eine drehende Bewegung annehmen kann bis zum Belaufe von 2 Zoll und etwas darüber. Oben hängen die beiden Rahmen durch einen Messingstreifen zusammen und können vermittelst einer Klemmschraube, die auf diesen Streifen wirkt, in feste Verbindung gebracht werden. Auch zu einer Neigung nach vorne ist ein kleiner Spielraum gelassen; man wird aber weit seltener davon Gebrauch machen, z. B. bei Aufnahme im Innern grosser Gebäude, wenn man die Kuppel oder Wölbung oder den Plafond abzubilden beabsichtigt.

In diesen letzteren Rahmen vermögen nun zwei andere hineingefügt zu werden, der eine, welcher die matte Glastafel trägt, auf welche man das Bild behufs der Einstellung des Apparates fallen lässt, und eine zweite, in welchem sich die jodirte Glasplatte befindet. Der erstere besitzt eine durch ein Messingplättchen schliessbare Öffnung, um in den dicht verschlossenen Kasten die Luft beim Einstellen ungehindert ein- und auszulassen. Der letztere ist bei den gewöhnlichen Apparaten mittelst eines hölzernen Schubers geschlossen. Bei den bedeutenden Dimensionen, die hier vorkommen, hat ein

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Schuber nie die gewünschte leichte Bewegung, die nothwendig wäre, um die Bildfläche dem Lichteindrucke blosszustellen, ohne an dem Apparate wesentlich zu rütteln und dadurch vielleicht zu einer grösseren Abweichung Veranlassung zu geben, als all' die verschiedenen, sphärischen, chromatischen u. s. w. sind, die das Objectiv annoch besitzt. Darum ist hier eine andere Anordnung getroffen. Ein aus dünnen, auf Leinwand geleimten Holzstäben bestehender Vorhang lässt sich über einer Rolle vor das Bild oder hinter dasselbe bringen. Es ist dies, so wie überhaupt die ganze Einrichtung der Camera obscura nur einstweilen eine vorgeschlagene Neuerung die die Erfahrung noch nicht genügend erprobt hat und die Jedermann immerhin durch etwas Zweckmässigeres ersetzen mag, wenn ihm dies gelingt, die vorliegende Einrichtung möge einstweilen nur dazu dienen, um zu zeigen, was bei einer so grossen Camera obscura vorzugsweise noththut. Die Hauptzwecke sind: Verminderung der Masse im Ganzen, Zerlegung derselben in mehrere Bestandtheile, die leicht zu handhaben sind, Vermeidung des falschen Lichtes, Neigung der Bildfläche gegen die Axe des Instrumentes innerhalb gewisser Grenzen und eine Einrichtung der Casette, durch die das Rütteln am Apparate im entscheidenden Momente der Exposition möglichst vermieden wird.

Dass trotz aller dieser Vorkehrungen, die zum Zwecke haben, die guten Eigenschaften des Objectives alle nutzbringend zu machen, ein findiger Photograph dennoch Mittel genug hat, um mit einem scharfen Apparate ein unscharfes Bild zu erzielen, die Lichtstärke unnütz zu machen, die perspectivische Richtigkeit über Bord zu werfen u. s. w., das versteht sich von selbst. Für diejenigen, die sich über die Art und Weise vielleicht doch den Kopf zerbrechen müssten, möge hier in einigen Beispielen stehen, wie man dies allenfalls anzustellen hätte.

Will man ein unscharfes Bild haben, so stelle man sich nahe genug bei der Aufnahme einer Landschaft hinter einen dicken Baum, so dass dieser in die Mitte des Gesichtsfeldes zu stehen kommt, so wird man einen verwaschenen Baum in einer scharfen Landschaft bekommen, wenn man es nicht etwa vorzieht, einen scharfen Baum in einer verwaschenen Landschaft zu besitzen.

Will man die perspectivische Richtigkeit los werden, so suche man sich ein Gebäude mit zwei parallelen himmelhoch anstrebenden Thürmen z. B. die Karlskirche in Wien, und sehe sie mit dem nach aufwärts gerichteten Objective an in so nahe als möglich gewählter

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Aufstellung. Dann wird man zu seinem Vergnügen gewahr werden, wie sich die schlanken Säulen zierlich gegen einander neigen. Wären sie unendlich hoch, so würden sie sich gar umarmen. Beim Porträtiren lässt sich in dieser Beziehung Unglaubliches leisten und es hat gar keine Schwierigkeit, eine ganz wohlgebildete Person vermöge schicklicher Aufstellung in ein wahres Scheusal umzuwandeln. Die Aufnahme von Personengruppen bietet dem schöpferischen Talente gar ein weites und fruchtbares Feld und man kann z. B. einen wohlbekannten kleinen Mann unter gross gewachsenen Leuten die Rolle eines entsetzlichen Riesen spielen lassen, was sich sehr hübsch ausnimmt.

Wer endlich die Lichtstärke eines Apparates ohne alles Diaphragmiren unnütz zu machen wünscht bei Aufnahme des Porträtes, der verfahre, wie folgt: Er setze seinen Patienten hin, richte ihm die Glieder und corrigire die Stellung mit Sorgfalt und Bedacht, dann stelle er den Apparat ein, ebenfalls mit Sorgfalt und Bedacht und ermahne den Unglücklichen nun unverändert so sitzen zu bleiben. Dann gehe er in sein Kämmerlein, jodire die Platte, lege sie ins Silberbad, nehme sie heraus und untersuche nochmals sorgfältig, ob der Patient die Stellung nicht verwechselt hat. Diesem werden mittlerweile schon die Thränen aus den Augen getreten sein. Dann lege er ein, exponire 10 Secunden und schliesse zu, so wird er ein Porträt haben, wie man es auch in den ersten Zeiten der Daguerreotypie auf die jodirten Silberplatten brachte. Kurz, mit einem Worte, es lassen sich alle möglichen Untugenden dem allervortrefflichsten Apparate entringen und sogar getrennte Brennpunkte erzielt man durch Holzrahmen, die sich geworfen haben.

