## VII.

# Bemerkungen

úber

ein katoptrisches Phanomen,

wel de 8

an den Gegenständen nahe am Horizont nicht felten sichts bar ift. \*)

V o m

Saudirefter im hamburgifchen Amte Rigebuttel.

## Erster Theil.

S. I.

Das Phanomen besteht darinn, daß entlegene Gegenstände, Häuser, Bäume zc. zc. nahe am Horizont von der sichtbaren Erdsläche oft durch einen hellen Luftstreifen getrennt, und gleichsam in der Luft zu stehen scheis nen;

<sup>\*)</sup> Gegenwartige Bemerkungen hat h. Woltman gegen Ende des Jahrs 1794 anges fangen, im Jahre 1795 fortgesetzt, am 8ten Novemb. desfelb. beschloffen, und theilweise dem h. Abbe Gruber mitgetheilt. Die nachher von ihm an h. Hofrath Raft.

nen; oder als wenn zwischen dem sichtbaben Horizont und den Gegenständen ein glanzender leerer Raum vorhanden ware; oder wenn das Auge ansehnlich erhaben ist, und mehrere entlegene Objekte hinter einander sieht, als wenn diese Hauser, Muhlen, Kirchen, Baume z. z. in einem stillen glanzenden Meere, womit die ganze Landschaft überschwemmt ware, ständen, und sich darinn abspiegelten.

## ∫, 2.

Alle, die davon geschrieben haben, \*) kommen in dem übereins, das eine Zurückwerfung der Lichtstralen die nachsten Ursache des Phanomens sen. Ich habe selbst mit einem achromatischen Fernrohr sehr deutlich wahrgenommen, daß die entfernten Hauser, Baume, Schiffe in umgekehr-

Kaftner eingefandten Beobachtungen über die Refraktion folder Lichtstralen, welche nahe über die Erd: oder Wasserstäche sich erstrecken, find eine Folge ber gegenwärtigen Auffage, worauf er sich in jenen bezieht. Selbe sind in den Gotting. Anzeigen 82ten Stuck, 21ten May 1796 weitlauftig rezensitt worden.

ter

\*) H. Abbe Gruber in prag hat dieses Phanomen, welches er im temeswarer Bannat sehr oft, und endlich auf dem trockenen zirkniger Seeboden in Krain gesehen
hatte, in seinen 1781 in Wien gedruckten Briefen hydrographischen und physis
kalischen Inhalts aus Krain zuerst erwähnt. Im Jahre 1783 behandelte dass
selbe H. J. Ge. Busch, pros. der Math. in Hamburg, welcher es von seiner Jugend an beobachtet hatte, in seinem Werke Trackatus duo, optici argumenti, und
machte wider Grubers kurze Nachricht mehrere Erinnerungen. Dagegen hat sich
dieser in seiner 1786 den Akten der k. Bohmischen Gesellschaft d. W. eingerücks
ten Abhandlung über die Stralenbrechung und Abprellung auf erwärmten
Slächen vertheidigt, und das ganze Phanomen von den Veränderungen des Stralenganges in einem durch die Wärme verdinnten Mitteldinge hergeleitet. Diese
zwen Abhandlungen hat H. Hosfrath Kästner in seiner Dioptrik 1792 nebst mehrern Bepspielen angeführt; unter andern, daß H. Justigrath Rieduhr einen Araber auf einem Kameele in frever Lust reiten gesehen. Siehe dessen Reisebeschreib
dung nach Arabien 1. Theil, S. 253.

ter Gestalt sich sehr deutlich abbilden, wie eben dieselben Gegenstande in der Nahe thun, wenn zwischen ihnen und dem Auge ein ganz ebener Basserspiegel befindlich ist. Das Objekt ist seinem Bilde an Farbe und Hels ligkeit gleich, hängt auch damit unmittelbar zusammen, so, daß man sie für eins halt, und mit bloßen Augen den Unterschied nicht anders, als aus der Gestalt erkennen kann, z. B. ein Haus scheint einen First, oder Dachspise oben, einen andern unten zu haben, und so auf dem hellen Streisen zu stehen; wo denn die untere Spise das Bild, die obere das Objekt ist.

## **§.** 3-

Ferners ist diese Erscheinung nicht selten an entfernten Schiffen auf ziemlich unruhigem Wasser, wo zwischen Auge und Gegenstand gar kein trockenes Land vorhanden ist, zu sehen. Das Wasser selbst ist alsbann blau, dunkel, und unterscheidet sich sehr auffallend von dem hellen Streifen, in welchem das Schiff sich abspiegelt. Auch sieht man das Phanomen so gut gleich nach einem Regen, als vor demselben; und selbst im Regen verschwindet es nicht eher, als bis die Undurchsichtigkeit der Luft das Sehen in der Ferne verhindert.

### S. 4°

Vor Objekten, welche ungefähr gleiche Hohe haben, wie Jauser oder Schiffe, ist der helle Luftstreisen desto breiter, je entlegner sie sind, oder je weniger sie über den Horizont erhaben sind. Hingegen wird der Streisen schmaler, je naher der Gegenstand kommt, oder auch je hoher das Auge sich erhebt. Sen so ist es mit den Vildern; sie sind nur von den untern, mittlern und hochsten Theilen des Objekts abgespiegelt vorhanden, je nachdem das Objekt nahe oder weiter entfernt ist. Thurme und Mub:

Muhlen muffen mehrere Meilen weit entfernt, oder das Auge auch fehr niedrig fenn, wenn sie sich ganz abspiegeln sollen. Woraus folgt, daß nur diejenigen Strahlen von den Objekten durch Resterion ins Auge kommen, die unter fehr kleinen Winkeln auf die spiegelnde Fläche fallen.

## S. 5.

Wenn das Auge unverändert bleibt, und das Objekt immer naber und naber rückt, so mindert sich der helle Streifen immer mehr und mehr, verschwindet endlich ganz, und indem der Gegenstand noch immer naher kömmt, so fängt auch dessen abgespiegeltes Bild an abzunehmen, zuerst verschwindet des Vildes unterer Theil, der zum obern Theil des Objekts gehört, und so nach und nach die höhern Theile des Vildes, die Abspiegelungen von den niedrigern Theilen des Objekts sind.

### S. 6.

Wenn ferner das Objekt unverändert bleibt, und das Auge immer höher und höher rückt, so nimmt gleichfalls zuerst der Lichtskreifen, und hienachst das Vild des Objekts allmälig theilweise ab, und verschwindet zusletzt ganz.

Demnach ist dieser helle Streifen kein Objekt, wie etwa eine leuchtende Flache, glanzender Nebel 20, 20. sondern selbst ein Vild eines sich abspiegelnden hellen Objekts.

## S. 7.

Wenn selber ein helles Meer vorstellt, so ist dieß nur das Vild von einem Streifen der Utmosphäre, welche nur wenige Minuten über den Hostigont erhaben ist; ist also nicht Luft, sondern Luftbild.

Denn

Denn a) find diese benden Dinge einander wie Bild und Objekt an Glanz und Ansehn vollkommen gleich, und nicht zu unterscheiden,

- b) wirft die Atmosphare eben sowohl, als die übrigen genannten Gegenftande Licht zuruck (wie konnten wir sie sonst sehen?) also muß dieß Licht, wenn es unter eben so kleinen Winkeln einfallt, auch eben sowohl restektirt werden konnen, als das Licht von andern Gegenständen;
- c) stimmen hiemit die Wahrnehmungen (Nr. 4. 5. 6.) vollkommen überein.

#### \$. 8.

Unser Phanomen verkleinert den Gesichtekreis auf einer frenen Plane, oder auf dem Meere, vertieft den Horizont, oder vergrössert die Elevazionswinkel. - Denn da das abgespiegelte Bild der Atmosphare von ihr
selbst gar nicht zu unterscheiden ist, als nur durch erhabene Gegenstände
am Porizort, die sich gleichsam zwischen bezoden befinden; so ist man ben
einem freven Porizont gezwungen, die Granze des Luftbildes für die
Granze der Atmosphare selbst zu halten.

