

X.

Ueber das Luftbild, welches der sphärische Hohlspiegel zeigt.

von

ZACHARIÄ, Lehrer d. Math. zu Kloster Rossleben*).

Die bekannte Wirkung des Hohlspiegels, daß er bei gewissen Stellungen des abgespiegelten Gegenstandes ein sogenanntes *Luftbild* macht, (ein Gebilde, das man vor ihm in freier Luft schwebend zu sehn glaubt,) schien mir durch den Grund, den man gewöhnlich dafür angiebt, nicht hinlänglich erklärt zu seyn, daß nemlich die Lichtsammel-puncte für den Gegenstand vor dem Spiegel lägen, und also das Bild *auch* vor dem Spiegel in freier Luft gesehn werden müsse. Denn *erstens* giebt uns das bloße urtheilslose Sehen immer nur die Richtung an, nach welcher hin das Gesehene liegt, nicht aber die Entfernung, in welcher es liegt, wie man, anderer Gründe nicht zu gedenken, aus den bekannten Erfahrungen an gebohrnen Blinden, die

*) Ein Nachtrag zu dessen *Systematischer Darstellung der Erscheinungen, welche der sphärische Hohlspiegel gewährt*, Leipzig bei Vogel, veranlaßt durch eine Recension dieser Schrift in der *Leipziger Literatur Zeitung* 1813. N. 215.

operirt wurden, weiß. *Zweitens* kennen wir Stellungen des Auges und des Objects vor dem Hohlspiegel*, bei welchen jene Lichtsammelpuncte hinter des Beschauers Auge liegen, und also gesehen wird, ohne daß das Auge überhaupt auf Lichtsammelpuncte gerichtet ist. Und *drittens* erscheint uns von Gegenständen, die über eine gewisse Weite hinaus vom Hohlspiegel entfernt sind, und sicher ihre Lichtsammelpuncte vor dem Spiegel haben, oft genug auch *kein* Luftbild, wir mögen die von ihnen herkommende Spiegelung ansehn wie wir wollen.

Aus diesen Gründen und weil mir das Luftbild *bewegter* Gegenstände immer vorzüglich deutlich erschien, glaubte ich das schöne Blendwerk des Luftbilds völlig zu erklären, indem ich annahm, des Beschauers Urtheil über den Ort des Gesehenen werde durch das schnelle Wachsen des Seh winkels bestimmt, welches eintritt, sobald entweder der abgespiegelte Gegenstand, oder das Auge, oder beide zugleich sich nach dem Spiegel hin bewegen.

Es sey mir erlaubt die Sache hier noch einmal und mittelst einer Figur darzustellen. Der Kreisbogen in Figur 4. Taf. II. bedeute einen größten Durchschnitt des Hohlspiegels, dessen Mittelpunkt *c* sey. Das aufrechtstehende Kreuz sey der Gegen-

*) In der meiner ob. erw. Schrift angehängten Tabelle sind folgende: Nr. 1. g. h. k. — Nr. 2. c. d. e. — Nr. 3. c. d. e. f. g. h. k. Z.

stand. Um der Buchstaben für die Bezeichnung überhoben zu seyn, gebe ich diesem Kreuze in der ersten Station einen, in der zweiten zwei, und in der dritten drei Querstriche; es ist immer von gleicher Länge, weil es einen und denselben Gegenstand nur in verschiedenen Entfernungen vom Spiegel bedeutet. Diesen Lagen des Gegenstandes entsprechen die mit einem, mit zwei und mit drei Strichen bezeichneten Lagen der Bilder in umgekehrter Stellung. Oerter und Größen der Bilder sind hier nach Rechnung und Maalsstab aufgetragen. Da nun das Auge nur aus den beiden, in den jedesmaligen Hauptstrahlen gelegenen Lichtflämmelpunkten für beide Enden des Gegenstandes, die den Schwinkel bestimmenden Strahlen empfangen kann, so wird das Wachsthum dieses Schwinkels von der ersten bis dritten Station sehr schnell seyn. Denn es wächst nicht nur das Bild von 1 bis 3 so schnell, daß der Gegenstand ganz klein seyn muß, wenn dessen Bild in Nr. 3. noch unter *einem* Schwinkel mit des Spiegels Sehne begriffen seyn soll, sondern es nährt sich auch für jede Station dem Auge mehr. Und bekanntlich ist eben ein schnelles Wachsen des Schwinkels eines sich nach uns her bewegenden Sichtbaren, ein uns geläufiger Grund, um auf eine gewisse Nähe dieses Sichtbaren zu schließen. Es ist folglich nichts natürlicher, als daß wir die Erscheinung, welche uns der Spiegel so giebt, dahin setzen, wo sich das Bild befindet.