Es wäre vielleicht verdienstlich, all' diejenigen Kunststücke aufzuzählen in systematischer Ordnung, wie dies Swift gethan in seiner Kunst, in der Poesie zu sinken, deren Unkenntniss und Gedankenlosigkeit fähig sind. Dies gäbe aber bereits einen mässigen Band und würde sohin die Grenzen dieser Abhandlung überschreiten. Ich will daher nur noch eines einzigen, aber besonders genialen Stückleins Erwähnung thun, durch das man ohne alle Anstrengung, allen Bemühungen des Optikers, Mechanikers, Chemikers und seinen eigenen Trotz bieten und anstatt Bilder nur Schmutzflecken erhalten kann in denen der tonlose Schatten eines Bildes schwimmt. Man lege nämlich hinter die Glasfläche, die das Bild aufzunehmen bestimmt ist, bei der

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Exposition ein weisses Stück Papier. Dies ist das geistreichste Mittel, sich falsches Licht zu verschaffen und ist durch ein Loch im Blasebalge oder eine klaffende Spalte in der Camera nur unvollkommen zu ersetzen. Eine schwarze und glänzende Fläche thut's wohl auch, wiewohl im minderen Masse. Der intelligente Photograph wird das Gegentheil von all' diesen und ähnliche Vorschriften thun, wird sich hingegen andere von positiver Wirksamkeit stets gegenwärtig halten, die hier in Kürze zur Sprache kommen sollen:

Man hat in der Tactik eine bestimmte vorgeschriebene Schlachtordnung der verschiedenen Truppenkörper, z. B. der Brigade und Division im Gefechte, aber nicht um in allen Fällen starr daran zu halten, sondern um alle Vortheile die im Allgemeinen und durchschnittlich in einer Stellung liegen können, in ein Gesammtbild zu vereinigen und so die schnelle Orientirung zu erleichtern. Ein jeder photographische Apparat hat auch seine normale Aufstellung. Es ist diejenige der abzubildenden Gegenstände, der ein durchweg gleich scharfes Bild entspricht auf einer Ebene, die auf der Axe des Apparates senkrecht steht. Es ist gut diese Aufstellung zu kennen.

Wenn bei Aufnahme einer Landschaft die in der Mitte des Gesichtsfeldes befindlichen Gegenstände sehr weit entfernt, zur Seite oder aber im Vordergrunde etwas näher gelegene Gegenstände befindlich sind, fallend in der Entfernung von 80 oder 100 Schritten, so erhält man ein durchaus gleich scharfes und ebenes Bild.

Bei der Aufnahme von Personengruppen ist die normale Aufstellung die in der Peripherie eines Kreises, der mit 7 Fuss Halbmesser aus einem beliebigen Punkt der Axe des Instrumentes beschrieben wird. Je mehr man sich davon entfernt, desto mehr hat man mit den unscharfen Partieen im Bilde zu kämpfen und desto nöthiger kann eine Neigung der Bildebene gegen die Axe des Instrumentes werden.

Hiemit soll aber nicht gesagt sein, dass man nur in dieser normalen Stellung der abzubildenden Gegenstände ein Bild aufzunehmen im Stande sei, ebenso wenig, als man nur in der vorgeschriebenen normalen Schlachtordnung ein Gefecht annehmen darf; sondern es dient dies nur zur Orientirung beiläufig so: Der Photograph sieht sich beim Aufnehmen einer Landschaft um, ob er nicht einen Standpunkt entdecken kann, von welchem aus die Gegenstände gerade in der obangedeuteten normalen Art um den Apparat gruppirt sind. Hat er

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

einen solchen gefunden, so bildet er ab in einer Ebene, die auf der Axe des Apparates senkrecht steht und kann auch das Diaphragmiren ganz und gar entbehren. Lässt sich kein solcher Aufstellungspunkt finden, dann untersucht er, ob nicht eben diese Anordnung der Gegenstände dennoch stattfinde, aber mit einer gewissen Neigung gegen die Axe des Apparates, so zwar, dass es dennoch einen Punkt gibt, in welchem man aber keinen Apparat aufstellen kann, in Bezug auf den die normale Gruppirung vorhanden ist und von dem man sich mehr oder weniger seitwärts postiren muss. Dann lässt sich durch Neigung der Bildflächen gegen die Axe des Instrumentes dennoch ein scharfes Bild ohne Diaphragmirung erzielen. Ähnliches gilt von Aufnahmen naher Gegenstände, die man um den Apparat selber gruppirt in der obangeführten Weise oder auch in scheinbarer Unregelmässigkeit um den Apparat herum. Kann man es aber nicht vermeiden, Gegenstände in ungünstiger, der normalen schnurstraks entgegengesetzter Gruppirung auf die Platte zu bringen, nahe und weit entfernte an einer und derselben Stelle im Bilde oder wenigstens in geringem Abstande von einander erscheinen zu lassen, so hilft nur ein mehr oder weniger enges Diaphragmiren, mit längerer Exposition und es ist hier sehr wohl zu merken, dass eine Dunkelkammer mit grosser Brennweite gegen ungleiche Entfernungen im quadratischen Verhältnisse dieser Brennweite empfindlich sei, dass also das Objectiv mit 26 Zoll Brennweite im Vergleiche mit einem 11zölligen bei gleicher Lichtstärke eine derartige fehlerhafte Aufstellung fünfmal so sehr übel nehme. Das menschliche Auge ist auch eine Camera obscura, aber eine sehr kleine. Die Grenzen seiner Wirksamkeit sind daher von der deutlichen Sehweite gleich 8 Zoll bis zu einer unendlichen Entfernung. Ein 11zölliger Apparat reicht in dieser Weise von etwa 20 Schritt bis ins Unendliche. Der mit 26 Zoll Brennweite kann von 120 Schritt bis Unendlich gebraucht werden und verschaffte man sich Apparate von noch grösseren Dimensionen, etwa von 52 Zoll Brennweite, so würde man mit ihnen ohne Diaphragmirung und an einer und derselben Stelle des Bildes schicklicher Weise nur Gegenstände aufnehmen können, deren Entfernung vom Apparate zwischen 500 Schritt und Unendlich liegt. Dies sind die photographischen Leiden, welche mit grossen Bildern unzertrennlich verknüpft sind.

Ich will hier noch eine Verwendungsweise des Apparates zur Sprache bringen, auf welche bei der Berechnung des Objectives

