

XI. *Ueber eine neue Art von Pseudoskopie und ihre Beziehungen zu den von Plateau und Oppel beschriebenen Bewegungsphänomenen;*  
*von F. Zöllner.*

---

1. **O**bleich von Wheatstone ursprünglich nur die mit Hilfe stereoskopischer Vorrichtungen erhaltenen Umstülpungen erhabener in vertiefte und vertiefter in erhabene Reliefs als pseudoskopische Erscheinungen bezeichnet wurden <sup>1)</sup>, so hat doch Dove mit Recht diesen Begriff erweitert <sup>2)</sup> und ihn auf alle die unter dem alten Namen der Gesichtsbetrüge bisher unvollständig bekannten Erscheinungen ausgedehnt.

Hierdurch mag es gerechtfertigt seyn, wenn im Folgenden unter dieser Bezeichnung eine auffallende Täuschung beschrieben wird, welche ich zufällig an einem für Zeugdruck bestimmten Muster beobachtet habe.

2. In Fig. 4 Taf. VIII ist ein mit dem Original im Wesentlichen übereinstimmendes Schema dieses Musters gegeben und man bemerkt sogleich, vorzugsweise bei etwas seitlich geneigtem Kopfe, eine abwechselnde Convergenz und Divergenz der vier Längsstreifen, obgleich man sich durch Messung <sup>3)</sup> leicht von dem vollkommenen Parallelismus derselben überzeugen kann.

Man bemerkt ferner, daß die Stärke dieser Täuschung von der Lage der Hauptstreifen zur Verbindungslinie der beiden Augen abhängt und dann ein Maximum erreicht, wenn sich beide Richtungen ungefähr unter einem Winkel von 45° schneiden.

1) *Wheatstone, On some remarkable and hitherto unobserved phenomena of binocular vision. (Philos. Trans. 1852, Ann. Ergzbd. I.)*

2) *Dove, Optische Studien (Fortsetzung) 1859 S. 19.*

3) Oder durch Hinaufsehen unter einem sehr spitzen Winkel nach der Richtung der Längsstreifen.

3. Um über die Ursache dieser Erscheinung Aufschluss zu erhalten, suchte ich zunächst die Bedingungen derselben möglichst zu vereinfachen und fand hierbei sehr bald, daß es zur Erzeugung jener Täuschung nicht nothwendig ist, die Hauptstreifen wirklich zu zeichnen, da die Richtung derselben schon durch die gleichmäßige Aufeinanderfolge der kleinen Querstreifen genügend für das Auge angedeutet ist.

Ich untersuchte außerdem noch die Abhängigkeit der Erscheinung von folgenden Umständen:

- 1) von der Anzahl der Querstreifen
- 2) von dem Abstände derselben
- 3) von ihrer Neigung zur Richtung der Längsstreifen
- 4) von dem Abstände der letzteren
- 5) von der Intensität der Zeichnung.

Als Ergebnifs dieser Untersuchung liefs sich nur feststellen<sup>1)</sup>, daß die pseudoscopische Ablenkung der Hauptstreifen zur Richtung der Querstreifen eine ganz bestimmte ist, so zwar, daß beide stets nach entgegengesetzten Seiten abwechselnd zu convergiren oder zu divergiren scheinen.

Die Intensität der Zeichnung oder ihr Abheben vom weifsen Grunde des Papiers erwies sich ganz ohne Einfluß und trat für mich die bewufste Täuschung schon ein, sobald nur, selbst mit Hülfe der schwächsten Bleistiftstriche, eine Vorstellung von der Figur erzeugt war<sup>2)</sup>.

Die Breite der Streifen ist ganz gleichgültig und man erhält die Täuschung ebenso schön, wenn man Längs- und Querstreifen einfach mit derselben Oeffnung einer Ziehfeder zeichnet, so daß sich die ganze Figur in wenigen Minuten herstellen läfst.

Abgesehen von der pseudoskopischen Ablenkung der Hauptstreifen zeigt indessen die Fig. 4 Taf. VIII noch eine andere Täuschung, die bei dem ursprünglichen Muster nicht hervortrat, auf die jedoch bei Copirung desselben Hr. Prof.

1) Mit Vernachlässigung der extremsten Fälle.

2) Hierdurch wird die Möglichkeit einer etwa mit Hülfe der Irradiation versuchten Erklärung ausgeschlossen.