Hiermit meinte ich mit der Lösung meiner Aufgabe vollkommen im Reinen zu seyn. Die erwähnte Recension wendete dagegen ein, daß das Luftbild auch bei vollkommener Ruhe des Gegenstandes und des Auges erscheine, und mit *beiden Augen* ungezweifelt vor dem Spiegel gesehen werde. Ich muß zur Steuer der Wahrheit bekennen, daß ich dieses in der That so finde, selbst vor meinem kleinen Spiegel; auch habe ich mit ihm den Versuch mit Piedestal und Statue glücklich nachgemacht.

So wäre also wohl meine Erklärung des Luftbildes grundlos? Nicht ganz deucht mir, nur war sie nicht erschöpfend, wie ich nach der schätzbaren Erinnerung meines Herrn Recensenten wohl einsehe. Dieser hat mich übrigens auf den rechten Weg gewiesen, durch die Bemerkungen, *man könne an der Richtung beider Augen des Beschauers wahrnehmen, daß er die Erscheinung vor dem Spiegel finde*:

In der That scheint mir diese Beobachtung vortreflich dazu geeignet, die besondere Frage vom unbewegten Luftbilde völlig befriedigend zu beantworten. Es gehören wirklich *beide* Augen dazu, um bei gänzlicher Ruhe des Abgespiegelten, und selbst bewegungslos, das Luftbild zu sehn. Nach vielfältigen Versuchen, die ich seit jenem Winke anstellte, gelingt es mir nie, wenn ich ein Auge geschlossen halte, und selbst bewegungslos bleibe, das ruhende Luftbild zu sehn; und wenn ich es auch

eben mit beiden Augen sah, so tritt es doch alsbald zurück auf den Spiegel, wenn ich ein Auge schliesse. Nur dann sehe ich einäugig das Luftbild meiner Hand oder eines Stabes, wenn ich mit dieser Hand oder mit diesem Stabe auf den Spiegel zufahre; also bei Bewegung. Die Erklärung wird sich nun leicht aussprechen lassen.

Wir haben bekanntlich in unsern zwei Augen ein Mittel, die Entfernung nicht sehr weit entlegener Gegenstände ziemlich genau zu schätzen; denn wir finden das Gesehene immer desto näher, je näher vor uns unsere beiden auf dasselbe gerichteten Augenaxen sich kreuzen. Mit andern Worten: Nahgelegene Gegenstände haben für beide Augen, die gleichsam zwei besondere Beobachter an verschiedenen Orten sind, eine merkliche Parallaxe, aus der wir durch Uebung die Entfernung schätzen gelernt haben. Ist nun das eine Auge geschlossen, so kann von solcher Parallaxe die Rede nicht seyn. Beim bewegungslosen Belchauen des unbewegten Luftbildes aber ist es eben diese Parallaxe fast ausschließlich, welche uns die Erscheinung vor dem Spiegel giebt. Denn da jedes Auge für sich auf die vor dem Spiegel gelegenen Lichtsammelpuncte gerichtet ist, so kreuzen sich die beiden Augenaxen vor dem Spiegel, und eben dorthin, wo sie sich kreuzen, setzen wir das Gesehene, haben also das Luftbild. Beim einäugigen Sehn fehlt uns dieses Mittel die Entfernung zu schätzen. Indess ist auch dem Einäugigen, wie allenthalben so auch vor dem

Hohlspiegel, noch einiges gelassen, wornach er den Ort des Gesehenen bestimmen kann. Dahin gehört 1) das oben angeführte bei eintretender Herbewegung naher Gegenstände schnelle Wachsen des Schwinkels, welches auch von dem einzelnen Auge wahrgenommen wird; 2) die Größe des Schwinkels für gewisse bekannte Gegenstände bei gewissen bekannten Entfernungen; und 3) ein gewisser bekannter Grad der Deutlichkeit, worin bekannte Gegenstände bei gewissen Entfernungen sich zeigen. Sicher wirken auch diese drei Erkenntnißgründe bei dem Einäugigen wie beim Zweiäugigen mit, auf die Schätzung des Orts einer durch den Hohlspiegel gegebenen Erscheinung; und so kann auch wohl der Einäugige das Luftbild haben. Aber im Stande der Ruhe und bei Dingen, deren gewöhnliche Größe ihm nicht genau bekannt ist, und an denen keine Theile sind, die sich nur in gewisser Nähe erkennen lassen, wird er, weil ihm kein Convergiere der Augenaxen fühlbar wird, mehr Ursache haben die Erscheinung in den Spiegel hineinzusetzen, so wie er das beim Planspiegel zu thun gewohnt ist, als sie vor dem Spiegel zu glauben, welches wider das Gewohnte läuft.