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

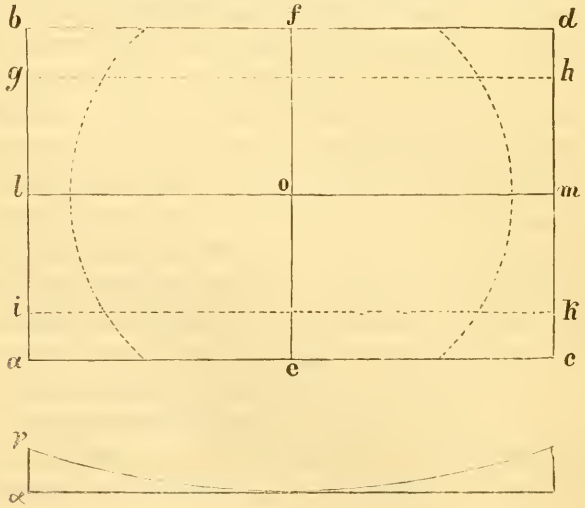
sowohl, wie auch bei dem Baue der Dunkelkammer Rücksicht genommen wurde, nämlich zum Copiren von Karten, Kupferstichen, Urkunden u. s. w. und zwar sowohl im gleichen Massstabe, wie auch ins Kleinere und ins Grössere. Um Ersteres möglich zu machen, vermag die Camera bis auf die doppelte Brennweite des Objectives verlängert zu werden. Um das Copiren ins Kleinere z. B. $^1/_4$ oder $^1/_5$ des Massstabes zu bewerkstelligen, jedoch so, dass an den Details nichts verloren geht, und dass man immer das Bild einer fünfmaligen oder stärkeren Vergrösserung durch eine Loupe unterwerfen kann, hat man in der Rechnung einen hohen Grad von Schärfe verlangt, der bei allen übrigen Verwendungen des Apparates überflüssig gewesen wäre. Das Bild gut gelungener und mit besonderer Sorgfalt ausgeführter Objective nämlich soll zehnmalige Vergrösserung vertragen, oder präciser gesprochen, es soll sich ansehen lassen mit einem Oculare von 1 Zoll Brennweite. Dieser hohe Grad von Schärfe in Verbindung mit einem grossen Gesichtsfelde und sehr bedeutender Öffnung setzt das optische Erzeugniss mit den edleren astronomischen Instrumenten in gleiche Linie, erhöht zwar natürlicher Weise seinen Preis, macht es aber geeignet, der reisenden, besonders fussreisenden Welt einen Dienst zu erweisen, den ich hoch anzuschlagen geneigt bin. Jeder Gebirgsreisende weiss nämlich sehr gut, wie angenehm für denselben Specialkarten sind, die möglichst viel Detail enthalten, wenn nicht das Mitführen von solchen wegen ihres bedeutenden Umfanges wieder mit bedeutenden Unannehmlichkeiten verknüpft wäre. Hätte man aber verkleinerte Karten im fünften Theile des Massstabes, die gleichwohl alles Detail enthielten, was in der grossen Karte erscheint, so könnte man anstatt eines einzigen Blattes 25 verschiedene Blätter mitnehmen und so die Specialkarten von einem oder ein paar grossen Ländern ohne sonderliche Beschwerde in einem mässigen Taschenbuche mit sich führen und vermittelst einer guten Loupe davon Gebrauch machen. Allein dieses Copiren der grossen Karte ins Kleine ist eine der delicatesten Aufgaben der Photographie und die erforderliche gleiche Schärfe von der Mitte bis zum Rande vermag nur durch eine sehr zweckmässige und sorgfältige Handhabung des Apparates erzielt werden, während bei den meisten anderen Zwecken oft eine übrig bleibende grosse Abweichung von $^1/_{10}$ Linie des Abweichungskreises noch gar nicht sehr störend auftritt, verlöscht hier eine viel kleinere von $^1/_{50}$ Linie im Durchmesser bereits

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

die feinsten Striche der Schriften und Zeichnungen, und nöthigt so, den abzubildenden Gegenstand möglichst günstig, d. h. gleichförmig erleuchtet und in der normalen Lage aufzustellen, weil das allergeringste Abgehen davon das Bild seinem Zwecke ganz und gar zu entfremden im Stande ist.

Das sonst sehr nützliche Diaphragmiren hilft in einem solchen Falle gar nichts, weil es, energisch angewendet, eine neue Abweichungssorte, die nämlich wegen der Beugung des Lichtes erzeugt, gross genug, um hier die Wirkung zu vereiteln, wie ich schon oben auseinandergesetzt habe.

Da nun aber das Bild des Objectives von einem ebenen Gegenstande eine leichte natürliche Krümmung von 80 Zoll Radius am Scheitel besitzt, die sich gleich bleibt, das Bild mag gross oder klein und nahe am Objective, oder weit entfernt davon sein, so wird das Objectiv hinwiederum von einem so gekrümmten Gegenstande ein vollkommen ebenes Bild auf der Platte liefern. Wenn man daher die grösste mögliche Schärfe der Abbildung erzielen will, so muss man die abzubildende Karte oder den Kupferstich in die innere Fläche eines Rotationsparaboloides bringen, das diesen Krümmungshalbmesser am Scheitel hat. Da aber solche Papierflächen immer eben sind, sich daher ohne Falten nicht legen lassen in eine andere, als developable Fläche; und da ein Rotationsparaboloid keine solche ist, da es endlich hier auf die äusserste Genauigkeit nicht ankommt, so



wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

handelt es sich darum, eine developable Fläche zu finden, die sich in all' ihren Punkten möglichst wenig entfernt von jenem Stücke des Rotationsparaboloides, welches den abzubildenden Gegenstand aufzunehmen hätte.

Man denke sich beispielsweise die Karte im Formate grosser Messtischblätter in den Dimensionen von 24 und 16 Zoll. Ein dünnes und desshalb elastisches hölzernes Brett aus starken Fournieren so zusammengeleimt, dass sich die Holzfasern derselben kreuzen, vermag in der Richtung der längeren Abmessung von 24 Zoll die Krümmung von 80 Zoll anzunehmen, die vorderhand eine cylindrische sein soll, und es werden hiebei die kürzeren Seiten *ab* und *cd* sich von einer Ebene, die das nunmehr cylindrische Brett in der Mittellinie *ef* berührt, um eine Grösse $\alpha\gamma$ entfernen, welche nach der Formel:

$$x = \frac{y^2}{2r}$$

berechnet werden muss, allwo der Pfeil $\alpha\gamma = x$, $ae = y = 12''$ und r der Krümmungshalbmesser hier gleich 80 Zoll ist. Nach derselben ergibt sich:

$$x = \alpha\gamma = 0{\cdot}9 \text{ Zoll.}$$

Diese cylindrische Fläche nun, in welche man nun ebenso gut, wie auf eine Ebene, die abzubildende Karte spannen kann, kommt dem Rotationsparaboloide viel näher, als eine Ebene, und es wird wieder die vorliegende Formel dazu dienen, um den grössten Abstand der einen und auch der anderen vom Paraboloide zu rechnen. Die erstere, die Ebene nämlich, welche die Rotationsfläche am Scheitel berührt, also im Punkte *o*, steht in den vier Eckpunkten *a, b, c, d* von derselben am meisten ab, und man hat für den Abstand x des Punktes *a* demnach $y = oa = \sqrt{12^2 + 8^2} = \sqrt{208}$ also: $x = 1{\cdot}3$ Zoll. Jetzt wollen wir auch die cylindrische Fläche mit dem Paraboloide in Berührung bringen. Diese wird erfolgen nicht mehr in einem einzigen Punkte, sondern in einer Linie *lom* und es werden die beiden längeren Seiten *ac* und *bd* jetzt am allermeisten und in allen Punkten gleichweit von der Rotationsfläche abstehen. Der gemeinsame Abstand wird also der dem Punkte *e* angehörige sein, für welchen man hat: $y = 8''$, folglich $x = {}^{64}/_{160} = 0{\cdot}4$ Zoll, folglich zwischen drei- bis viermal so klein, als der Abstand der berührenden Ebene. Man kann