Es sen nun AB (Fig. 1.) ein Bogen in der Erdstäche; CD in der Atmosphäre. In E sen das Auge um die Hohe AE über die Erdstäche erhaben. ED sen die Gesichtslinie, welche die Erdstäche in F berührt, so ist in F die Gränze des Gesichtskreises, und AF der sichtbare Theil des Bogens. Ferner sen DG derjenige Theil der Atmosphäre, dessen restlectives Vild in E gesehen wird, oder G sen der höchste Punkt der Atmosphäre, dessen Licht durch Resterion auf dem Wege GLE nach E kömmt; so muß sein Einfalls, und Resterionspunkt L zwischen A und F liegen; denn von Punkten, die über F hinaus nach B lägen, kann kein Stral in gerader Linie nach E kommen. Es liegt also EL unterhalb EF, und das Auge empfängt den Stral GLE so, als käme er von einem niedigern Punkte K in der verlängerten Linie EL her. Eben so werden die Stralen als

ler Punkte in GD zwischen L und F so zurückgeworfen, als kämen sie von dem niedrigern Bogen der Atmosphäre DK her. Bon dem wahren Gessichtskreise AF wird nun der Theil LF zum Spiegel, der selbst nicht mehr gesehen, sondern für Atmosphäre, deren Licht er ins Auge sendet, gehalten wird. Also wird der Gesichtskreis kleiner um den Theil LF; der Horisont tieser um den Winkel DFK; und um eben so viel jeder Elevazionswinkel MED zu groß erscheinen. — Die Linien dieser Figur nuß man alle in einer vertikalen Sbene sich vorstellen.

## \$. 9.

Der Kurze halber heiße ED Tangente des Horizonts; EG Grange, und GED größte Sohe der (katoptrischen) Refferion; AL effektiver, AF naturlicher Gesichtskreis: so folgt (aus dem vorigen S. 8.) daß alle Gegenftande, die fich absviegeln, aufferhalb dem effektiven Gefichtekreis liegen, und nicht über die Refferionsgrange erhaben fenn muffen. Gegenftande auch aufferhalb dem naturlichen Gesichtefreis, so muffen fie über die Trangente des Horizonts hervorstehen; 3. B. in der aten Figur (wo alles dieselbe Bedeutung, wie in der Iten hat) wird von dem Obieft ber Theil ab, der uber den naturlichen horizont ift, fich untermarte umgekehrt, a B, abspiegeln, und einen hellen Streifen By unter fich haben, der das Bild von be des Theils der Atmosphäre zwischen dem Obiefte und der Reflexionsgranze ift. Reichte das Objekt noch hoher und bis an die Reflexionsgranze, so wurde fein beller Streifen vorhanden fenn. Gin Objekt, das über die Refferionsgranze erhaben, wie in Fig. 3., spiegelt fich nie gang, sondern nur der untere Theil ab, durch das Bild uß ab. Dobe Rirchthurme fieht man felten abgebildet. Wenn die Spiegelung auf einer ebenen Flache geschahe, so mußten die scheinbaren Großen des Obiekte und Bildes einander fehr nahe gleich, GED = DEK fenn. Denn

es fen in der 4ten Fig. AB ein ebener Spiegel, und nabe über demfelben ein Objeft ab; fo wird beffen Bild aß in gleicher Große und Entfernung unter dem Spiegel erscheinen; beide werden daber vom Auge, welches in E gleichfalls nabe über vem Spiegel ift, bennahe gleiche Entfernung haben, oder GED wird bennahe gleich DEK fenn.

## 10.

Ben unferm Phanomen find die Bilder allemal betrachtlich fleiner, als ihre Objekte. Un Saufern und Baumen, wo Objekte und Bilder gleichsam in eine zusammen hangen, ift dieß nicht so deutlich mahrzunehmen, ale an Schiffen, wo die Berfchiedenheit der Segel und ihre 3mischenraume verursachen, daß man Objekt und Bild deutlich unterscheiden Dienach habe ich geschäßt, daß das Bild zuweilen weniger, juweilen mehr, meiftens aber ungefahr die halbe scheinbare Große des Db. jekts habe. Die 7te Fig. stellt ein Benspiel von einem Schiffe dar, wie ich es von vorne angesehen, so weit es über die Tangente des Porizonts des Meeres hervorstand.

## **6.** 11.

Daß die Bilder kleiner, oder vielmehr kurzer erscheinen als ihre Objefte, tann daber ruhren, daß die Stralen nicht unter vollig fo großen Winkeln reflektirt werden, als fie einfallen. Bielleicht wirkt dabei auch die Refraktion etwas mit, und erhebt die Stralen des Bildes deffo mehr, je tiefer die Punkte liegen, von denen sie herzukommen scheinen; woraus denn auch eine Berkurzung des Bildes erfolgen murde.

#### S. 12.

Um die ben unferm Phanomen vorkommenden Großen bestimmen gu . konnen, will ich folgendes Benfpiel mittheilen : aus meiner Wohnung zu

Curhaven (S. Grundriß Fig. 5.) sehe ich nach der Linie AB ein Haus nahe am Elbufer.

Wegen Krümmung des Stroms erstreft sich die Gesichtslinie fast ganz über eine Wassersäche, und ist nach einer genau aufgemessenen Charte lang 2,465 geogr. Meilen = 9,86 Min. des größten Kreises = 9337 Franz Toisen. Ueber die Höhe des vollen Meers oder der höchsten Stromssäche ist das Auge erhaben 3 Toisen; ben welcher Höhe ich die Weite des natürlichen Gesichtskreises 4400 Toisen rechne. Der First des Hausses ist benläusig  $7\frac{1}{3}$  Toisen über der Stromssäche; wovon ungesähr 4 Toissen sichtbar sind, und  $3\frac{1}{3}$  Toisen (welche die Höhe des Landes und den Werg oder Warth, worauf das Haus steht, ausmachen) sind unter der Tangente des Horizonts. Die Gränze zwischen dem Hause und seinem Vilde kann ich nicht deutlich unterscheiden, aber der helle Luftskreisen, das Luftbild unter dem Vilde des Hausses distinguirt sich deutlich von beiden, und seine Vreite scheint mir, wenn das Phänomen vollkommen ist, nach Schänung ungefähr etwas über die Hälste, oder bennahe  $\frac{2}{3}$  des Ganzen zu betragen.

Nimme man also das Bild für die Hälfte seines Objekts (§. 10), so sind das Haus ab, und sein Bild aß = 6 Toisen, der helle Streisen  $\beta_{\gamma} = 3\frac{1}{2}$  Toisen, sein Objekt bc, 7 Toisen. Demnach ware tang GED =  $\frac{ac}{a\epsilon} = \frac{1!}{9377} = 0,001173$ ; solglich GED = 4 Min. 2 Sec. als die größte Höhe der katoptrischen Resterion, also die scheinbare Größe des größten Bildes = 2 Min. 1 Sec. Man sehe AF als eine gerade Linie an, so ist tang EFA =  $\frac{3}{4400}$  = tang 2 Min. 10 Sec. Im drepeck ELF sind die Seiten EL und LF der zten Seite bennahe gleich, und verhalten sich wie die kleinen Winkel, denen sie gegenüber stehen, sind also einander ebensalls ungefähr gleich. Folglich wird L etwa in der Mitte AF liegen, und AL = EL = LF = 2200 Toisen, oder der essektive Gesichtskreis wird

wird im gegenwärtigen Fall nur ungefähr die Halfte des natürlichen bes tragen (andere Sohen des Auges werden andere Berhaltniffe geben.)

Zieht man durch L eine Tangente TU, so ergiebt sich der größte Kinfallswinkel CLU = TLE dem größten Restexionswinkel folgender Gessalt: in der Distanz AL = 2200 Toisen ist die Krümmung der Erdsäche  $TA = \frac{3}{4}$  Toisen; also  $ET = EA - AT = 3^{\circ} - \frac{3}{4}^{\circ} = 2\frac{1}{4}$  Toisen; und tang  $ELF = \frac{2\frac{1}{4}}{2^{200}} = \tan 3\frac{1}{2}$  Minute. Und dieß wäre denn nach einer ungefähren Schähung und Ueberschlag der größte Einfallswinkel, ben welchem das Licht noch restektirt wird. Zu genauern Bestimmungen wären genauere Beobachtungen mit einem Mikrometer nothig; auch muße te wohl die Refrakzion in Betracht gezogen werden; welches zu unternehemen ich mir nicht getraue.