Poggendorff die Güte hatte, meine Aufmerksamkeit zu lenken. Es ist dies die Nonius-artige Verschiebung der zu beiden Seiten der Längsstreifen befindlichen Hälften der Querstreifen. Diese Täuschung, welche dadurch erzeugt wird, daß wir in unserer Vorstellung je zwei nicht zusammengehörige Hälften dieser Querstreifen combiniren, hat mit der Ablenkung der Längsstreifen durchaus nichts zu schaffen. Man kann sich hiervon leicht durch Wiederholung der Zeichnung in der oben angegebenen Weise überzeugen, wobei die zuletzt erwähnte Täuschung ganz wegfällt <sup>1)</sup>.

Noch ist zu bemerken, daß die Erscheinung auch für monoculare Betrachtung eintritt und natürlich bei hinlänglicher Entfernung des Objectes vom Beobachter, wegen des allmählich überwiegenden Einflusses der Hauptstreifen, verschwindet.

Es bleiben daher im Wesentlichen nur zwei Umstände übrig, welche für die besprochene Pseudoskopie von charakteristischer Bedeutung sind und daher einer Erklärung dieser Erscheinung als Stützpunkte dienen müssen. Diese beiden Umstände sind:

- 1) Die Abhängigkeit der pseudoskopischen Ablenkung der Hauptstreifen von der Richtung der Querstreifen.
- 2) Die Abhängigkeit des Maximums jener Ablenkung von dem Neigungswinkel der Hauptstreifen zur Verbindungslinie der beiden Augen. Das Minimum tritt sehr deutlich ein, wenn dieser Winkel  $0^\circ$  oder  $90^\circ$  beträgt.

4. Wenn ich es nun versuche, auf diese beiden That-sachen gestützt, in Folgendem eine Erklärung der besprochenen Pseudoskopie zu geben und hierbei auf die Erörterung der bereits früher von Plateau <sup>2)</sup> und Oppel <sup>3)</sup>

1) Ich hätte es daher auch vorgezogen diese einfachere Zeichnung an Stelle der in Fig. 4 Taf. VIII stehenden zu geben, wenn nicht zur letzteren bereits die Druckplatte bei Einlieferung der Abhandlung angefertigt gewesen wäre.

2) Pogg. Annal. Bd. LXXX, S. 290.

3) Pogg. Annal. Bd. XCIX, S. 540 — 561.

beschriebenen pseudoskopischen Bewegungsphänomene geführt werde, so muß ich gleich Eingangs darum bitten, diese Erklärung für nichts mehr als einen Versuch einer solchen hinzunehmen und mir in Beurtheilung derselben Nachsicht widerfahren zu lassen.

Wir werden zunächst als feststehend annehmen können, daß die vorliegende Täuschung keine physikalische ist, wie eine große Anzahl der sogenannten Irradiationsphänomene<sup>1)</sup>, sondern vielmehr eine rein psychische, bei welcher das Urtheil des Beobachters über den Parallelismus zweier geraden Linien gefälscht wird, so daß von diesem Gesichtspunkte aus die in Rede stehende Erscheinung mit jenen bekannten Täuschungen in eine Kategorie zu stellen ist, durch welche wir die Mondscheibe in der Nähe des Horizontes vergrößert erblicken und die Größe eines nahe vorbeifliegenden aber von uns in große Entfernung versetzten Insectes so bedeutend überschätzen<sup>2)</sup>.

Wir begnügen uns damit, diese Erscheinungen dadurch zu erklären, daß wir die Umstände aufweisen, welche uns zu einem falschen Urtheil über die Entfernung des wahrgenommenen Objectes und dadurch bei constantem Sehwinkel zu einem falschen Schluß über dessen Größe veranlassen.

Ebenso will ich es nun nach Analogie dieser rein psychologischen Erklärung versuchen, im Folgenden nachzuweisen, *wodurch* und *auf welche Weise* wir bei der vorliegenden Zeichnung zu einem falschen Schluß über die räumlichen Beziehungen der Hauptstreifen verführt werden.

5. Als unmittelbares Ergebnis der Beobachtung steht fest, daß wir durch das Vorhandenseyn der schrägen Querstreifen zu jener Täuschung verlaßt werden. — Um nun

1) A. Fick, Arch. f. Ophthalm. II. 2. S. 70 bis 76.

2) Da also bei constanter Größe desselben Netzhautbildes ganz verschiedene Vorstellungen von der Größe des wahrgenommenen Objectes in uns erzeugt werden können, so sind wir durch die unmittelbare sinnliche Wahrnehmung *allein* nicht befähigt, bestimmte Vorstellungen von den Dimensionen der uns umgebenden Gegenstände zu erhalten.

auch zu ermitteln, auf welche Weise dies geschieht, müssen wir zuerst ganz allgemein untersuchen, wie die Vorstellung vom Parallelismus überhaupt in uns erzeugt werde.

Wir definiren zwei Linien als parallel, wenn der kürzeste Abstand an allen ihren Punkten derselbe ist.