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

hiezu noch bemerken, dass diese grösste Entfernung der cylindrischen Fläche sowohl, wie jene der Ebene von dem Rotationsparaboloide reducirt werden könne auf die Hälfte ihres Werthes dadurch, dass man diese geometrischen Gebilde sich nicht berühren, sondern schneiden lässt. Ebene und Paraboloid werden dann einen Kreis gemeinschaftlich haben, in welchem der Abstand Null ist und der mit einem Halbmesser gleich $^5/_7$ *oa* aus dem Mittelpunkte *o* beschrieben wird. Den Punkten *a, b, c, d* und *o* werden dann gleiche Abstände angehören, die zugleich die grössten sind, alle im Werthe von 0·6 Zoll. Lässt man dagegen die cylindrische Fläche das Paraboloid schneiden, so findet der Schnitt Statt im Bereiche zweier parallelen Linien *g h* und *i k*, deren Abstand vom Punkte *o* gleich $^5/_7$ *oe* ist. Am meisten entfernen sich nun diese beiden Flächen von einander im Bereiche der Linien *ac, lm* und *bd*, allwo der Abstand 0·2 = $^1/_5$ Zoll beträgt. Bei einer solchen Aufstellung würde man nur eine Abbildung erzielen, die, wenn das Objectiv frei wäre von jeglicher Abweichung, folgende Eigenschaften besässe: Eingetheilt in derselben Weise, wie die abzubildende Zeichnung, würde in der Nähe der Linien *gh* und *ik* absolute Schärfe stattfinden. Diese würde dann gegen die Mitte sowohl, d. h. gegen die Linie *lm*, als auch gegen die Ränder *ac* und *bd* stetig abnehmen. Da jedoch volle Abweichungsfreiheit nicht erzielt werden kann und da selbst für den Punkt *o* in der Mitte eine gewisse Grösse der Abweichung übrig bleibt, die auch allen übrigen Punkten des Gesichtsfeldes bis an den Rand zukommt, ja durch andere hinzutretende Abweichungssorten noch vermehrt wird, und zwar in desto reichlicherem Masse, je näher man an den Rand und in die Ecken des Gesichtsfeldes rückt, so ergibt sich nach all' diesen Wirkungen eine ziemlich gleichförmige Vertheilung aller Abweichungssorten, somit ein Bild von leidlich gleichmässiger Schärfe, die äussersten Ecken *a, b, c, d* allein ausgenommen, in welchen sich alle Abweichungen die der Mitte zukommenden, die dem Rande eigene und zwar im Maximo des Werthes und die aus dem Abstande des Cylinders vom Rotationsparaboloid abgeleitete über einander häufen, alldort das Bild in merklicher Weise, verglichen mit der Mitte des Gesichtsfeldes verschlechternd.

Diesem Übelstande lässt sich abhelfen und die gleichförmige Schärfe wieder herstellen auf folgende Weise: Man denke sich zuvörderst die cylindrische Fläche mit 80 Zoll Radius dadurch her-

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

gestellt, dass man das biegsame Brett auf eine andere stärkere und ebene Platte in den Punkten *e, o, f* festschraubt, so dass diese jetzt in einer geraden Linie liegen. Dann schiebt man in den Punkt *l* und *m* Klötzlein von 0·9 Zoll Höhe unter; so hat man einstweilen genau genug die cylindrische Fläche. Nun lassen sich aber noch die vier Ecken *a, b, c, d* gegen das Rotationsparaboloid heraufbiegen und zwar um 0·2 Zoll, so dass ihr Abstand von demselben gleich Null wird, wodurch eine der Abweichungssorten, nämlich eben die diesem Abstande entsprechende verschwindet. Dies kann man sich abermals durch untergeschobene Klötzlein von 1·1 Zoll Höhe bewerkstelligt denken. Man erzielt es aber zweckmässiger noch durch zwei in die Platte längs den Linien *ab* und *cd* eingelassene Leisten, in welche die Krümmung, die das biegsame Brett bei einer solchen Behandlung annimmt, eingeschnitten wird. Man erhält auf diese Weise eine, wenn auch nicht in aller Strenge, doch mindestens nahe zu developable Fläche, in die sich ein Papierbogen ohne einer Spur von Falten legt.

Die Dicke des aus Fournieren zusammengeleimten biegsamen Brettes kann gegen 3 Linien betragen, und schraubt man die dickere Platte an eine Docke fest, die sich über einem ähnlichen dreieckigen Prisma, wie das der Camera obscura schiebt, so hat man eine zum Copiren von Karten bequeme Vorrichtung. Es ist eine solche nothwendig, weil es seine Schwierigkeiten hat, die Ebene der abzubildenden Zeichnungen möglichst genau senkrecht auf die Axe des Apparates zu stellen. Das Detail einer solchen Einrichtung passt Jedermann gerne seinem Locale und seiner Bequemlichkeit an, es scheint daher nicht nothwendig, näher darauf einzugehen. Zu bemerken kömmt noch, dass die auf solche Weise erzeugte, von Rotationsparaboloide nur höchstens $^1/_5$ Zoll abstehende Fläche in aller Strenge nicht developabel sei, dass sie sich aber einer developablen Fläche desto mehr nähere, je weniger Zwang dem dünnen Brette durch hin- und herbiegen angethan wird. Man kann daher annehmen, dass nur die Punkte *a, b, c, d, l, m, e, o, f* unterstützt und mit Schrauben befestigt zu werden brauchen; in den übrigen bleibt die krumme Fläche am allerzweckmässigsten frei.

Um über die Grösse der Abweichung Aufschluss zu gewinnen, welche dem Abstande von $^1/_5$ Zoll der beiden in Rede stehenden

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Flächen angehört, nehmen wir an, es sei eine Karte auf $1/5$ des Massstabes zu verkleinern. Die Entfernung, in welcher dieselbe zu diesem Zwecke vom Objective aufgestellt werden muss, heisse a, die Entfernung des Bildes hingegen α, die Brennweite p, gerade, wie in der Formel (5), so muss, um wirklich ein Bild in Fünftel der Grösse zu erzielen: $a = 5\alpha$ sein. Man hat sohin aus der (5):

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{p} - \frac{1}{5\alpha} \text{ mithin: } \alpha = \frac{6}{5} p$$

also bei dem besprochenen neuen Objective von 26 Zoll Brennweite: $\alpha = 31 \frac{1}{5}$ Zoll und $a = 156$ Zoll $= 13$ Fuss. Dies vorausgesetzt lässt sich die kleine Änderung in der Vereinigungsweite α, welcher einer Änderung von $1/5$ Zoll im Abstande a angehört, auf folgende Weise berechnen: Man differenzire die (5) nach den Grössen a und α, so erhält man:

$$d\alpha = -\frac{\alpha^2}{a^2} da$$

oder da im gegenwärtigen Falle $\frac{\alpha}{a} = 1$ ist, da aber gleich $1/5$ Zoll, so wird $d\alpha = \frac{1}{125}$ Zoll beiläufig gleich $1/10$ Linie Längenabweichung. Ist zudem die wirksame Öffnung des Objectives 2ρ, so entspricht derselben ein Abweichungskreis von $\frac{2\rho}{125\alpha}$ Durchmesser in Zollen, oder $\frac{\rho}{5\alpha}$ in Linien. Wird gar kein Diaphragma gebraucht, sondern die volle wirksame Öffnung des Objectives von $2 1/3$ Zoll in Anwendung gesetzt, so beträgt dieser Durchmesser $1/138$ Linien, was viel ist, wenn man in Erwägung zieht, dass das Bild 5malige Vergrösserung aushalten soll, und wenn man zudem noch in Betracht zieht, dass zu der in Rede stehenden Abweichung annoch die sphärische, die chromatische des secundären Spectrums und die aus der Beugung des Lichtes entspringende hinzutreten. Es entsteht daher hier die Frage, in wie ferne sich durch Diaphragmirung der Gesammtbetrag dieser verschiedenen Abweichungen verringere und dadurch der beabsichtigte Zweck erreichen lasse.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Da es sich hier offenbar darum handelt, dem Apparate die höchste Leistung, deren er fähig ist, zu entringen, so wird es nothwendig sein, die verschiedenen Sorten von Abweichungen ihrer Natur und ihrem Einflusse nach auf die Beschaffenheit des Bildes etwas genauer kennen zu lernen und gründlich mit einander zu vergleichen. Hiezu dienen die folgenden Daten:

Ein Objectiv, welches nur sphärische Abweichungen hat, oder vielmehr welches man sich nur vorzugsweise mit einer solchen behaftet denkt, bildet, wenn es theoretisch richtig ausgeführt ist, einen leuchtenden Punkt nicht ab, als untheilbaren Punkt, sondern als runden Fleck von einem gewissen Durchmesser, der aber scharf begrenzt ist und keineswegs gegen den Rand zu eine Abnahme der Lichtstärke zeigt, sondern vielmehr alldort ein Maximum bietet. Copirt man mittelst eines solchen Objectives eine aus Linien bestehende Zeichnung, so werden diese Linien im Bilde um den Betrag des Durchmessers des sphärischen Abweichungskreises schmäler gemacht, erscheinen aber dennoch scharf, nur werden die Linien und Schriften schlanker. Ist daher diese Abweichung nur in einem geringen Grade vorhanden, wie bei dem gegenwärtigen Objective, so schadet sie so eigentlich dem Bilde nicht, wenn sie nicht etwa die feinsten Linien ganz verwischt. Sie hat zudem eine constante Grösse und vermag auf dem Wege des Diaphragmirens nicht verringert zu werden, wenigstens wenn dieses ein nur mässiges ist.

Ähnliche Beschaffenheit hat auch diejenige Abweichungssorte, die wir so eben auf $^1/_{138}$ Linien im Durchmesser des Abweichungskreises festgestellt haben unter Voraussetzung der vollen Öffnung des Objectives, compacte Beschaffenheit nämlich, bis auf den Rand.

Anders verhält es sich mit der Abweichung, die der Beugung des Lichtes angehört. Ein Objectiv, welches nur an dieser leidet, d. h. eines mit geringer Öffnung bildet einen leuchtenden Punkt zwar auch ab als kreisrunden Fleck von gewisser Grösse, die Lichtstärke nimmt aber von der Mitte gegen den Rand rasch genug ab und es befindet sich in dem mittleren Kern vom halben Durchmesser viel mehr Licht, als in dem ihm umgebenden Ringe. Wenn man daher mittelst eines solchen Objectives eine aus dunklen Linien bestehende Zeichnung copirt, so können im Bilde die Abweichungskreise der angrenzenden lichten Punkte selbst theilweise über die schwarze Linie hinüberreichen und sie doch nicht gänzlich verwischen, sondern

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

sie benehmen ihnen nur die Schwärze und machen aus einer feinen schwarzen eine feine graue Zeichnung. Diese Abweichungssorte kann daher grösser sein, als die chromatische und doch minder schädlich auftreten, in gewissen Fällen wenigstens, z. B. in der photographischen Praxis und man kann annehmen, dass der der Beugung entsprechende Abweichungskreis erscheinen dürfte unter einem Gesichtswinkel von 2 Minuten, wenn jener der sphärischen Abweichung nur unter einem Gesichtswinkel von 1 Minute erscheinen darf, oder mit anderen Worten, man kann annehmen, dass der erstere nur mit seinem minderen Kerne, in dem eine vorwiegende Lichtmasse concentrirt ist, das Bild verschlechternd einwirkt.

Mit der chromatischen Abweichung des secundären Spectrums hat es dieselbe Bewandtniss, nur in einem noch höheren Grade. Hier nimmt man an, dass der Durchmesser des chromatischen Abweichungskreises unter einem Winkel von 6 Minuten erscheinen dürfe, ohne der Schärfe wesentlich Eintrag zu thun, oder was beiläufig dasselbe ist, man nimmt an, dass nur $1/6$ des solaren Spectrums mit seiner überwiegenden Lichtstärke wesentlich verschlechternd auf das Bild einzuwirken vermöge, und dass der übrige breite Rand des Abweichungskreises nur durch ein unbedeutendes Graufärben schwarzer Linien sich kund zu geben vermöge. Die Zahlen also, die so zu sagen das Gewicht dieser drei Abweichungssorten ausdrücken, sind: 1, $1/2$, $1/6$.

Der Ausdruck den die erste und compacteste dieser Abweichungen gibt, heisst wie oben: $\frac{2\rho}{125\alpha}$. Die von der Beugung herrührende hat vermöge der Formel (1) den absoluten Werth: $\frac{\alpha\lambda}{\gamma}$ und das Gewicht $1/2$, daher sie mit dem Betrage $\frac{\alpha\lambda}{2\rho}$ in Rechnung tritt. Die totale chromatische Längenabweichung des secundären Spectrums kann zu $4/10$ Linien, gleich $1/30$ Zoll veranschlagt werden. Hievon nimmt aber das intensivste Licht nur $1/6$, d. h. $1/180$ Zoll ein. In der Mitte dieser Ausdehnung, d. h. in einer Entfernung von $1/360$ Zoll von jedem Ende fällt die grösste chromatische Seitenabweichung im Betrage $\frac{2\rho}{360\alpha}$. Alle so gewürdigten Sorten der Abweichung geben den Totalbetrag von:

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

$$D = \frac{2\,\rho}{125\,\alpha} + \frac{\alpha\lambda}{2\rho} + \frac{2\rho}{360\,\alpha} = \frac{97\,\rho}{4500\,\alpha} + \frac{\alpha\,\lambda}{2\,\rho}.$$

Differenziren wir nun, um zu den Bedingungen des kleinsten D zu gelangen, diesen Ausdruck nach ρ und setzen den Differentialquotienten der Nulle gleich, so ergibt sich:

$$\rho = \alpha \sqrt{\frac{4500\,\lambda}{194}}.$$

Also für rothes Licht, dem $\lambda = 1/_{50\cdot000}$ angehört und für violetes, wo man $\lambda = 1/_{100\cdot000}$ hat, beziehlich:

$$\rho = 0{\cdot}65 \text{ Zoll}, \quad \rho = 0{\cdot}46 \text{ Zoll},$$

d. h. das Diaphragmiren unter beiläufig $1\frac{1}{2}$ und bis zu 1 Zoll wirksamer Öffnung kann nicht mehr viel frommen, und es dürfte als Regel festzustellen sein, dass ein am passendsten an der zweiten Linse postirtes Diaphragma zu dem angedeuteten Zwecke schicklicher Weise 1 Zoll Öffnung oder etwas mehr erhalten dürfe. Hiebei ist die übrig bleibende Gesammtabweichung beiläufig $1/_{1200}$ Zoll gleich $1/_{100}$ Linien, nimmt also allen jenen Linien im Bilde, die weniger als $1/_{100}$ Linie an Breite besitzen sollten, also allen denjenigen, die im Originale unter $1/_{20}$ Linie breit sind, den schwarzen Kern und verwandelt sie in graue Schatten, daher man denn diese Leistung als die höchste ansehen kann, die dem Objective überhaupt zugemuthet werden darf, und sieht, wie wesentlich es ist, die Karte mindestens in die developable Fläche hineinzuspannen, weil selbst bei dieser Massregel der vorgesetzte Zweck nur nothdürftig erreicht werden kann.