## J. 13.

Die mehrsten Male gesellt sich unserm Phanomen noch eine andere sonderbare Erscheinung ben, die darinn besteht, daß alle sichtbare Objekte eine zitternde Bewegung annehmen. Und diese Zitterung ist zuweilen so lebhaft hauptsächlich an den Randen der Objekte, z. B. am First und Ecken der Sauser, auf dem Gipfel der Deiche und Berge, daß diese Dinge gleichsam in einer wellenformigen Bewegung zu senn scheinen. Gewöhnlich sieht man dieß nur an heitern und warmen Tagen, wenn die Oberstächen der Körper sehr erhigt sind. Bermuthlich geschieht diese Zitterung durch unregelmäßige Brechung oder Ableitung der Stralen, die von den erwärmten Objekten, oder nahe an ihren Randen vorben zu unserm Auge kommen. Durch ein Gefäß mit glühenden Kohlen, über welches man hinweg sieht, kann man eine ähnliche Zitterung der Objekte wahrnehmen, die desso größer zu senn scheint, je entsernter die Objekte sind, von denen die Stralen herkonmen, die durch die Kohlendampse gesehen werden. An

ben ermarmten Objekten entwickeln fich vielleicht Dampfe, ober Dunfte, welche ben demfelben Grad der Warme die Luft noch mehr ausdehnen, und so, wie sie wellenweise bin und ber, oder aufwarts mit verschiedenen Dichtheiten eirenliren, in eben dem Maß die unregelmäßige Stralenbredung veranlaffen. Gine burch Wind bervorgebrachte Bewegung scheint es nicht zu fenn, weil felbe nicht fo gleichformig und allenthalben bebend werden konnte. Eben diese Dunfte im aufgeloffen, durchsichtigen Buffande vergröffern zuweilen die horizontale Refraktion dermaffen, daß die Meersflache, entlegne Ufer, Ruffen und Sandbanke eine gang ungewöhnliche Geffalt annehmen. Die Meereffache wird concav gefrummet, die nabern Schiffe erniedrigen fich, oder vielmehr der entlegne Horizont icheint über ihnen fast hervor, entfernte niedrige Ufer erscheinen wie bobe Ruften; und diese, wenn sie auch 7 oder 8 Meilen entfernt, und weit unterm Horizont find, ericheinen wie Gewolke über demfelben; gange Landschaften, die man sonft wegen der vorliegenden Sandhugel nicht feben kann, erscheinen über Diefelben bervor. — Die Falle einer fo farken Refraktion, auf welche nicht selten ein Gewitter, oder fatt deffen viel Regen oder fürmische Witterung (worinn in unfern Gegenden die Gewitter fich haufig auflosen) crfolgt, find jedoch nicht fo baufig, ale das Phanomen der Spiegelung.

## §. 14.

Um den Sauptknoten ben unserm Phanomen aufzuldsen, ist die Ursache anzugeben, wodurch die Stralen restektirt werden. Die Erdstäche selbst, so wie auch das Wasser, wenn es vom Winde in Unruhe gesetzt wird, sind zu rauh, um Vilder zu machen (Kastner Catoptrik S. 14.) Gesetzt die Vilder würden durch diese gemacht, so müßte das Phanomen beständig vorhanden senn, welches doch nicht ist, obgleich es frenlich viel häusiger ist, als es mit blossen Augen wahrgenommen wird, z. V. an

vielen dunkeln Tagen, wo das Luftbild, mas die Obiekte von der Erde zu trennen scheint, nicht so ins Auge fallt, als an hellen Tagen. Gelbft an den Tagen, wenn es vorhanden ift, ift es nicht allemal gleich fart; der helle Luftstreifen ift bald breiter oder schmaler, oder gar nicht vorbanden, welches ben einer festen Spiegelstäche nicht wohl zu erklaren ift. Mein murdiger Lehrer, der Br. Prof. Bufch pflegte in der Optif ju bemerken, baff die Buruckwerfung nicht unmittelbar an den Flachen, sondern in einer fleinen Entfernung von denselben durch eine gemiffe vim repullimam geschehe. Man kann sich die Luft ale koncentrische regelmäßige Schichten porffellen, die successive gegen die Erdflache bichter werden. Indem die Stralen nun von Objekten unter fehr kleinen Winkeln gegen die Erdflache fallen, mochten fie, konnte man fich vorffellen, irgend eine Schichte von ber Dichtigkeit antreffen, welche vermogend mare, fie guruckzumerfen ; aber theils ift die Dichtigkeit der wirklichen Luft so wenig veranderlich, daß das Phanomen fast ohne Unterlaß und wenigstens eben so oft ben der Ralte im Winter, als ben der Warme im Sommer fatt haben mußte; Dieß mage ich nicht ju behaupten. Ueber dem wurde das Phanomen dann nicht von der Sohe oder Niedrigkeit der Meeresflache abhangen, sondern ben einerlen Luftschichte in derselben Bobe unverandert bleiben; auch dieses findet sich nicht. Im Benspicle (g. 12.) habe ich angeführt, wie ich das Daus ben voller Fluth febe, ben abnehmendem Meere wird das Luftbild unter dem Saufe immer kleiner, das Saus und fein Bild größer, jo, daß ben völlig niedrigem Meere (mo die Meeresflache benlaufig 1 1 2 Coisen niedriger ift, und der Berg, worauf das haus fieht, sichtbar wird) der helle Streifen fast gang verschwunden, und unter dem First des Bil-Des vom Saufe nur kaum eine belle Linie noch fichtbar bleibt. Die Erniedrigung der Meersflache hat also denfelben Effett, den eine wirkliche Erhöhung des Auges oder des Objekts haben murde (ich rede hier von Dein,

bem, mas an eben demfelben Tage unter benfelben Umftanden vorgebet ; benn zu verschiedenen Zeiten ift das Phanomen fehr verschieden, und ich habe auch ben niedrigem Meer das haus mit seinem Bilde und eben fo breiten Luftstreifen gesehen, als den vorbin angeführten S. 12. ben hobem Meere. Alsdann ift aber der Berg, worauf das Saus febt, nicht fichtbar, der fonft ben niedrigem Waffer immer fichtbar ift.) Woraus benn forgt, daß die Spiegelung nicht auf einer Luftschichte von bestimmter Bobe und Dichtigkeit, sondern allemal in einem Raume vorgebe, der zwar bald hober, bald niedriger über die Erd- und Wasserstache erhaben ift ber aber mit der Wafferflache fleigt, und fallt, oder an eben demfelben Lage einerten Entfernung von derfelben behalt. Endlich ift auch die Luft an fich betrachtet durchsichtig, kann daber keinen Spiegel machen (Raffn. Catoptr. S. 7.). Ben unferm Phanomen ift ber fpiegelnde Raum, wenn Die Gefichtlinie weit darinn fortgeht, undurchsichtig; denn fie beenget den naturlichen Gefichtefreis, verursacht auch, daß man nicht soviel von den untern Theilen der Objekte fieht, als man ohne diese wurde feben konnen Da, wie eben gedacht, die Warth auf hochsand ben niedrigem Baffei zuweilen nicht fichtbar ift, wenn doch das Daus hier fichtbar ift, fo muf ber undurchsichtige Raum der etwa 1 bis 1 1 Toifen über Baffer hoch ift. folches verhindern. Diefer Fall ift aber felten. Aus abnlichen Benfvieler an Schiffe und Seetonnen schlieffe ich, daß die Undurchsichtigkeit meiffene nur ein Paar Buß über Waffer reicht; alles, was hoher ift, ift fichtbar zittert aber febr lebhaft, und wenn es weit genug entlegen ift, fpiegel es sich.