Ist die Ausdehnung der beiden Linien sehr groß, so daß wir dieselben nicht mehr bequem übersehen können, so müssen wir uns messender Instrumente bedienen, um ihre Entfernung an verschiedenen Punkten zu vergleichen und alsdann schliessen wir aus der gefundenen Gleichheit oder Ungleichheit ihres Abstandes auf ihren Parallelismus oder Nichtparallelismus. Es ist also in diesem Falle die Vorstellung vom Parallelismus jener Linien das Resultat eines logischen Schlusses, welcher mit Hülfe unseres Verstandes aus gewissen Thatsachen der Beobachtung abgeleitet wird.

Ist dagegen die Ausdehnung der Linien eine so geringe, daß wir dieselben mit »einem Blick« übersehen können, so gelangen wir *anscheinend* unmittelbar zur Vorstellung ihres Parallelismus, ohne erst ihren Abstand besonders an verschiedenen Punkten zu vergleichen. Ich nehme indessen an, und dies ist im Grunde die einzige Hypothese welche gemacht wird, *daß diese Unmittelbarkeit eine nur scheinbare ist, und allein dadurch erzeugt wird, daß wir uns wegen der Schnelligkeit der mit Hülfe unserer Augen angestellten Vergleichen dieser Operationen gar nicht einzeln bewußt werden, sondern vielmehr sogleich das Endresultat derselben — den daraus gezogenen Schlufs — als Resultat einer unmittelbaren Wahrnehmung ansprechen* <sup>1)</sup>.

Wir verzichten hier vorläufig auf jede weitere Discussion über die größere oder geringere Wahrscheinlichkeit dieser Annahme, hoffen indessen im Laufe der folgenden Untersuchungen Gelegenheit zu haben, uns wenigstens von der großen Fruchtbarkeit derselben zu überzeugen.

Wir übertragen dieselbe zunächst auf die Vorstellungen

1) Vergl. George, die fünf Sinne als Grundlage der Psychologie (Berlin 1846) S. 14.

der Convergenz und Divergenz und nehmen auch hier an, daß diese Vorstellungen die Resultate von Schlüssen sind, welche wir aus der successiven Vergleichung des Abstandes homologer Punkte der verglichenen Linien ableiten.

Ob diese, uns wegen ihrer Schnelligkeit nicht zum Bewußtseyn kommenden, Operationen des Verstandes von entsprechenden Bewegungen des Augapfels begleitet sind, kann hier nicht näher untersucht werden; indessen ist es eine Thatsache, von der sich jeder aufmerksame Beobachter leicht überzeugen kann, daß die Beweglichkeit der Augenaxen bei der *genauen* Betrachtung der Lagenverhältnisse zweier geraden Linien eine nicht unwesentliche Rolle spielt.

6. Wir brechen hier vorläufig den Gang unserer bisherigen Untersuchung ab, behalten uns indessen vor, denselben später wieder aufzunehmen, nachdem wir zuvor eine gewisse Gruppe von Erscheinungen einer näheren Betrachtung unterworfen haben.

Es ist dies das Gebiet der sogenannten *Contrastwirkungen* <sup>1)</sup>, deren Ursache wir zunächst in der eigenthümlichen Beschaffenheit unseres Sensoriums suchen, einen andauernd empfundenen Zustand bei plötzlicher Unterbrechung desselben noch kurze Zeit nachher als den entgegengesetzten wahrzunehmen.

Plateau ist, soweit mir bekannt, der Erste gewesen, welcher die Gesamtheit der hierher gehörigen Erscheinungen unter einem gemeinschaftlichen Gesichtspunkt zu betrachten-versucht hat <sup>2)</sup>. Das Wesentliche seiner Hypothese besteht in der Annahme von zwei entgegengesetzten Erregungszuständen, welche das afficirte Organ nach beendeter Einwirkung der erregenden Ursache periodisch oder »oscillatorisch« mit abnehmender Stärke durchläuft, ehe es den normalen Ruhezustand wieder erlangt hat.

Wenn mit Hülfe dieser Annahme nur das Phänomen

1) Vgl. Oppel, Pogg. Ann. Bd. XCIX, S. 543.