Mit dem Krümmen des Objectes ist aber noch eine andere Wirkung verknüpft, die hier hervorgehoben werden muss, nämlich gerade Linien in demselben und namentlich die geradlinige Einfassung der Karte werden, wenn auch nur sehr wenig, gekrümmt abgebildet. Das Objectiv musste nämlich so berechnet werden, dass es von einem unendlich weit entfernten Gegenstande, mithin auch von einem in eine Ebene fallenden ein naturgetreues Bild gibt und es liegt zudem in seiner Wesenheit, dass es nähere Gegenstände mehr als die entfernten vergrössert. Nun werden aber die Seiten ab und cd gegen die Mitte ef dem Objective beiläufig um einen Zoll genähert, also um $1/_{156}$ der Entfernung, die, wie oben bewiesen, 156 Zoll beträgt. Dies bewirkt

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

eine Verlängerung des Bildes der Linie *ab* gegen *ef* um $^1/_{156}$ der Länge der letzteren. Da nun aber diese im Bilde $^8/_5$ Zoll lang ist, so beträgt die in Rede stehende Differenz nahezu $^1/_{97}$ Zoll oder $^1/_8$ Linie, was nunmehr durch ein angelegtes Lineal wahrgenommen werden kann.

Weit bequemer und weit netter arbeitet man, wenn man für die abzubildenden Zeichnungen ein kleineres Format wählt, z. B. 12 und 16 Zoll Seite. Die dem Originale zu ertheilende Krümmung wird dann nur halb so gross, die Entfernung der developablen Fläche von dem Rotationsparaboloide beträgt ebenfalls nur die Hälfte von früher, d. h. $^1/_{10}$ Zoll, man kann arbeiten mit grösserer Öffnung und erzielt doch ein bei weitem schärferes Bild, an welchem eine Krümmung der geraden Linien des Objectes schon nicht mehr wahrgenommen werden kann. Genau dasselbe aber gilt von dem im grösseren Massstabe construirten Objective. Hätte man nämlich eines von den doppelten Dimensionen, d. h. von 52 Zoll Brennweite und verwendete es zum Copiren der obigen Zeichnung von 24 und 16 Zoll Seite, so ginge die Krümmung des Bildes über in 160 Zoll. Die nach der angeführten Vorschrift construirte developable Fläche würde sich nur $^1/_{10}$ Zoll von der Rotationsfläche und die Punkte *a*, *b*, *c*, *d* nur in der Entfernung gleich $^1/_2$ Zoll von der Platte befinden. Der Abstand *a* hingegen der Zeichnung vom Objective, die in $^1/_5$ der Grösse abgebildet werden soll, wäre hier doppelt so gross, nämlich 312 Zoll gleich 26 Fuss; mithin die Krümmung, der Linie *bd* gleich $^1/_{32}$ Linien, was man selbst mit dem angelegten Lineale nicht mehr wahrnehmen kann. Wer somit mit dem Copiren von Karten ins Kleine viel zu thun hat, der hat sich vorzugsweise eines grossen Apparates zu bedienen, weil der kleinere im umgekehrten Verhältnisse seiner Dimensionen ein schlechteres Bild und gar im umgekehrten quadratischen Verhältnisse dieser seiner Dimensionen gekrümmte Linien gibt, wenn er zur Abbildung eines und desselben Gegenstandes verwendet wird.

Alles was bisher gesagt worden ist vom Copiren ins Kleinere gilt auch vom Abbilden in einem grösseren, z. B. dem fünffachen Massstabe. Auch dieses wird man mit Vortheil mit Hilfe des neuen Apparates veranstalten können wegen seiner Schärfe, der Abwesenheit doppelter Brennpunkte und der geringen Krümmung seines Bildes, nur ist zu merken, dass das neue Objectiv vorzugsweise für Gegenstände in

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

sehr grosser Entfernung berechnet, für etwas näher liegende bereits einen nicht unerheblichen Zuwachs von sphärischer Abweichung erhalte und beim Copiren in gleichen Dimensionen im Grunde gebraucht werde in einer seiner Bestimmung fremden Weise. Will man weiter gehen und Abbildungen erzielen, die grösser sind als das Object, dann haben naturgemäss Bild und Object ihre Stellung zu verwechseln. Das Object tritt an die Stelle des Bildes, d. h. an die Seite der kleineren Linse, das Bild kommt aber an der Seite der grösseren Linse zu Stande und man kann z. B. Photographien, es versteht sich von selbst nur in scharfer Zeichnung vollkommen gut gelungene, auf diese Weise ins Grosse copiren, wenn man den Apparat an einer Öffnung im Fenster eines verfinsterten Gemaches so aufstellt, dass das zu copirende negative Glasbild nach aussen sieht, während das Objectiv nach dem Inneren des finsteren Zimmers gerichtet ist. Man könnte so allenfalls auch sehr schöne Porträte gewinnen in Lebensgrösse, wenn man die Krümmung des Bildes nicht vernachlässigt und den Papierbogen der das grosse Bild aufnehmen soll in die Fläche spannt, die früher beschrieben worden ist. Man muss aber hiebei nicht vergessen, dass das grosse Bild in dem Masse geringere Lichtstärke hat, als sein Flächeninhalt ein grösserer ist. Wenn man daher eine Zeichnung im Fünftel der Grösse abbilden kann bei 30 Secunden Exposition, so lässt sich bei derselben Beleuchtung ein Bild in fünfmal grösserem Massstabe und mit denselben Stoffen vielleicht in 10 Minuten erst erzielen, weil man beiläufig fünf und zwanzig Mal die geringere Lichtstärke hat. Genauere Daten über diese Manipulation hat uns erst die Erfahrung zu bringen und es wäre wirklich von nicht geringem wissenschaftlichen Interesse, die Maximen solcher Abbildungen im Grossen zu erforschen. Ich muss mich damit begnügen, den zu einer solchen Manipulation tauglichen Apparat zu liefern, der zu diesem Zwecke viel bessere Dienste leisten wird, als seine Vorgänger und überlasse das Übrige denjenigen, die sich speciell mit Photographie beschäftigen, füge nur noch hinzu, dass bei geringen Vergrösserungen und für den Lichteindruck sehr empfindlichen Stoffen, z. B. dem Talbot'schen Kalotyp-Papier es vollkommen genügen dürfte, wenn man zur Beleuchtung eine vis à vis sich befindende weisse Wand oder den blauen Himmel hat. Bei minder empfindlichen Stoffen hingegen braucht man bereits einen regelrechten mit einem Heliostaten verknüpften Beleuchtungs-

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

apparat, bei dem Chlorpapiere z. B. auf dem man die Glasbilder abzuklatschen pflegt.