Wenn also die Lichtstralen nicht auf einer festen Fläche, sondern it einer stüßigen Masse zurückgeworfen werden, so ist man wohl nicht berechtiget, hier anzunehmen, was ben wirklichen Spiegeln geschieht, daß dei Einfallswinkel den Resterionswinkel allemal gleich senn werde. Denn ce

sen in der Iten Fig. AB ein Stück der Erdstäche, über welche eine flüßige Masse befindlich ist, die naher gegen AB successive merklich dem Fortzang des Lichts widersteht, so wird ein einfallender Stral DE seinen Weg in denselben so weit fortsehen, bis der Widerstand in der Richtung DC größer wird, als die Zurückwersung nach CE; alldenn wird der Stral die letztere Richtung nehmen; und weil er hieben kein anderes Geseh, als das des leichtesten Weges von C nach E befolgen wird, so sehe ich keinen hinstänglichen Grund, anzunehmen, der Winkel ACE werde gleich BCD senn. Vielmehr dunkt mich, daß nach Beschaffenheit der stüssigen Masse, ührer Höhe und unterschiedlichen Dichtigkeit, und nach Verschiedenheit der Länge des Weges, welche das Licht darinn nach der einen oder andern Seite nimmt (bekanntlich sind die Wege des Lichts in dergleichen Massen krums me Linien) die Winkel sehr veränderlich und verschieden ausfallen können; welches denn der großen Veränderlichkeit des Phänomens zur genugsamen Erklärung dienen möchte.

## Zwenter Theil.

## §. 15.

Es ist eine der wichtigsten Bemerkungen ben diesem Phanomen, daß das umgekehrte Bild allemal kleiner, als das Objekt erscheint. Ob die Convexitat der Erde, oder der mit ihr parallel erhabene Rugelspiegel dieß zu bewirken im Stande sen, will ich iht untersuchen.

Es sen demnach EB (Fig. 8.) ein erhabener Kugelspiegel, dessen Mittelpunkt C ift; ans A fallt ein gerader Lichtstral in D. Man ziehe AC und DC, die lettere verlangert nach H; so wird der eingefallene Stral

inach G so juruckgeworfen, daß die mit  $\alpha$  und  $\beta$  bezeichneten Winkel sich sgleich sind. Der zuruckgeworfene Stral DG schneidet rückwärts verlänzigert BC in F, und ein Auge in G sieht von A ein Bild in F. Wenn die ganze Linic AB ein Objekt ist, das Stralen auf den Spiegel sendete, so überzeugt man sich leicht, daß das Auge in G ben ungeanderter Lage, von diesem Objekt ein Vild zwischen B und F sehen werde; ist also AB ein vertikaler Durchmesser des Objekts, so ist BF ein vertikaler Durchmesser des Objekts, so ist BF ein vertikaler Durchmesser des Vildes. Sest man nun AB = a; BC = r, so sindet Wolff (elemen. Catopte. S. 336.) BF =  $x = \frac{ra}{r+2a}$ ; wo statt sein a und b hier r und a steht.

Wolff hat aber das Problem x zu finden; durch zwen Bedingungen beschränkt: 1) es soll der Stral nahe ben B einfallen, arc. BD soll sehr klein senn; 2) der Winkel y soll sehr klein, oder AD = AB bennahe senn. Die erste Bedingung sindet ben unserm Phanomen statt. Der Bogen DB ist sehr klein in Vergleichung mit r; aber die zwente sindet nicht statt bei unserer Spiegelung. Der Winkel DAB nahert sich sast dem rechten, und AD ist viclemal größer als AB; ich will daher das Problem allgemeiner nehmen, und nichts einmischen, was nicht ben unserm Phanomen ohne merklichen Irrthum anzunehmen ist.

Es bleibe also in der 8ten Figur alles, wie erst erwähnt ist, ohne Einschränkung, und aus F und A werden die Perpendickel FK, AH auf CH gefället. Weil  $\alpha=\beta=d$ , und über dem die benden Triangel AHD und DFK ben H und K rechte Winkel haben, so sind sie einander ähnlich, folglich AH: DH = FK: DK, also

(I)  $AH \times DK = FK \times DH$ .

Nun sey wie vorhin BC = CD = r; AB = a. Arc.  $DB = \phi = DCB$ ; so ist AH = (r+a) Sin.  $\phi$ ; and DK = r - KC = r - (r-x) Cos.  $\phi$ ; and FK = (r-x) Sin.  $\phi$ ; and DH = HC - r = (r+a) Sin.  $\phi - r$ . Diese Wehrte in die Gleichung (I) gescht, giebt

(II) 
$$(r+a) r - (r+a) (r+x) \operatorname{Col}. \ \phi = (r+a) (r-x)$$
  
 $\operatorname{Col}. \ \phi - r (r-x); \ \operatorname{folglich} (r+a) \ r = 2 \ (r+a) \ (r-x)$   
 $\operatorname{Col}. \ \phi - r \ (r-x) = (r-x) \ [2 \ (r+a) \operatorname{Col}. \ \phi - r]; \ \operatorname{also}$   
 $r-x = \frac{(r+a) \ r}{2 \ (r+a) \operatorname{Col}. \ \phi - r} \ \operatorname{oder} \ (III)$   
 $x = r - \frac{(r+a) \ r}{2 \ (r+a) \operatorname{Col}. \ \phi - r}; \ \operatorname{und} \ \operatorname{soweit} \ \operatorname{ist} \ \operatorname{alleg} \ \operatorname{in} \ \operatorname{größter} \ \operatorname{Schár}.$ 
fe richtig.

Jest werde durch Cund G die gerade Linie CG gezogen, fie schneibet den Bogen EB im M; und arc. MB ift allemal größer als DB oder 1 das Auge in G mag nahe oder weit vom Spiegel entfernt senn. Nun ift MB ben unserm Phanomen (S. 12.) noch keine 10 Minuten, also auch Φ feine 10 Minuten. Aber Cof 10 = 0,9999958. Und eine Zahl, die sich der Sinheit noch mehr nabert, als diefe, muß man ohne merklichen Jrrthum gleich Eins selzen durfen. Also Cos  $\phi = 1$ ; das giebt (IV)  $x = r - \frac{(r+a)r}{r+2a} = \frac{ra}{r+2a}$ , daffelbe Resultat, was Wolff fand. Ich geffehe, daß mir dieß anfanglich sehr auffallend war; da ich aber ben wiederholtem Nachsehen die Gleichung (III) nach meiner geringen Ginsicht vollkommen richtig finde; so halte ich mich auch vollkommen überzeugt, daß der vertikale Durchmeffer des Bildes von dem Reigungswinkel der Stra-Und da nun diefer ohne merkbaren Fehlen gar nicht weiter abbangt. ler = 1 kann angesetzt werden, so muß auch die Gleichung (IV) fur uns fer Phanomen genugsam richtig und ohne merkaren Fehler  $x=\frac{ra}{r+2a}$  senn. Erwägt man nun ferner, daß a kaum 100 bis 200 Juß fen, wenn r den ganzen Halbmeffer der Erde vorftellt : fo hat man auch ohne irgend einen merklichen Fehler r + 2 a = r; alfo x = ra = a; alfo mußte ben unferm Phanomen, wenn die Spiegelung auf der Erde felbft, oder in einer damit parallelen Rugelflache vorgienge, die Große des Bildes der Große bes Objekts, so weit sich dieses abspiegelt, ohne merkbaren Unterschied gleich senn, fast gerade so, wie benm ebenen Spiegel. Demnach ist die Ursache, warum das restektirte Bild bennahe nm die Palfte kleiner als das Objekt erscheine, anderswo herzuleiten.

## §. 16.

Um das Prinzip der Refraktion zu beleuchten, will ich einige aus der Erfahrung hergeholte Gage bier anführen :

- 1) Je naher das Auge ben der Erde ist, je größer ist die Johe, von welcher Stralen ins Auge kommen, also auch je größer der Umfang des ganzen Vildes; und dieses ist der Erscheinung (J. 5 u. 6.) vollkommen gemäß.
- 2) Wenn ein Objekt sich jedesmal, so weit es dem Auge sichtbar ift, ganz abspiegelt, das Auge mag nahe an der Erde, oder etwas hoher senn: so ift im ersten Falle das Vild kleiner, als im lettern.
- 3) Wenn ein Objekt sich ganz abspiegelt, so ist beir unverändertem Ort des Auges das Bild von den obern Theilen des Objekts mehr verstürzt, als von dem niedrigern.
- 4) Allemal wenn das Phanomen der Spiegelung fatt hat, mussen die entlegnen Objekte, welche sich spiegeln, niedriger erscheinen, als sie thun, wenn keine Spiegelung vorhanden ist. Es muß ben der Spieger lung eine Depression statt haben. Dieß ist wiederum Beobachtungen ganz gemäß, die ich am Ende anführen werde.