2) Plateau, *Essai d'une théorie générale comprenant l'ensemble des apparences visuelles qui succèdent à la contemplation des objets colorés etc.* (Mém. de l'acad. de Bruxelles T. VIII.)

der zufälligen oder subjectiven Farben erklärt werden soll, so kann man mit dem Begriff jener hypothetischen »entgegengesetzten Erregungszustände« eine ganz bestimmte Vorstellung verbinden, indem man sich die afficirt gewesene Stelle der Netzhaut einfach als in Schwingungen versetzt denkt, welche durch ihre Vibrationsgeschwindigkeit diejenigen des ursprünglich empfangenen Eindruckes entweder zu Weifs ergänzen oder mit denselben qualitativ übereinstimmen. Wenn aber der Erfinder dieser Hypothese in einer späteren Abhandlung <sup>1)</sup> sein »Princip der Oscillationen« auch zur Erklärung jener eigenthümlichen Bewegung der Gegenstände anwendet, welche man bei andauernder Betrachtung gleichförmig bewegter und dann plötzlich in Ruhe versetzter Objecte noch kurze Zeit in entgegengesetzter Richtung wahrzunehmen glaubt <sup>2)</sup>, so dürfte es jedenfalls nicht leicht seyn, sich hierbei von der Art dieser entgegengesetzten Erregungszustände einen auch nur einigermaßen klaren Begriff zu machen <sup>3)</sup>.

7. Aber abgesehen von diesem Umstande, liegt der ganzen Plateau'schen Hypothese eine Annahme zu Grunde, welche durchaus als willkürlich ercheinen muß.

Es wird nämlich der Sitz aller hierher gehörigen pseudoskopischen Erscheinungen in das afficirt gewesene Organ selbst verlegt, während wir doch oben an der pseudoskopisch vergrößerten Mondscheibe in der Nähe des Horizontes gesehen haben, daß zwei gleich große Netzhautbilder unter gewissen Umständen dennoch Vorstellungen einer ganz verschiedenen Größe des wahrgenommenen Objectes in uns erzeugen können. Wäre es also nicht denkbar,

1) Pogg. Ann. Bd. LXXX, S. 287 (mitgetheilt aus *T. XVI* des *Bullet. de l'acad. de Bruxelles.*)

2) Es ist dies die bekannte Bewegung der Gegenstände, welche uns in einem Eisenbahnwagen beim Stillhalten desselben zu der falschen Meinung veranlaßt, es bewege sich der Wagen noch kurze Zeit langsam in entgegengesetzter Richtung.

3) Wenn man eben hierunter nicht ein wirkliches Vorhandenseyn entgegengesetzt bewegter Netzhautbilder verstehen will, was aber offenbar gerade erklärt werden soll.

dafs dasselbe, was hier in Bezug auf räumliche Dimensionen der Netzhautbilder stattfindet, auch in Bezug auf Reihe und Bewegung derselben stattfinden kann?

Hierdurch wird, wie ich glaube, die Frage nach dem Sitz der Plateau'schen Bewegungsphänomene, ob in dem unmittelbar afficirten Organ (der Netzhaut) oder in dem Organe der Seelenthätigkeit (dem Gehirn), als eine gerechtfertigte erscheinen.

Wie man sieht würde im letzteren Falle die Erklärung für das beobachtete Phänomen nur eine rein psychologische seyn können und wir müßten uns alsdann hierbei mit demjenigen Grade der Evidenz begnügen, welcher nach dem heutigen Standpunkte unserer Erkenntniß den Erklärungen auf jenem Gebiete eigen ist. Indessen erinnere ich nochmals daran, dafs wir die Vergrößerung der Mondscheibe am Horizont und die Wirkungen der sogenannten Luftperspective ebenfalls rein psychologisch und, wie ich glaube, für unser wissenschaftliches Bedürfnis vollkommen befriedigend erklären, indem wir nachweisen, wie unser Urtheil bei constantem Sehwinkel des wahrgenommenen Objectes über dessen Entfernung getäuscht und wir so zu einem falschen Schluß über seine Gröfse verleitet werden.

8. Die der Plateau'schen Hypothese zu Grunde liegende Annahme wird aber sogar unwahrscheinlich, wenn nicht unhaltbar <sup>1)</sup>, sobald man erwägt, dafs es auch mit verschlossenen Augen möglich ist, durch mehrmaliges schnelles Herumdrehen um sich selbst, jene bekannte Bewegung der Gegenstände zu erzeugen, welche wir beim sogenannten Schwindel zu beobachten glauben. Diese Erscheinung ist den oben besprochenen Phänomenen so ähnlich, dafs man nur höchst gezwungen die Gleichartigkeit des Ursprungs beider in Abrede stellen kann, wie auch Oppel am Schlusse seiner mehrfach citirten Abhandlung mit Recht hervorhebt.

Dessenungeachtet besteht insofern ein wesentlicher Un-

1) Natürlich nur in ihrer Anwendung auf die besagten Bewegungsphänomene. Von den subjectiven Farben sehen wir hier wie auch im Folgenden gänzlich ab.

terschied zwischen beiden Bewegungsarten, als im zuletzt erwähnten Fall die Richtung der beobachteten Scheinbewegung stets die entgegengesetzte von der Drehungsrichtung unseres Körpers ist, so daß also bei geöffneten Augen jene pseudoskopische Bewegung in ihrer Richtung *übereinstimmend* mit derjenigen ist, welche wir bei der Drehung an den uns umgebenden Gegenständen beobachteten.

