

oder die Summe der Flächen, welche die *Radii vectores* der einzelnen Theilchen in der Zeiteinheit beschreiben. Wenn das Rotations-Moment wächst, so folgen auf die Kugel zunächst wiederum wie vorhin die sphäroidartigen Flächen bis die Fläche 3 auftritt. Hierauf kommen Flächen, die in der Richtung der Rotationsaxe eingedrückt sind, die also um die Pole herum concav-concav, in der Gegend des Aequators convex-convex sind. Und die Folge dieser Flächen wird von der tellerförmigen Fläche 5 geschlossen, welche für ein bestimmtes Moment auftritt, über welches hinaus nur mehr ringförmige Gestalten möglich sind. Hier nimmt folglich die Verkürzung in der Richtung der Drehaxe fortwährend zu, und liefert uns also die Theorie dieselben Gestalten und in derselben Aufeinanderfolge, wie wir sie im Versuche beobachten.

VII. *Bemerkungen zur Stereoskopie, ins Besondere zur Erklärung des Glanzes zweifarbiger Bilder; von Dr. phil. J. J. Oppel.*

Bekanntlich sind die trefflich gezeichneten, von Hrn. Professor Hessemer herausgegebenen stereoskopischen Bilder von Polyedern mannichfacher Form, die, für das rechte und das linke Auge geometrisch projicirt, im Stereoskope als vollkommene Reliefs erscheinen. Ich versuchte es, auf ähnliche Weise auch *krummlinige* Gebilde zu zeichnen, und kam, durch geometrische Projection der nöthigen Anzahl von Punkten für beide Augen und Verbindung dieser Punkte durch freie Handzeichnung, mit folgenden Figuren zu Stande:

- 1) eine einfache Ringkugel, aus horizontalem Aequator und sechs Meridianen bestehend;
- 2) eine konische Spirale von vier Windungen (Schraubenlinie auf einer gedachten Kegelfläche mit horizontaler, dem Auge zugekehrter Axe);

- 3) eine kranzförmige Wellenlinie von 7 Wellenlängen, in einer gedachten Cylinderfläche mit verticaler Axe liegend (so daß die beiden, alle Wellenberge und alle Wellenthäler tangirenden Ebenen horizontal liegen und von der gedachten Cylinderaxe rechtwinklich geschnitten werden);
- 4) eine rechtsgewundene und
- 5) eine linksgewundene cylindrische Spirale von je vier Windungen (Schraubenlinie mit horizontaler, auf der mittleren Gesichtslinie rechtwinkliger Axe);
- 6) eine ebensolche *doppelte* Schraubenlinie, nämlich eine rechtsgewundene und eine linksgewundene in einander.

Die letztere ist, wegen der großen Verschiedenheit beider Bilder und wegen der Menge der sich kreuzenden Linien, am Schwierigsten deutlich aufzufassen; die übrigen erscheinen auf den ersten Blick. Auffallender Weise zeigte sich eine nach denselben Principien construirte *aufrecht* stehende Schraubenlinie *nicht* entschieden als Relief, sondern wurde eben so leicht als flache Zeichnung erblickt, was ich mir dadurch erkläre, daß die beiden Bilder, bei der verhältnißmäßig geringen Höhe der Windungen, zu *wenig von einander verschieden* sind, und das Auge, von der Vorstellung des ebenen Papiers ausgehend, diese *geringe Abweichung verträgt*, ohne daß es deshalb aufhört, die Figur als *eine ebene* anzuschauen. Bei der horizontalen Schraube, wo die Verschiedenheit beider Bilder weit größer ausfällt, ist Diefes nicht möglich.