## §. 17.

Bu untersuchen, wie die Spiegelung von der Refraktion abhange, habe ich folgendermassen Beobachtungen angestellt. Aus dem Grundriß der Sten Figur erhellt ungefähr, wie die Gesichtslinie von meinem Sau-

se nach dem im 12. S. erwähnten Sause auf Hochsand sich quer über unsern Jasen erstrecke. Dieser Pasen ist zu benden Seiten mit Beichen ringefaßt. Auf jedem dieser Deiche ließ ich den 15. Dezemb. 1794 einen Pfahl in der gedachten Gesichtslinie einschlagen, den westlichen vor meiner Thur, den dstlichen an jener Seite des Pasen, so, daß sie zur Bequemlichkeit der Beobachtungen benläusig 3½ Fuß über den Deich hervorstanden, übrigens aber die Köpfe bender Pfahle mit dem First des Pauses von einer geraden Linie tangirt zu werden schienen, wie es die 3te Figur darstellt.

Legte man namlich des Fernrohrs Are in der Johe des westlichen Pfahls, so erschien an diesem Tage ber Kopf des oftlichen Pfahls mit dem First des Sauses in gleicher bobe.

Folgende Tafel enthalt nun die Beobachtungen, zu deren Berftande lichkeit folgendes zu merken ift:

Wenn es heißt, das Haus war über den destlichen Pfahl erhaben, so bedeutet das so viel, wenn die Are des Fernrohrs mit dem westlichen Pfahl zu gleicher Johe gehalten wurde, so ragte ein Theil, zuweilen das ganze Haus übern destlichen Pfahl hervor. Alsdann erniedrigte man das Fernrohr ben dem westlichen Pfahl so viel Jolle, als nothig waren, um den First des Hauses mit dem destlichen Pfahl zu gleicher Hohe zu brins gen. Und dieses Jollmaaß ist sedesmal angehängt. Sinige wenige Male war das Haus niedriger als der destliche Pfahl, alsdann ist angemerkt, wie viel der Tubus über den westlichen Pfahl mußte erhöhet werden, das mit der First des Hauses und distliche Pfahl in gleicher Hohe erschienen. Wenn die Spiegelung überhaupt zweiselhaft war, ist solches angemerkt. Aber zuweilen war an Gegenständen im Lande Hadeln deutliche Spiegelung wahrzunehmen, wenn das Haus auf Hochsand, wegen der größern Entfernung und vielen Dünsten am Horizont, nicht zu erkennen war.

Unter heiterer Luft hat man zu verstehen, daß Sonnenschein und kein Gewölke zu sehen gewesen; obzleich unter diesen Umständen meistens sehr viele Dünste nahe am Horizont vorhanden waren, welche die Durchsichtigkeit der Luft in größern Entfernungen verhinderten. Hingegen ben bedeckter Luft konnte man nicht selten die entlegnen Gegenstände viel besser sehen. Seit dem 14. Jan. ist die Erde und Sissläche des Stroms mit Schnee etwas bedeckt, und von der Zeit an hat man von dem hellen Luftsstreisen unter den Bildern wenig, zuweilen gar nichts gesehen, obzleich die Bilder der dunkeln Objekte an der umgekehrten Gestalt deutlich zu erstennen waren, und daher als Spiegelung notirt worden sind.

An welchen Tagen überhaupt Spiegelung gewesen, oder nicht, das ist seit den Iten Septemb. 1794 beobachtet und notirt worden. Und es ergiebt fich daraus, daß dieß Phanomen fatt gehabt im Septemb. 19 Lage; im Oftob. 16 Tage; im Novemb. 8 Tage; im Dezemb. 11 Tage; im Januar 1795. 10 Tage. Unter den übrigen Tagen find aber manche, wo die Spiegelung zweifelhaft muß angeschen werden, weil wegen Rebel, Dunften, Regen oder Schnee die entlegnen Gegenffande den gangen Tag nicht fichtbar geworden. Der helle Luftstreifen unter den Bildern ift im Januar selten recht merklich gewesen, vom 15. bis 21ten Dezember war er alle Tage gang fart zu soben, und zitterte am untern Rande, wie es mitten im Sommer zu geschehen pflegt, namlich in anscheinenden fortlaus fenden Bellen. Diese Zitterung, die ich nach S. 13. erwarmten Dun: ffen jugeschrieben habe, fiel mir ben dem Frostwetter febr auf, und ben einigem Nachdenken muß ich gestehen, seit dem dafür zu halten, daß diefe Wellen nichts anders, als plogliche abwechselnde Aenderungen in der Reflexionsgranze find; denn da fie in dem unterm Theile des hollen Streifen oder Luftbildes fich finden, so gehoren sie jum obern Theile des sich fpiegelnden Theils der Utmosphare, und es ift mahrscheinlich, daß ce keine so



# Eafe!

von dem

Berhalten der Spiegelung und Hebung entlegner Objekte mit der gleichzeitigen Witterung, alles um die Mittagszeit beobachtet.