Wir schliessen nun hieraus Folgendes:

*Da in uns auch ohne vorhergegangene Reizung der Netzhaut die Vorstellung einer scheinbaren Bewegung der um uns befindlichen Gegenstände erzeugt werden kann, so muß die Ursache dieser Erscheinung in einem falschen Schluß über die Unveränderlichkeit der örtlichen Beziehungen jener scheinbar bewegten Objecte zu unserem eigenen Standpunkte gesucht werden.*

Wir werden daher diese Erscheinungen erklärt haben, wenn es uns nachzuweisen gelingt, wodurch und wie wir zu jenem falschen Schluß verleitet werden.

9. Aus demselben Grunde, weshalb wir bekanntlich nie im Stande sind über die absolute Ruhe eines Körpers im Weltraume zu entscheiden, können auch unsere unmittelbaren Vorstellungen von Ruhe oder Bewegung eines Objectes nur relative seyn, d. h. dieselben können nur dadurch in uns erzeugt werden, daß wir die Lage eines Körpers mit der eines anderen vergleichen und alsdann aus der Constanz oder Veränderlichkeit des gegenseitigen Abstandes auf Ruhe oder Bewegung der verglichenen Objecte schliessen.

Ist daher die Anzahl dieser Gegenstände nur zwei, so ist es vollkommen willkürlich, entweder den einen oder den anderen oder beide als bewegte aufzufassen. War der eine unser eigener Körper, so muß dieser Umstand (vorausgesetzt, daß es uns an anderen Vergleichungspunkten fehlt) nothwendig zu jenen bekannten Täuschungen Veranlassung geben, bei denen wir z. B. auf einem Schiffe die scheinbare Bewegung der Ufer für eine wirkliche halten und in einem ruhenden Eisenbahnwagen durch einen lang-

sam dicht vorbeifahrenden Zug zu der falschen Meinung veranlaßt werden, es bewege sich der mit uns stillstehende Zug.

Gerade der zuletzt erwähnte Fall giebt einem Jeden zu den interessantesten Beobachtungen Veranlassung, indem es hierbei sehr oft möglich ist, nur durch die willkürlich veränderte Thätigkeit unseres reflectirenden Verstandes jene Täuschung abwechselnd hervorzurufen oder zu unterdrücken.

Man wird in der bisherigen Deduction über die Entstehung der Vorstellungen von Ruhe und Bewegung mit Leichtigkeit eine vollkommene Analogie zu der obigen (§. 5) über das Zustandekommen der Vorstellungen vom Parallelismus oder Nichtparallelismus zweier geraden Linien wieder erkennen, so daß wir das Resultat unserer bis jetzt angestellten Untersuchung folgendermaßen ausdrücken können:

*Die Vorstellungen vom Parallelismus oder Nichtparallelismus zweier geraden Linien einerseits und diejenigen von der Ruhe oder Bewegung eines Körpers andererseits, sind nicht unmittelbare Ergebnisse der sinnlichen Wahrnehmung, sondern Resultate von logischen Schlüssen, welche wir mit Hilfe der reflectirenden oder vergleichenden Thätigkeit unseres Verstandes aus den durch das Auge gegebenen Beobachtungsdaten ableiten <sup>1)</sup>. Nur die große Geschwindigkeit dieser sehr schnell auf einander folgenden Verstandesoperationen verhindert es, daß uns dieselben einzeln zum Bewußtseyn kommen.*

10. Dessenungeachtet entsteht jetzt die Frage, ob die besagten Vorstellungen eine gleiche oder verschiedene Zeit zu ihrer Entwicklung in unserem Bewußtseyn erfordern und wir wollen vorerst diese Frage in Bezug auf die Vorstellungen von Ruhe und Bewegung zu beantworten suchen.

Angenommen es wäre von zwei Sternen ohne sichtbaren

1) Ganz in derselben Weise, wie dies in der Wissenschaft aus den erst mühsam gesammelten Beobachtungsgrößen auf eine uns bewußte Weise zu geschehen pfllegt.

Durchmesser aus theoretischen Gründen wahrscheinlich, daß beide Planeten seyen.