Diese Auseinandersetzung der Eigenschaften des neuen Objectives wird denjenigen, die davon Gebrauch zu machen wünschen, hoffentlich manche Mühe ersparen und das unerlässliche Studium des neuen Werkzeuges wesentlich erleichtern. Ich beabsichtige aber mit dieser Abhandlung noch etwas mehr, nämlich die photographischen Vorurtheile, welche sich eingeschlichen haben, durch die Thatsache der neuen Camera obscura auszurotten und denjenigen, die von dieser tiefsinnigen Vorrichtung Gebrauch machen, eine neue erspriesslichere Kennerschaft anzubilden, als die bisher allgemein bestandene, eine Kennerschaft, die erstens in dem Gegenstande nicht sucht, was darin nicht vorhanden sein kann, und zweitens die guten Eigenschaften, die er besitzen soll, in ihrer präcisen Grösse sucht an der gehörigen Stelle und mit den gehörigen Mitteln. Dies fand bisher in der Regel nicht Statt und es ging in der grossen Mehrzahl der Fälle derjenige, der sich mit Photographiren zu beschäftigen beabsichtigte, auf die folgende Weise vor. Er suchte sich vor allem anderen einen Apparat und verlangte als Beweis von der Güte desselben, dass damit ein Bild gemacht werde. Da man aber mit einem ziemlich schlechten Objective unter günstigen Verhältnissen und bei gehöriger Geschicklichkeit auch ein gutes Bild zu Wege bringen kann, so verlangte und erhielt er im Grande etwas ganz anderes, als das Erheischte, nämlich einen Beweis der Geschicklichkeit des Photographen. Hierauf fing er selbst an, sich mit dem Gebrauche des erworbenen Werkzeuges zu befreunden, beging Missgriffe in grosser Zahl und Mannigfaltigkeit, schob alles Misslingen auf den Apparat und dies zwar oft ungeachtet der augenscheinlich tadellosen Beschaffenheit des Bildes auf dem matten Glase, bekam endlich nach vielen misslungenen Versuchen gute Proben und kehrte sein Urtheil um, Eigenschaften seinem Apparate zuschreibend, die er gar nicht besitzen kann, oft so wiedersinnige dass sie einer boshaften Ironie, die heillose Neckereien zu treiben beabsichtigt, entsprossen scheinen. Das Hervorheben einiger dieser optischen Irrthümer kann von Nutzen sein. Es lebt noch in unserer Erinnerung eine Brochure von einem anonymen Verfasser, die von den wunderbaren Entdeckungen Herschel's im Monde, gemacht am Cap der guten Hoffnung, spricht. Sie konnten nicht gemacht werden ohne starker Vergrösserungen, dies sieht jedes Kind ein, aber mit starken

vnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Vergrösserungen vermindert sich die Lichtstärke. Dies ist schon etwas minder leicht einzusehen, aber ein einfaches Mittel ist bald gefunden. Man beleuchtet das Bild des Objectives mit einem Strom künstlichen Lichtes und alle optischen Schwierigkeiten sind überwunden und man sieht schon mit kleinen Fernröhren geflügelte Menschen, blühende Bäume u. s. w. Ob es wohl schon einem Photographen eingefallen ist, die Lichtstärke seines Bildes durch eine in den Kasten gestellte Kerzenflamme zu erhöhen, wie man dies bereits factisch durch innere weisse und blaue Wände versucht hat. Das Experiment ist jedem anzuempfehlen, weil ihn der Erfolg veranlassen wird, den Kopf von Zeit zu Zeit in den Apparat hineinzustecken, um nachzusehen, ob nicht irgendwo durch eine feine Spalte unbefugtes Licht eindringe. Dieses nicht vom Objective kommende sogenannte falsche Licht ist des Bildes bitterster Feind, und verdirbt mehr als alle hier sorglich vermiedenen Abweichungen, deren Gesammtwirkung es besitzt. Wie dies geschieht, kann viel leichter durch das oben empfohlene Experiment erprobt, als theoretisch nachgewiesen werden, daher es denn auch kam, dass durch ein optisches Paradoxon ein ganz ungelehrtes und der überwiegend zahlreichere Theil des gelehrten Publicums mystificirt werden konnte, darum sei hier zur Warnung selbst wissenschaftlich hochgebildeter Photographen (denn auch solche denken nicht immer an Alles) als Regel festgestellt: Wer in seiner Camera eine klaffende Spalte, oder im Innern des Kastens einen ungeschwärzten oder glänzenden Fleck vor oder hinter dem Bilde duldet, der leistet factisch auf die guten Eigenschaften des Objectives Verzicht.

Es ist allerdings eine etwas unbequeme Thatsache, dass nahe und ferne Gegenstände auch an verschiedenen Orten abgebildet werden. Ein scharfsinniger Photograph untersucht, ob sich diesem Übelstande nicht abhelfen liesse durch Zusammensetzung des Objectives aus zwei oder vier verschiedenen Stücken, von welchen man einem nur die entfernten, dem andern nur die nahe liegenden Gegenstände abzubilden den gemessenen Auftrag ertheilt. Ein anderer hat schon ein Objectiv, welches ohne alle Zusammensetzung durch die blosse Macht der Phantasie nahe und entfernte Gegenstände gleich scharf abbildet und sucht auch diese schätzbare Eigenschaft in allen optischen Erzeugnissen. Für ihn hat dann natürlich das Diaphragmiren keinen Sinn, die Neigung der Bildfläche gegen die Axe des

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Objectives keinen Grund und er ist so lange unfähig, den hier beschriebenen Apparat zu verstehen, als er sich nicht mit der eisernen Nothwendigkeit befreundet hat, die in der Formel (5) liegt.

Wieder ein anderer hebt dieselbe Eigenschaft des Objectives, die der Vorige zu vermeiden wünscht, lobend hervor und behauptet, sein Apparat arbeite plastisch. Dies ist nun wohl insofern richtig, als verschieden entfernte Gegenstände auch in verschiedenen Entfernungen abgebildet werden, und käme das Bild in der Luft zu Stande, so wäre es von rückwärts betrachtet ein Hautrelief zu nennen; aber auf einer Ebene vermag kein plastisches Bild zu Stande zu kommen. Es kann auch auf dem matten Glase nicht plastisch gesehen werden, weil das plastische Sehen, wie bei Stereoskopen, auf ganz anderen Gründen beruht. Diesen und ähnlichen Phantomen soll man nicht nachjagen, weil man bei einer solchen Jagd gewöhnlich die reellen Eigenschaften des optischen Werkzeuges aus den Augen verliert. Diese aber sind:

Erstens: Lichtstärke. Um sie zu erproben braucht man aber kein Bild zu machen, sondern man erkunde die wirksame Öffnung des Objectives und die Brennweite. Die Lichtstärken verhalten sich dann direct, wie die Quadrate der Öffnungen und umgekehrt, wie die Quadrate der Brennweite. Dieser Satz setzt Jeden in den Stand, ein neues Objectiv mit einem alten bereits bekannten der Lichtstärke nach zu vergleichen.