1794. De- zemb.	Baro: meter.	Ther: mome: ter.		Bindes v. Strich.	Beschaffenheit der Luft.	Spiegelung.	Hebung des Hauses auf Hochsand.
	gou engl.	Gr. Fah: renh.	Fuß				
	3°, 32 3°, 48	25 24	8	SSO SSO	bedeckt	Spiegelung	Das Jaus mit den Pfahlen in gleicher Sobe.
41 :	39.50	27	17	S	gemölft heiter	dito	ditto
	34/33	27	16	sso	heiter	do. do.	do.
	30, 25	28	15	SSO	beiter	do.	00.
	30,34	25	29	oso	beiter	do.	do. do.
	30,34	32	32	0	bedeckt	do.	do.
22	30,23	2 <b>5</b>	38	OSO	bedeckt	zweifelhaft	wegen Dunften nicht fichtbar.
23	30, 20	23	42	oso	beiter	Spiegelung	Daus mit den Pfahlen gleiche Hohe.
•	30, 13	21	4 I	0	heiter		Saus wegen Dunften am Porizont nicht sichtbar.
	29,68	20	39	0	Schnee	zweifelhaft	wegen Schneegestober nicht sichtbar.
	29,60	30	19	0	bedeckt	feine Spiegel.	Daus schien über den offt. Pfahl hervor 27 3011.
<sup>2</sup> 7	29, 93	34	31	ONO	bedeckt	do. do.	Paus ragte über den offl. Pfahl bervor 4 = 3011.
	30, 21	32		ret	bedeckt	do. do.	Daus über offl. Pfahl hervor 3 Boll.
	30,03	1	26	NW	Nebel Regen	do. do.	do. 4 \frac{1}{4} 30ll.
. ~	29,96	33 21	18	NW O	gewölft	feine Spiegel.	game haus über offtl. Pfahl erhaben 5 % 3oll.
. ~	30,03	21	0		heiter	do. do.	do. 6 —
1795 Jan. 1	30, 20	20	Ca	ret	0264 0246		
	30, 24	23	22	sw	Mebel Reif bedeckt	zweifelhaft Spiegelung	nichts sichtbar wegen Rebel.
	30, 29	27	16	wsw	do.	zweifelhaft	wegen Dunften am Horizont nicht fichtbar.
	30, 4 <b>7</b>	27	21	sw	gewölkt	Spiegelung	entleg. Gegenft. wegen Dunften nicht deutl. zu sehen.
	30,05	35	42	wsw	Nebel u. Regen	meifelhaft	Saus \frac{1}{3} Boll niedriger, als dftlicher Pfahl.
	30,09	39	36	WNW	do.	do.	do.
	30,37	37	7	W	heiter	feine Spiegel.	gange Porizont über offl. Pfahl erhaben 14 3001.
, ,	30, 15	32	16	W	Nebel	caret.	wegen Dunften und Rebel nicht fichtbar.
	29, 90	34	24	NNW	etwas bedeckt	feine Spiegel.	das Haus über offt. Pfahl hervor 4 ½ Zoll.
	30, 23	32		NNW	Regen gewölft	do.	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
	30,14	33	- 1	NNW	gewölft	do.	hn 7 4
	30, 23	29	15		gewölft	do.	bo. $3^{\frac{1}{2}}$
	30,46	27	9		bedeckt	Spiegelung .	Pans mit den Pfählen gleiche Sobe.
	30, 36	27	24	ONO	Schneegestöber	do.	do.
	30,54	15 j	22		gewölft	do.	Saus nicht deutlich zu sehen.
	30, 13	23	48	0	bedeckt	zweifelhaft	wegen Schneegestober nicht sichthar.
	29, 99   29, 82	<sup>25</sup>	21	oso o	bedeckt	do.	Paus ragte über offl. Pfahl hervor a Zoll.
	29, 91	21	17 24	o	gewölft hadacet	do.	wegen Bunften am Horizont nicht sichtbar.
	30,01	17	27		bedeckt gewölkt	do.	do.
	30, 14	13	26	_ 1	heiter	Spiegelung	Haus 4 Zoll niedriger als bstl. Pfahl.
	30,07	-8	19	!	heiter	do. do.	Saus wegen Dunften nicht fichtbar.
23	29,82	12	20	_ 1	gewölkt	do.	bo.
24	29, 96	20.	6	N	bedeckt	do.	Do. Sand I Zull mighting ald has means
	30, 14	20		wsw		zweifelhaft	Haus I Zoll niedriger als dftl. Pfabt. Haus nicht sichtbar.
26	30, 12	22	26		gewölft	Spiegelung	Paus 1 Zoll niedriger als offt. Pfahl.
27	29, 36	39		ret •	Regen	zweifelhaft	Daus nicht sichtbar.
28	29, 34	33	24	NO	Schnee Nebel	do.	Daus wegen Schnee und Nebel nicht sichtbar.
29	29,92	27	28		heiter	Opiegeiung	Daus mit den Pfähler gleiche Höhe.
30	30,09	31	-	NNW		reine Opieger,	Zaus über östl. Pfahl hervor 2 = Roll.
51	30,03	30	ca	i ci	Schnee	zweifelhaft	wegen Schnee nicht sichbar.
27 28 29 30 31	1	l	1				. 6.45

ganz bestimmte Granze dieses Theils gebe. Damit mochte ich jedoch nicht behanpten, daß es mit der Zitterung aller übrigen Objekte, die man im Sommer zuweilen ficht, auf eben die Weise zugehe.

Aus dieser Tasel erhellt benm ersten Anblick, daß ben verstärkter Refraktion oder Hebung des Hauses niemals Spiegelung gewesen; oder umgekehrt, daß ben der Spiegelung das Haus allezeit weniger erhaben gewesen, folglich eine relative Depression der Objekte wenigsten ben der Spiegelung statt habe. Ob aber eine absolute Depression statt sinde, das ist, ob die Stralen wirklich nach unterwärts gebogenen Linien kommen, das kann nur durch Rechnung ausgemacht werden, worüber ich noch einige Vemühungen ansühren will.

### \$. 18.

Durch Rechnung zu untersuchen, ob ben der Spiegelung noch einige Erhebung oder eine absolute Senkung der Stralen, oder keines von benden statt habe, d. i. ob der Stral, welcher die Gipfel des Hauses und bender Pfähle in gleicher Hohe giebt, auswärts oder unterwärts gebogen, oder eine gerade Linie sen; habe ich mich ben den im S. 12. angegebenen Maßen der Entsernung (die ich nur aus der Charte genommen) und Hohe des Hauses (die ich nach Erkundigung und Schähung bestimmt) nicht begnügen können. Iczt weiß ich von meinem Freunde, H. Gränzinspekt tor Reinke in Hamburg, der jene Charte versertiget hat, daß die Entsernung des Hauses auf Nochsand vom Risebütteler Schloß genau 64240 Fuß hamb. ist; und die perpendikuläre von eben dem Hause auf den Meridian des Schlosses 63972 Fuß beträgt; die zwente Cathete, oder das Stück des Meridians, welches von diesen benden Linien abgeschnitten wird, oder mit ihnen ein rechtwinkliches Dreyeck macht, ist 5867 Fuß. Aus diesen datis ergiebt sich mit Hilse speieller Risse die Entsernung zwischen

dem westlichen Pfahl und hochsander Dause 63716 Fuß hamburgisch; und die Distarz zwischen den benden Pfahlen ist nach genauer Messung 1072 Fuß. Des Hauses Hohe habe ich durch einen dahin geschickten Mann messen lassen; sie ist 39½ Fuß; die Hohe des Berges, auf welchem es steht, ist über der hochsten Meerssäche 21 Fuß; diese letztere ist die auf 4 oder ½ Fuß nicht genau; also kann man die Hohe des Firstes über der Meersstäche auf 61 Fuß hamburgisch rechnen. Ueber eben dieser Meersssäche ist der westliche Psahl 15 Fuß 10½ Joll, der dstliche 15 Fuß 1 Joll. Den Durchmesser der Erde seze ich auf 6538594 Toisen, die bestragen 44483033 Fuß hamburgisch. Dasür seze ich, weil der Durchmesser doch nicht genau ist, 44483000 Fuß. Gedenkt man sich nun durch den Kopf des westlichen Psahls eine scheindare Horizontallinie, und zugleich eine wahre, nämlich einen Bogen mit der Meersstäche parallel, so können nun solgende zwen Fragen beautwortet werden:

- 1) Wie viel senkt sich die mahre Horizontallinie unter die scheinbare auf 1072 Fuß, und auf 63716 Fuß Entfernung?
- II) Wie viel senkt sich die gerade Linie durch die Ropfe bender Pfahle auf die eben angezeigten Entfernungen?
- Ad I) Den verlangten Unterschied bender Horizontallinien erhält man aus dem Quadrate der Entsernung mit dem Durchmesser der Erde dividirt. Er ist in Logarithmen für den ersten Fall = 2 log 1072 log 44483000 = 6,0603896 7,6481941 = 0,4121955 2 = log 0,0256. Diese Zahl bedeutet Fuße, und giebt 0,3096, oder  $\frac{3}{10}$  Zoll. Für den zwenten Fall hat man 2 log 63716 log 44483000 = dem Logar. des verlangten Unterschiedes. Die Rechnung giebt letztern = 91,265 Fuß, oder 91  $\frac{1}{4}$  Fuß.

Ad II) Ueber der Meersstäche ist der westliche Pfahl 15 Fuß  $10\frac{1}{2}$  Boll, der dstliche 15 Fuß 1 Boll; jener hoher  $9\frac{1}{2}$  Boll. Diezu  $\frac{3}{10}$  Boll, welche die scheinbare Porizontallinie auf 1072 Fuß Entsernung sich erhebt, giebt  $9\frac{4}{7}$  Boll, so viel senkt sich die gerade Linie durch die Köpse bender Pfähle unter dem scheinbaren Porizont; und diese Senkung ist der Entsernung proporzional; also sür  $63716.9\frac{4}{5}$  der Entsernung proporzional; also sür  $63716.9\frac{4}{5}$ 

Da nun die scheinbare Horizontallinie über die mahre 91 1 Buß bie gerade Linie über bende Pfable fich nur 48 & Fuß fenkt, fo bleibt diese von jener abgezogenen 42,66 Buß; und so hoch mußte der First des Hauses über unsere mabre Horizontallinie erhaben senn, wenn die Linie durch die Ropfe bender Pfahle und den First des Sauses eine gerade Linie senn sollte. Run mar der First des Hauses 61 Jug über die Sohe der Meereflache; unsere wahre Porizontallinie haben wir 15 Fuß 10 } Boll höher als die Meersflache genommen; also ift der First über diese benlaufig 45 Fuß erhaben, folglich benläufig 2 Ruß hober, als die gerade Linie erfordert. Wo ferne nun diefe 2 Fuß nicht kleinen Jrrungen im Meffen und Rechnen zuzuschreiben sind : so hatte allerdings eine absolute Depression ben der Spiegelung fatt gehabt, die doch meistens febr geringe, und nur am 20 Jan. als man ben Tubus 4 Boll über ben westlichen Pfahl erhoben muffen, betrachtlich gewesen. Denn an diesem Jage bat die Neigung der Observazionslinie unter dem scheinbaren Horizont auf 1072 Buß 9 4 + 4 = 13 4 3oll betragen; das giebt auf die ganze Lange etwa 19 Fuß mehr Erniedrigung, und eben so viel mehr Depression des Hauses.