Um die Richtigkeit unserer Vermuthung durch die Beobachtung näher zu prüfen, müssen wir zu verschiedenen Zeiten die Abstände der fraglichen Planeten von irgend einem Fixsterne zu wiederholten Malen messen; aus der Constanz oder Veränderlichkeit dieser Abstände schliessen wir alsdann auf die Ruhe oder Bewegung der beiden Sterne. Während wir indessen schon am ersten Beobachtungsabend durch die geringste, merkbare Veränderung des einen der gemessenen Abstände zur Vorstellung von der Beweglichkeit des betreffenden Sternes gelangen können, ist aus der Unveränderlichkeit jenes Abstandes beim zweiten Stern durchaus nicht mit Nothwendigkeit auf seine Unbeweglichkeit zu schliessen, sondern mit demselben Rechte zunächst nur auf eine während der Beobachtungszeit für unser Instrument unmerkliche Bewegung. Erst wenn sich diese Unveränderlichkeit während einer gewissen Zeit bewährt hat, wird die Ruhe jenes Sternes zu einer Wahrscheinlichkeit, welche sich mit wachsender Zeit und der Anzahl der während derselben angestellten Beobachtungen asymptotisch der Gewißheit nähert. Es ist demnach eine grössere Zeit erforderlich, um uns von der Ruhe des einen wie von der Beweglichkeit des anderen Sternes zu überzeugen.

II. Setzen wir nun an die Stelle jenes Fixsternes unseren eigenen Körper, auf den wir im täglichen Leben alle Bewegungen zu beziehen gewohnt sind, an Stelle der beiden anderen Sterne irgend zwei beliebige Objecte und nehmen nun wieder wie früher an, die einzelnen Vergleichen der Ortsbeziehungen jener Gegenstände zu unserm Körper erfolgten in so schneller Aufeinanderfolge, daß sie uns einzeln gar nicht zum Bewußtseyn kommen, so haben wir, wie schon oben angedeutet, die genetische Entwicklung der Vorstellungen von Ruhe oder Bewegung eines Körpers im täglichen Leben.

Da nun die Dauer jener angenommenen Vergleichen,

mag dieselbe noch so kurz seyn, doch stets eine endliche seyn muſs, so ziehen wir aus dem Vorhergehenden den folgenden Schluss:

*Die Vorstellung der Ruhe erfordert eine gröſsere Zeit zu ihrer Entstehung als die Vorstellung der Bewegung eines Körpers.*

12. Wir gelangen nun durch ähnliche Betrachtungen zu einem vollkommen analogen Schluss in Bezug auf die Vorstellungen vom Parallelismus oder Nichtparallelismus zweier geraden Linien. Wir haben nämlich oben (§. 5) gesehen, daſs diese Vorstellungen ebenfalls durch schnell aufeinanderfolgende Vergleichen der Abstände homologer Punkte der geraden Linien in uns entstehen. Die Wahrscheinlichkeit des vollkommenen Parallelismus wächst aber mit dem Abstände und der Anzahl der verglichenen Punkte-Paare in den geraden Linien und nähert sich mit der Zunahme dieser Gröſsen asymptotisch der Gewiſheit. Da nun auch hier die einzelnen Vergleichen eine gewisse, endliche Zeit beanspruchen und zur Entscheidung, ob zwei Linien parallel sind, eine gröſsere Strecke von Punkten verglichen werden muſs, als dieſs zur Entscheidung der Convergenz oder Divergenz erforderlich ist, so schlieſen wir auch hier:

*Die Vorstellung des Parallelismus erfordert eine gröſsere Zeit zu ihrer Entstehung als die Vorstellung der Convergenz oder Divergenz zweier geraden Linien.*

13. Bemerken wir endlich zum Schluss unserer bisherigen Entwicklung noch Folgendes. Wenn man aus einer regelmäſsig, periodisch wiederkehrenden Erscheinung auch auf die nächstfolgende *ihrer Beschaffenheit nach unveränderte* Wiederkehr derselben schlieſt, so ist dieſs bekanntlich ein sogenannter »Schluss durch unvollständige Induction«, der erst dann logisch bindende Kraft erhält, wenn sich aus allgemeinen Gesetzen nachweisen läſst, daſs diese Erscheinung nothwendig wiederkehren muſs. Nichts desto weniger wird die Wahrscheinlichkeit der erwarteten Wie-

derkehr in einem bestimmten Verhältniß mit der Anzahl der bereits beobachteten Erscheinungen wachsen müssen <sup>1)</sup>).

Auf diese Art des Schließens sind wir nun durch eine gewisse Trägheit unseres Reflexionsvermögens fast allein bei Verarbeitung der täglich in uns aufgenommenen sinnlichen Eindrücke zu bestimmten Vorstellungen angewiesen und wir haben uns durch die im Allgemeinen regelmässige Uebereinstimmung dieser Schlüsse mit der Wirklichkeit so sehr daran gewöhnt, dies als ausnahmelose Regel zu betrachten, daß jede Abweichung hiervon nothwendig zu Täuschungen führen muß. Auch hier nehmen wir nach Analogie des Obigen eine so schnelle Aufeinanderfolge der einzelnen Operationen an, daß uns diese als solche nicht zum Bewußtseyn kommen und wir nur die durch den abgeleiteten Schluß gewonnene Vorstellung als etwas in der Wirklichkeit Vorhandenes aussprechen.