Verschiebt man bei der letzteren das eine Bild so weit, daß dessen erste Schraubenwindung nicht mehr mit der ersten, sondern mit der *zweiten* Windung des andern Bildes coïncidirt, so erscheint die Schraube auf einer Cylinderfläche mit (nicht mehr kreisrunder, sondern) *elliptischer* Basis, deren große Axe vertical oder horizontal (dem Auge zugekehrt) liegt, je nachdem die Verschiebung *vorwärts* oder *rückwärts*, resp. *rechts* oder *links* geschehen, — wie sich diefes aus dem Principe derartiger Zeichnungen gar

wohl erklärt. Ebenso begreiflich ist es, daß, wenn man bei der unter No. 2 genannten konischen Spirale beide Bilder *vertauscht*, so daß nun die Spitze des Kegels nicht mehr dem Auge zugekehrt, sondern von ihm abgewendet erscheint und dasselbe von der Basis aus in den Kegel hinein, wie in einen hohlen Trichter blickt, die Höhe dieses Kegels *größer* (die Seitenwand *steiler*) erscheint, als im ersten Falle; eine Beobachtung, die man bei ähnlicher Vertauschung auch an den Hessemer'schen Bildern, oder an einer einfachen Pyramide machen kann.

Stellt nämlich *L* Fig. 17 Taf. IV das linke, *R* das rechte Auge und *ab* die Ebene beider Spiegelbilder vor, so wird, wenn z. B. *s* das mit dem rechten, *t* das mit dem linken Auge gesehene Bild eines und desselben Punktes ist, das Auge diesen Punkt *vor* die Bildfläche nach *n*, — vertauscht man aber beide Bilder, so wird es ihn begreiflicher Weise *hinter* diese Fläche nach *m* versetzen, und es ist leicht einzusehen, daß $mo > no$ seyn wird. (Bezeichnet man z. B. die Distanz *La* der Augen von der Bildfläche mit *D*, den Abstand *LR* beider Augen von einander mit *d*, und den Abstand *st* beider Bildpunkte mit δ , so ergibt sich bei dem Parallelismus von *La* und *mn* leicht, daß

$$no = \frac{D\delta}{d+\delta} \text{ und } mo = \frac{D\delta}{d-\delta},$$

folglich das *Verhältniß* beider Linien zu einander, — von *D* *unabhängig* —, $= (d - \delta) : (d + \delta)$, und somit *mo* in diesem sehr merklichen Verhältnisse *größer* ist).

Die (nicht für alle Augen ganz leichte) Auffassung der kranzförmigen Wellenlinie No. 3 (gleichfalls einer doppelt gekrümmten Curve), ward durch eine nachträglich angebrachte *Kettenlinie* in Gestalt eines hängenden Fadens, der sich von einem der hinteren Wellenthäler zu einem der vorderen erstreckt, noch merklich erleichtert.

Ueberhaupt aber stellt sich der *vollkommenen* Wirkung derartiger stereoskopischer Zeichnungen noch eine Schwierigkeit entgegen, die wohl nicht zu beseitigen seyn wird, und auf welche meines Wissens noch Niemand aufmerksam

gemacht hat. Es kann nämlich im günstigsten Falle höchstens gelingen, die fraglichen Bilder so zu zeichnen, daß *jeder Punkt derselben für das directe Sehen*, d. h. für die auf ihn gerichteten *beiden Augenaxen* an der gehörigen Stelle erscheint. Während nun aber beim Betrachten eines (in solcher Nähe gesehenen) *körperlichen Gegenstandes* das Auge von Punkt zu Punkt weiter gleitet, erleiden zugleich die Projectionen der *indirect* (*aufserhalb* der Augenaxe) noch mitgesehenen Punkte auf der Retina eine *relative Verschiebung*, die durch ebene Zeichnungen nicht nachzuahmen ist, und deren Mangel sich namentlich bei solchen Figuren, wo die Kanten oder Striche nahe bei einander liegen und sich mannichfach durchkreuzen, in störender Weise bemerklich machen kann. —