Bieht man die Distanz bender Pfähle = 1072 Fuß von der Entfernung des Hochsandes = 63716 Fuß so hat man die Entfernung vom die = 62644 Fuß.

Um nun die Quantitat der Erhebung oder Depression für jeden Fall gleich zu übersehen, berechne ich, wie viel sie beträgt, wenn der Tubus I Boll erhöht, oder erniedriget worden ist, folgender Gestalt: 1072 geben i Boll, was 62644 Tuß, das facit ist 4,8 Fuß. Den 7. Jan. als die Jebung am allerstärksten gewesen, hat der Tubus 14½ Boll erniedriget werden mussen, das giebt 69 Fuß Erhebung des Hauses, noch mehr als einmal so groß, als seine wirkliche Pohe, die nur 61 Fuß über die Meers, siäche ist.

Um eben die genannten Quantitaten in Binfel und Bogen auszus drucken, kann man ebenfalls berechnen, wie viel I Boll in Wogen beträgt, da alsdann nur mit den in der Tafel notirten Zollen mustiplizirt werden Für 1  $30l = \frac{1}{12}$  Fuß hat man  $\frac{1112}{1072} = \frac{1}{12864} = 0.0000777 =$ tang, Sin. oder arc. 16 Sec. Die ffartste Bebung in der Safel von 14 3 3oll giebt also 3 Min. 52 Sec. ungefahr. Wenn man den Weg des Strals für einen Zirkelbogen nimmt, so ift die Krümmung der Amplitude dieses Bogens doppelt so groß, als dieser Erhebungswinkel, wovon man sich durch eine kleine Zeichnung leicht überzeugt; folglich ift diefe Krummung im gegenwartigen Fall 7 Min. 44 Sec. Die Meereflache krummt sich auf die Lange von 62644 Fuß hamb. 9 Min. 40 Sec. so groß ist namlich dieser Wogen in Minuten ausgedrückt. Und da ben einerlen Lange des Wogens die Salbmeffer den Krummungen umgekehrt proporzional find : so folgt, daß ben der angeführten farken gebung der Rrummungshalbmesser des Lichtstrals sich zum Erdhalbmesser wie 9 3: 7 3 bennabe verhalten habe. Aus einer fo farten Krummung der Lichtstralen

wird begreiflich, daß entfernte Gegenftande, welche durch nabere oder durch die Rrummung der Erde bedeckt werden, so, daß sie nach einer geraden Linie nicht können gesehen werden, dennoch durch dergleichen Debung, die wie die Quadrate der Entfernung zunimmt, sichtbar werden können.

Nimmt man bendes, die startste Hebung und startste Senkung der Lichtstralen zusammen, so machen sie einen Winkel von  $(14\frac{1}{4}+4)$  16=296 Sec. bennahe 5 Min. Wenigstens eben so viel Veränderung oder Ungewißheit scheint ben der aftronomischen Horizontalrefraktion statt haben zu können, die also etwa  $\frac{1}{6}$  ihrer ganzen Größe betragen wurde.

Endlich will ich uoch bemerken, wie nahe die gerade Linie durch den First des Hauses und westl. Pfahl an der Meersstäche hinstreicht. Sie neigt nach obigen auf 1072 Fuß sich 9 \ 30ll, d. i. 2 Min. 36 \ Sec. unter dem scheinsaren Horizont. Mit ihr parallel werde eine gerade Linie gezogen, welche die Meersstäche tangirt. Der Verührungspunkt wird den ganzen Vogen von 63716 Fuß = 9 Min. 50 \ 5 Sec. in 2 Theile abtheilen, wovon der fleinere gegen den Pfahl 2 Min. 36 \ Sec. der größsere also 7' 14" senn wird, oder jener 157 Sec., dieser 434 Sec. Sen diese Tangente wird von dem Pfahl und First 2 Stücke schneiden, die einsander sehr nahe gleich, und so groß sind, als der Abstand der Tangente von gedachter Linie ist. Dieser Abstand sen = x, so hat man 15 Fuß 10\frac{1}{2} \frac{30ll}{30ll} - x: 61 \ Fuß - x = (157)^2 \ 434^2 \ oder (61 - x) (157)^2 = (15\frac{5}{6} - x) (434)^2. Die Rechnung giebt x sehr nahe = 9 Fuß, und so groß ist die kleinste Distanz der geraden Linien durch den First und wesstlichen Psahl von der Meersstäche.

## Dritter und legter Theil.

## §. 19.

Da ich seit der Einsendung meiner vorigen Vemerkungen über die Spiegelung entlegner Gegenstände die Beobachtungen dieser Erscheinung noch 9 Monate fortgesetzt, und die Resultate davon einer Mittheilung nicht unwerth senn möchten, so habe ich selbige hier kurz und tabellarisch noch vorstellen wollen.

## Tafel

von der Spiegelung des Hauses auf Hochsand und andern entlegnen Gegenständen, wie auch von des genannten Hauses respektiver Hebung und Depression vom Iten Februar bis letzten Oktober 1795.

¥	I.			II.			III.			
	Anzahl der Spiegelungen in jedem Monat und Tagszeit			Mittlere Hebung ober Depression des Haus fes auf Hochfand,			Anjahl der Beobachtungen bes Haufes auf Hochfand.			
1795	Mor: gens	Mit: tags	Abends	Mor: gens	Mit: tags	Ubends	Mor: gens	Mit: tags	Abends	
Februar	5	6	4	30U 1,8	30U 2,31	30U 2,6	14	15	13	
Mårz Upril	6 8	6	4 I	1,88 1,51	4,43 7,11		15 26	2 I 25	17	
Man Junn	19 20	11	18	1,3 1,01	3,21 5,87	1 - 6 1		18 24	14 25	
July August	25 27	19	16	-0,33 -0,08	0,8	1,97	2 I 2 I	18 <b>2</b> 4	24 26	
Sept. Oftober	28 13	17 8	8	-0,56 0,05	-		20 18	25 23	24 17	

IV.

j	Gra	ste Depres	Tion	Größte Hebung					
	<b>Lanle</b>	bes s auf Hoch	fand.	des Hauses auf Hochsand.					
1	301	Lag und	Lageszeit	3011	Lag	und	Lagesjeit		
Februar Márz April Man Junn Juln August Sept. Oktober	$ \begin{vmatrix} -2\frac{1}{4} & \Lambda \\ -2\frac{1}{2} & \Lambda \\ -3\frac{1}{2} & \Lambda \\ -4\frac{1}{8} & \Lambda \\ -4\frac{1}{2} & \Lambda \\ -3\frac{1}{2} & \Lambda \\ -4\frac{1}{2} & \Lambda \end{vmatrix} $	— 14ten - 9ten - 21ten — 16ten — 12ten — 20ten	oes Morg. — Morg. — Morg. — Morg.  Mittags  Morgens  Mittags  Morgens	20 16 V.	- 2 - 2 - 1 - 2 - 2 - 2	6ten 5ten 2ten 8ten 4ten 8ten 7ten 8ten 1ten			

Erläuterungen. Aus der Abtheilung I. erhellet, wie oft das Haus auf Pochsand, oder wenn dieß nicht deutlich zu sehen war, andere Gegenstände im Lande Rehdimgen ic. ic. sichtbarlich unterwärts sich gespiegelt haben, z. B. im Febr. ist fünsmal des Morgens; sechsmal des Mittags, und viermal des Abends Spiegelung zu sehen gewesen. In allen übrigen Zeiten hat entweder dieß Phänomen nicht statt gehabt, oder die Gegenstände sind überhaupt wegen trüber Luft nicht sichtlich gewesen.