Zweitens: Schärfe des Bildes. Diese misst man mit einem guten Oculare ohne alles Photographiren, und es ist hiebei das beste Object eine feine Schrift, oder Zeichnung auf einer ebenen Fläche. Eine aufmerksame Prüfung mit vollem Objective zeigt dann noch, ob die Schärfe eine gleichförmige sei, welches Gesichtsfeld und welche Krümmung das Bild besitze.

Drittens: Selbst die Untersuchung, ob getrennte Brennpunkte vorhanden seien, erfordert noch wesentlich kein Photographiren, denn eine namhafte Trennung, die störend auf die Manipulation einwirken kann, findet nur dann Statt, wenn das Objectiv schlecht achromatisch ist, und dies sucht man an den feinen Farbensäumen hell beleuchteter Objecte, besonders am Rande des Gesichtsfeldes. Sind also solche vorhanden, so ist das Objectiv eo ipso eines doppelten Focus verdächtig und man kann die nähere Untersuchung durch Abbilden einer gegen die Axe des Apparates schief gestellten Zeichnung, die man ins

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Grosse, oder in gleiche Dimensionen copirt mit der gehörigen Vorsicht einleiten, hat sich aber sehr zu hüten, einen geschwundenen Rahmen, oder sein eigenes abnormes Auge für einen chemischen Focus zu nehmen.

Ein Hauptaugenmerk ist aber jedenfalls auf diesen Punkt zu richten, denn namhaft getrennte Brennpunkte, in einer Entfernung von $^1/_2$ Linie und darüber gehört zu den schrecklichsten der photographischen Schrecken und ich kenne nichts Miserableres, als wenn der photographische Künstler genöthigt ist, ein Zeitungsblatt $1^1/_2$ Zoll vor der Nase halten zu lassen, um darauf einzustellen, des Umstandes zu geschweigen, dass solche Objective als entschieden unachromatisch auch nie die Schärfe besitzen können, die sie zu feineren photographischen Zwecken befähigt.

Ich habe daher eine besondere Sorgfalt darauf verwendet, sowohl das zum Porträtiren bestimmte ältere, wie auch das neue Landschaftsobjectiv von dieser störendsten aller Unvollkommenheiten frei zu halten und erkläre hiermit auf das Entschiedenste, dass kein mit einem sogenannten chemischen Focus versehene Objectiv wirklich nach meiner Berechnung ausgeführt sei.

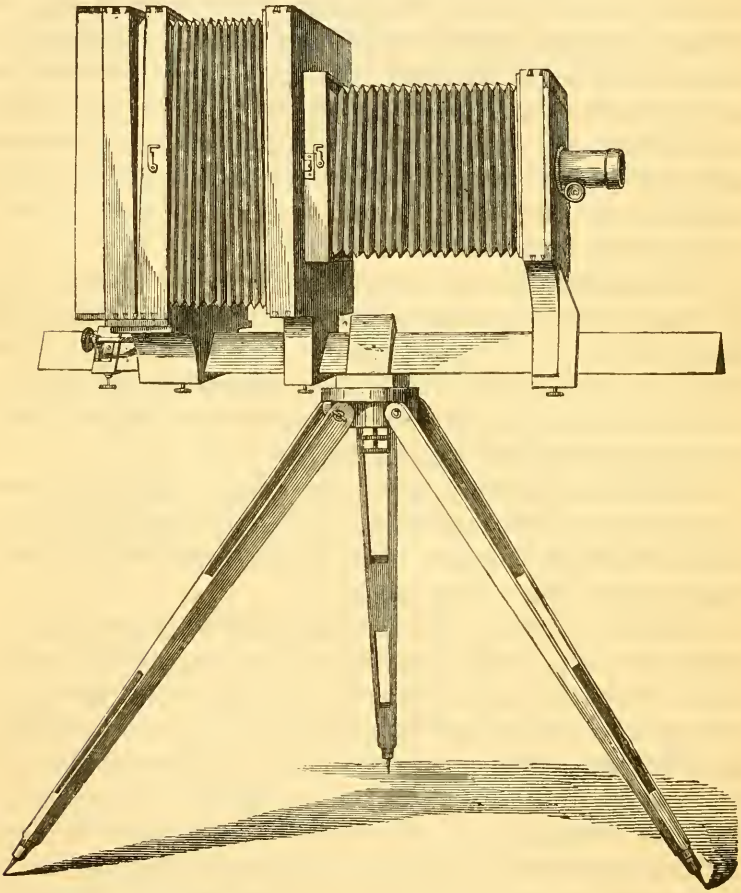
Dies sind die Bemerkungen, welche demjenigen zu gute kommen können, der ein Cameraobscura-Objectiv überhaupt und auch insbesondere eines derjenigen zu erwerben wünscht, deren Einrichtung an diesem Orte angegeben wird.

Ich habe die drei ersten Exemplare nach den Ergebnissen der Theorie mit der entsprechenden Sorgfalt selbst ausgeführt in meiner kleinen Werkstätte; da ich aber hier zwar Proben erzeugen kann, mit derjenigen Vorsicht und Genauigkeit, die die Theorie anspricht, eine Fabrication hingegen im grösseren Massstabe einzuleiten, die hinreichenden Mittel nicht besitze, so habe ich Herrn C. Dietzler, Optiker und Mechaniker, mit der Ausführung unter meiner Oberaufsicht betraut und das Erzeugniss ist sowohl in optischer, wie auch in mechanischer Beziehung zu meiner vollen Befriedigung ausgefallen. Es ist nämlich dasjenige, welches ich gegenwärtig vorlege und auch die Abbildungen, welche ich als Proben anfüge, sind mit solchen Objectiven aus der Dietzler'schen Werkstätte erzielt.

Die zwei Originalobjective von meiner Hand, denn das dritte Exemplar ist mir verunglückt, bewahre ich in meinem Cabinete als Muster.

wnload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezent

Um die Liebhaber der Photographie an entfernten Orten in den Stand zu setzen, eine ähnliche Camera obscura, wie die vorgezeigte, sich verfertigen zu lassen, folgt hier noch eine Abbildung dieses Instrumentes, ausgeführt nach einer Photographie.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1858

Band/Volume: 26

Autor(en)/Author(s): Petzval Joseph Maximilian

Artikel/Article: Bericht über dioptrische Untersuchungen. (Fortsetzung). 33-90