Fortgesetzte Beobachtungen in Betreff der im vorigen Jahresberichte des Vereins angedeuteten Theorie des *Glanzes zweifarbigster stereoskopischer Bilder* haben meine Ueberzeugung von der Richtigkeit der dort versuchten Erklärung nur befestigt. Mittelst einer leicht zu ersinnenden Diopterröhrchen Vorrichtung zeichnete ich ein reguläres Octaëder und ein Rhomboëder, beide mit glänzendem ächtem Goldpapier bezogen, so ab, wie sie sich für jedes der beiden Augen (in der gehörigen Entfernung) darstellen, und illuminirte deren Flächen mit Wasserfarben möglichst genau, wie ich sie sah, mit allen den durch die Reflexe benachbarter Fenster, Wände, Möbel u. s. w. hervorgebrachten Modificationen der Färbung, welche, wie vorauszusehen, für beide Augen nicht *gleich* ausfielen. Die Flächen erschienen dann, im Spiegelstereoskope betrachtet, sämmtlich *glänzend*, — nur war der Glanz, ohne Zweifel wegen mangelnder Fertigkeit im Treffen der Farbennüancen und namentlich in der Beurtheilung des Effectes der anzuwendenden Pigmente, — kein deutlicher *Metallglanz*. Die völlig genügende Ausführung würde jedenfalls die Hand eines geübten *Malers* erfordern.

Auf ähnliche Weise zeichnete ich dann (mittelst derselben Vorrichtung) eine glänzend abgedrehte *Messingkugel* von etwa $4\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, wiederum mit Nachahmung

der mannichfachen Lichtreflexe, die für beide Augen zwar in ziemlich gleicher Farbe und Lichtstärke, aber, wie begreiflich, nicht ganz *an denselben Stellen* der Kugel erschienen. Auch bei ihr zeigte sich, ganz der versuchten Theorie gemäß, sowohl *Relief*, als *Glanz* aufs Unverkennbarste, — doch war der Letztere auch hier in Folge der mangelhaften technischen Ausführung des Colorits eher der einer gelblichen *Glasmasse*, als der des Metalls.

Endlich liefs ich mir, um alle kleinen Fehler der Zeichnung, wie der Schattirung möglichst zu beseitigen, von einer auf der inneren Fläche versilberten *Glaskugel* (von etwa 10 Zoll Durchmesser ¹⁾) zwei *photographische Bilder* unter dem zuvor ermittelten, für das anzuwendende Stereoskop passenden parallactischen Winkel aufnehmen, so dafs die Kugel bei beiden Aufnahmen an derselben Stelle des Pavillons stehen blieb, und nur die *Camera obscura* ihren Platz wechselte. Der Durchmesser beider Kugelbilder war genau gleich (etwa $2\frac{3}{4}$ Zoll), ebenso die Färbung und Schattirung im Ganzen, nur die einzelnen Reflexe der Fenster, Wände u. s. w. zeigten in beiden Bildern eine merkliche *Verschiebung*. Die Wirkung im Stereoskope war ganz die von mir erwartete: das deutliche Relief der dem Auge zugewandten Kugelhälfte, so wie der krystallhelle *Glanz des Glases*, war nicht zu verkennen. Nur *in der Mitte* des Doppelbildes zeigte sich ein störender, dunkler Reflex: — es war das ziemlich deutliche Spiegelbild der *Camera obscura selbst*, so wie der beiden dabei stehenden Personen, das natürlich, als der einzige Gegenstand, der seine Stellung gegen die aufzunehmende Kugel *geändert* hatte, an jener parallactischen Verschiebung sämtlicher Reflexe *nicht Theil nahm* und bei beiden Bildern genau im Centrum der Kugel erschien. Faßte das Auge einmal diesen mittleren Reflex als einen wirklichen, im Inneren der hohlen Kugel stehenden kleinen *Gegenstand* auf, so ward die Vorstellung des Spiegelglanzes der *ganzen Oberfläche* dadurch nicht länger beeinträchtigt oder gestört.

1) Eine *Metallkugel* von der nöthigen Gröfse stand mir nicht zu Gebote.