Um die II. Abtheilung der Tafel zu verstehen, muß man aus h. 17. erinnern, daß zwen Pfähle geseht worden, mit welchen des Hauses First bald zu gleicher Höhe, bald höher, bald niedriger erscheint. Um also den First, den östlichen Pfahl und den Tubus allemal in gleiche Höhe zu bringen, hat man den letztern bald um einige Zolle erniedrigen, bald er-

hohen mussen, und diese Zollmasse ist jedesmal notirt, und mit + und – gezeichnet, namlich die Hebung des Hauses oder Erniedrigung des Tubus mit plus, und die Depression des Hauses, oder die Erhöhung des Fernschres mit minus; wenn keins von benden statt hatte, ist mit O gezeichnet worden. Das Mittel ist so genommen, daß alle plus und minus Zahlen sede für sich addirt, die kleinere Summe von der größern subtrahirt, und der Rest (das ist, die algebraische Summe) mit der Zahl aller Beobachtungen (die, welche O haben, mit eingeschlossen) dividirt worden. Der so gesundene Quotient ist als das Mittel in die Tasel geseht worden.

Die III. Abtheilung enthält die Anzahl der Beobachtungen, aus welchen die Zahlen der vorherzehenden II. Abth. als mittlere Resultate genommen sind. Alle übrige Zeiten ist das Haus auf Hochsand gar nicht, oder doch nicht so distinkt sichtlich gewesen, daß man die Hebung oder Des pression observiren und angeben können.

Die IV. Abth. enthalt die größte Depression und Jebung, welche in dem nebenstehenden Monat statt gehabt, das heißt, die größten negativen und positiven Zahlen des Journals. Es hat sich ein paarmal zugetragen, daß der Elbehorizont zwischen meinem Hause und Nochsand höher als das Naus erhaben, wenigstens dieses gar nicht sichtlich gewesen. Das ist geschehen den 25ten März und 22ten April; und die mit bezeichneten Zahlen bedeuten die Erhebung des Wasserhorizonts, nicht die des Nauses. Ferner habe ich zu dren Malen die entlegnen Objekte, nämlich die jenseitige Küste der Elbe im Pollsteinischen mit ihren Häusern, Kirschen ic. ic. das Haus auf Hochsand, Land Rehdingen und zum Theil Habell ben sen sterken gesehn, nämlich den 8ten July, 27ten August und, 1ten Oktober allemal des Nachmittags. Die gleichzeitige Hebung des Hauses ben dies

sem Phanomen ift mit V bezeichnet; so wie das Zeichen  $\Lambda$  in vorstehender Spalte Spiegelung unterwarts anzeigt.

#### S. 20.

Roch einige allgemeine Folgerung aus ben bisherigen Beobachtungen, die Spiegelung mit den Bildern unterhalb den Objekten betreffend.

- a) Dieß Phanomen hat sehr oft statt, wenigstens alsdann, wenn zwischen dem Auge und den Objekten eine große Wassersläche vorhanden ist, wie es ben allen meinen Beobachtungen der Fall war.
- b) Das Phanomen ist ofter ben nordlichen Winden; selten ben südlichen; ofter ben hohem Barometerstand, seltner ben niedrigern; ofter des Morgens, seltner des Abends; ofter ben trockner Witterung, seltner ben feuchter.
- c) Wenn das Haus auf Nochsand sich gespiegelt hat, so ist es fast allemal erniedriget, oder mit den berden Pfahlen (f. 17-) gleich, seltenist es 1 bis 1 ½ Zoll, und nie über 2 Zoll ben der Spiegelung erhaben gewesen.
- d) In den Monaten Septemb. und Oktob. hat man alle Morgen, Mittag und Abende die Temperatur des Elbewassers und der Luft nahe über demselben beobachtet: und es ergiebt sich, daß allemal, wenn das Wasser 2 oder mehrere Grade Fahrenheit warmer ist, als die Luft, alsdann die Spiegelung statt habe, (vorauszesetzt, daß die Objekte sichtbar waren) und umgekehrt, wenn das Wasser 2 Gr. Fahrenh. oder mehr kalter war, als die Luft, ist nie Spiegelung wahrgenommen. Unter mehr als 150 Veobachtungen hat diese Regel keine Ausnahme. Setzt man aber statt 2 Gr. nur I Gr. so sinden sich einige wenige Ausnahmen.

#### S. 21.

Die Spiegelung der Objette mit den Bildern aber fich betreffend.

- e) Dieß Phanomen mit deutlichen vollständigen Vildern ist sehr selten, und in 9 Monaten nur drenmal wahrgenommen; mit unkenntlichen veworrnen Vildern ist es aber ofter, und ben jeder außerordentlichen Debung, heißer Luft zc. zc. vorhanden.
- f) Die Vilder erscheinen, wie es ben einer regelmäßigen Resterion (und ben einer Refraktion) erfolgt, umgekehrt, nämlich dem untern Theise des Objekts gehört der obere Theil des Vildes. Das Vild des Wafserhorizonts erscheint zu oberst als eine vollkommen gerade Linie, hieran hängen die Vilder von Häusern, Ufern, Hügeln, Mühlen z. z., und zwisschen diesen Vildern und ihren Objekten ist, wenn alles deutlich und vollkommen, noch ein kleiner Luftskreisen oder Abstand. Jedoch öfter hängen die Vilder mit den Objekten zusammen, und vermischen sich mit diesen dergestalt, daß keines von benden kenntlich ist, sondern das Ganze wie eine hos he Seeküste mit vielen lothrechten Streisen erscheint.
- g) Die Bilder der Spicgelung unterwarts find sehr unbeständig und mandelbar; sie werden bald größer, bald kleiner, bald in Stucken getrennt; sind zuweilen eine Zeit lang in steter Bewegung; ihre ganze Dauer ist selten über 2 Stunden von 3 bis 5 Uhr, oder 4 bis 6 Uhr des Abends.
- h) Ben den benden Spiegelungen unterhalb und oberhalb ist noch folgende fallacia optica zu bemerken. Ben der erstern scheinen die Objekte selbst sehr erhaben, und in der Luft zu stehen; sind aber in der That niedriger, als zu irgend einer andern Zeit; ben der andern hingegen scheisnen die Objekte selbst sehr niedrig, kaum etwas über den Horizont, der selbst sehr eehaben ist, hervorzustehen; das ganze Objekt ist aber in der That ben diesem Phanomen außerordentlich erhaben, obwohl, wie es scheint, die niedrigern Theile verhaltnismäßig mehr, als die höhern zuweilen erhaben sind; weßhalb das Objekt niedergedrückt erscheint.

- i) Db ben der obern Spiegelung eine unregelmäßige Refraction von der Urt möglich sen, nach welcher die Stralen von den untern Theilen des Objekts, die von den obern durchkreuzen, und ob solche ein vollkommenes Vild geben könne, oder ob diese Phanomene durch wirkliche Resterion erstlart werden mussen, und wie? über das alles kann ich mit Gewißheit bis ist nichts entscheiden.
- k) Ich bemerke noch, daß bende Phanomene sehr gut, so viel ich mich erinnere, beschrieben sind vom Hrn. Martinet in den Verhandelingen der holland. Gesell. der Wissensch, zu Harlem XXVII. Deel. II. Stück. unter der Ueberschrift: Warneemingen omtrent het opdoemen van Zee en Land. Die erste Wahrnehmung ist von der Spiegelung oberwarts, die zwente von der unterwarts.



## **ZOBODAT - www.zobodat.at**

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der königl.böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften

Jahr/Year: 1798

Band/Volume: AS 3

Autor(en)/Author(s): Woltman Reinhard

Artikel/Article: VII. Bemerkungen über ein katoptrisches Phänomen, welches an den

Gegenständen nahe am Horizont nicht selten sichtbar ist 69-97