14. Wir wollen nun versuchen mit Hülfe der im Vorhergehenden entwickelten Sätze, zunächst die von Plateau und Oppel an den oben citirten Stellen beschriebenen Bewegungserscheinungen zu erklären.

Ich wähle hierzu den einfachsten Fall und nehme an, es bewege sich eine Reihe gleich weit abstehender Punkte mit gleichförmiger Geschwindigkeit in gerader Linie z. B. von links nach rechts.

Hat die Bewegung eine gewisse Zeit lang gedauert, so erwarten wir (§: 13) die Fortdauer derselben auch für den nächsten Moment und zwar mit desto größerer Gewißheit, je öfter unserer Erwartung entsprochen worden ist, d. h. je länger diese Bewegung gedauert hat. Treten daher die bewegten Punkte plötzlich in den Zustand der Ruhe, so gelangt diese Erscheinung zwar sogleich durch die veränderte Affection der Netzhaut zu unserem Bewußtseyn, aber es folgt aus §. 11, daß wir diese Aenderung zunächst nur als veränderten *Bewegungszustand* wahrnehmen können, da zur Erzeugung der Vorstellung von Ruhe unsere Reflexion erst eine gewisse Zeit lang thätig gewesen seyn muß. Je

1) Vergl. G. Hagen, Grundzüge der Wahrscheinlichkeitsrechnung §. 7.

größer und zuversichtlicher nun unsere Erwartung von der Fortdauer der beobachteten Beweglichkeit gewesen ist, desto längere Zeit wird unsere Reflexionsthätigkeit in Anspruch genommen werden müssen, um in uns die Vorstellung von der Ruhe der vorher bewegten Punkte zu erzeugen, da wir oben gesehen haben, daß die Ueberzeugung von der Ruhe eines Körpers eine mit wachsender Beobachtungszeit sich asymptotisch der absoluten Gewißheit nähernde Größe ist.

15. Ist aber einmal zugegeben, daß wir einen längere Zeit hindurch geradlinig bewegten und dann plötzlich in Ruhe versetzten Körper noch kurze Zeit nach Eintritt der Ruhe als einen *bewegten* wahrnehmen müssen, so sind hier im Allgemeinen nur zwei Fälle als möglich anzunehmen<sup>1)</sup>: entweder der Körper bewegt sich nach der ursprünglichen Richtung weiter oder nach der entgegengesetzten.

Treten indessen bei dem plötzlichen Uebergang des Körpers aus der Bewegung in Ruhe Erscheinungen ein, welche die Bildung der einen oder anderen jener Vorstellungen (von der Richtung der Bewegung) begünstigen, so wird hierdurch auch allein die Richtung der scheinbaren Bewegung bedingt seyn. Eine solche Begünstigung läßt sich nun in der That in vorliegendem Fall sehr leicht nachweisen.

Wenn nämlich ein geradlinig bewegter Körper in die entgegengesetzte Bewegung übergeht, so muß er nothwendig die Ruhelage passiren, so daß dieser Zustand entweder als Endzustand der bisherigen oder als Anfangszustand der entgegengesetzten Bewegung des Körpers aufgefaßt werden kann. Da der erste dieser beiden Fälle als dauernder Zustand durch die einmal supponirte Beweglichkeit ausgeschlossen ist, so bleibt nur der letzte übrig und es muß sich da-

1) Es würde die Deduction unnöthigerweise verlängern, wollte man der größeren Allgemeinheit wegen, die Möglichkeit einer nach allen denkbaren Richtungen stattfindenden Bewegung des Körpers annehmen und alsdann nach dem Satze des zureichenden Grundes die Wahrscheinlichkeit der beiden oben unmittelbar angenommenen Richtungen beweisen.

her der Körper für unser Bewußtseyn nach der entgegengesetzten Seite bewegen, was zunächst bewiesen werden sollte.

16. Untersuchen wir jetzt die weiteren Beziehungen, welche nach der entwickelten Theorie zwischen der Scheinbewegung und der ursprünglichen zu erwarten sind und sehen zu, wie weit die auf diesem Wege gewonnenen Resultate mit den Ergebnissen der Beobachtung übereinstimmen.