Der zweiäugige Beschauer des Luftbildes kann sich von der in seinen zwei Augen gegründeten Parallaxe dieses Bildes hinlänglich überzeugen, wenn er in zweckmäßiger Nähe vor einem Luftbilde, das durch gehörige Entfernung des Gegen-

standes etwas klein gehalten wird *), wechselsweise mit dem rechten und dem linken Auge einäugig hinblickt, und bemerkt, wie die Erscheinung für das rechte Auge links und für das linke Auge rechts hinweicht. Ich habe im willkührlichen Doppelsehn einige Fertigkeit, und kann so oft ich will, einen einzelnen kleinen nahen Gegenstand auf einen entfernten Hintergrund verlegen, um ihn dort doppelt zu sehn, wenn ich mich nöthige, die Augen nach einem Gegenstande des Hintergrunds zu richten. Wenn ich dieses bei einem kleinen Luftbilde am Hohlspiegel thue, und meine Aufmerksamkeit auf irgend einen andern, durch den Spiegel zugleich sichtbaren Gegenstand, oder auch auf den Spiegel selbst im Ganzen richte, so treibe ich augenblicklich das vorher mit zwei Augen einfach gesehene Luftbild, noch mit zwei Augen sehend, in den Spiegel hinein, so daß es nun doppelt darin steht, wie zu dem Spiegel gehörig, den ich jetzt als Ganzes, mit allem was er umschloß, zusammenfasse. Dagegen kann ich das Luftbild mir sogleich wieder herausziehen, wenn ich es wieder vorzugsweise in die Augen nehme. Ich glaube, daß Personen, welche nicht gleich gut mit beiden Augen sehn (Halbeinäugige), das ruhende Luftbild schwerer sehn, als solche, bei denen ein Auge so weitlichtig ist, als das andere. Wenigstens

*) Klein, damit es bei der Nähe des Beschauenden noch für beide Augen sichtbar bleibe. Z.

liesse es sich daraus am natürlichsten erklären, daß mancher Beschauer vom Luftbilde nicht eher etwas bemerkt, als bis Bewegung des Gesehenen eintritt.

Aus allen diesen dürfte sich folgende Schlussfolgerung ziehn lassen:

Das Anschauen des von dem Hohlspiegel gemachten physischen Bildes ist keineswegs Bedingung einer uns durch diesen Spiegel werdenden Erscheinung, die wir z. B. auch in den Stellungen $S F P C A B^*)$ und $S \left(\begin{smallmatrix} F \\ P \end{smallmatrix} \right) C A$ haben; denn das Auge braucht nur geordnetes Licht von einem Gegenstande zu empfangen, damit es ihn erkenne. Allerdings aber hat das Luftbild seine erste Ursache (*conditio sine qua non*) in dem zwischen Auge und Spiegel gelegenen physischen Bilde; wiewohl ein solches Luftbild zuletzt einzig und allein durch das bewußtlose Urtheil des Schauenden entsteht.

Sollte ich mich nun zum Schlusse noch darüber entschuldigen, daß ich eine Sache, welche kaum zu etwas anderm als zu einer physikalischen Belustigung brauchbar seyn mag, hier nochmals zur Sprache zu bringen suche, so kann ich Lichtenberg's Aeußerung über die Schwierigkeit der Frage **) für mich anführen; mich auf das Ungenügende des Artikels „Bild“ in Gehlers phyl-

*) Wenn S. Spiegel, F. Brennpunkt, P. Object, C. Spiegelcentrum, A. Auge, B. Bild bedeuten.

**) S. Erxleben's Naturlehre, 6te Ausg. S. 295.

kalischem Wörterbuche berufen, und den Wunsch eines Kenners in Erinnerung bringen, der S. 1724. d. Leipz. Lit. Zeitung 1813. von Mayer die Erscheinungen der Hohlspiegel einst ausführlicher abgehandelt zu sehn hofft, und sie folglich für einen der genaueren Untersuchung nicht unwürdigen Gegenstand erklärt.

Kloster Rolsleben, im *Aug. Wilh. Zachariä.*
Februar 1814.

XI.

Auszüge aus Briefen an den Herausgeber.

- 1) *Von Hrn. Director Prechtel, über die neuen
Arzberger'schen Spiegel-Teleskope, und über seinen
Grundatz der relativen Isolirung.*

Wien, d. 12. März 1814.

Was Hrn. Arzberger's Spiegel-Teleskope betrifft, von denen ich Ihnen im vorig. Jahrg. St. 7. S. 516. dieser Annalen einige Nachricht gegeben habe, so ist es sehr natürlich, daß Sie sich über eine Oeffnung von 1 Fuß bei einer Länge von $3\frac{1}{2}$ Fuß und 400maliger Vergrößerung nicht wenig verwundern. Die Sache verhält sich aber in der That so. Hr. Arzberger schreibt mir unter dem 5ten dieses Monats, daß er nun versichert sey, bei 3 Fuß Länge seinen Teleskopen schon eine Oeffnung von 1 Fuß