Bezeichnen wir die GröÙe der ursprünglichen Bewegung mit  $G$  die der Scheinbewegung mit  $g$ , ferner die Dauer der ursprünglichen Bewegung mit  $D$ , die der Scheinbewegung mit  $d$ , so sind nur folgende Beziehungen denkbar:

1.  $g$  als Function von  $G$
2.  $g$  " " "  $D$
3.  $d$  " " "  $G$
4.  $d$  " " "  $D$

In Betreff der ersten Beziehung folgt unmittelbar aus §. 13, daß allgemein  $g$  mit  $G$  wachsen muß, und zwar bis zu einem gewissen Maximum, welches dadurch bedingt ist, daß es bei sehr schneller Bewegung nicht mehr möglich ist, einzelne Gegenstände zu unterscheiden, wodurch natürlich die Vorstellung von der Bewegung derselben überhaupt vernichtet wird.

Dies stimmt mit den Beobachtungen Oppels an seinem »Antirrheoskop« überein.

Derselbe sagt hierüber nämlich Folgendes (Pogg. Ann. Bd. 99, S. 555).

»Ein sehr wichtiger Punkt bei der Hervorrufung des besprochenen Phänomens ist, wie mir meine Versuche gezeigt haben, das Treffen der geeigneten *Geschwindigkeit* der ursprünglichen Bewegung (also der Umdrehung der Kurbel). Denn die GröÙe des beabsichtigten Effectes <sup>1)</sup> nimmt, wenn man diese Schnelligkeit von einem Minimum an wachsen läßt, *Anfangs* deutlich mit derselben

1) Worunter also, da nichts Besonderes bemerkt ist, *Geschwindigkeit* und *Dauer* zu verstehen ist.

zu, aber nur bis zu einer gewissen Gränze, von welcher an sie, bei noch größerer Drehungsgeschwindigkeit, ziemlich rasch wieder abnimmt«.

17. Die zweite Beziehung ist nach unserer Theorie geradezu unmöglich und es giebt, so weit mir bekannt, bis jetzt keine Thatsache, welche dieser Folgerung widerspräche.

Die Existenz der dritten Beziehung müssen wir etwas ausführlicher motiviren.

Es ist oben (§. 9) gezeigt worden, dafs die Vorstellung von der Bewegung eines Körpers in uns durch wiederholte, schnell aufeinanderfolgende Vergleichen desselben mit der Lage unseres eigenen Körpers entsteht, indem wir aus der Veränderlichkeit des Abstandes beider Objecte auf die Beweglichkeit des einen schliessen.

Die Dauer dieser Elementaroperationen betrachten wir als eine für dasselbe Individuum constante, so dafs innerhalb gleicher Zeiträume auch eine gleiche Anzahl jener Vergleichen vollendet ist.

Wenn daher die während zwei solcher Vergleichen stattfindende Ortsveränderung des Körpers für unser Organ unmerklich ist, so werden erst drei solcher Elementarvergleichen combinirt in uns die Vorstellung von der Bewegung des Körpers erzeugen können u. s. w., so dafs wir zu folgendem Satz geführt werden:

*Um zur einmaligen Vorstellung von der Bewegung eines Körpers zu gelangen, muß eine desto größere Anzahl von Elementarvergleichen combinirt werden, je langsamer die Bewegung ist, oder in anderer Form:*

*Die Anzahl der in gleichen Zeiträumen in uns gebildeten Vorstellungen von der Bewegung eines Körpers ist desto geringer, je langsamer die Bewegung ist.*

Da nun aber nach §. 13 mit der Anzahl dieser Vorstellungen auch die Wahrscheinlichkeit der Wiederholung desselben Processes in uns wächst und, wie bereits oben gezeigt, nach wirklich eingetretener Ruhe, eine der Größe jener Wahrscheinlichkeit entsprechende Anzahl von neuen Vergleichen angestellt werden muß, um den begangenen

Fehlschluss zu vernichten, so folgt auch für die dritte der oben aufgestellten Beziehungen, daß  $d$  mit  $G$  bis zu einem gewissen Maximum wachsen und dann, aus denselben Gründen wie bei der ersten Beziehung wieder abnehmen muß.

Auch dies Resultat stimmt nach der oben (§. 16) citirten Stelle mit den Beobachtungen Opper's überein.

18. Die vierte der aufgestellten Beziehungen folgt unmittelbar aus den §§. 13 und 14, so zwar, daß sich  $d$  bei continuirlicher Zunahme von  $D$  stets einer gewissen Gränze nähert, ohne dieselbe je zu erreichen. Diese Folgerung behält indessen nur für den idealen Fall einer unveränderten Energie des Auges ihre Gültigkeit, durch dessen Affection die Vorstellung von der Bewegung in uns vermittelt wird. Lassen wir daher diese Annahme, als in der Wirklichkeit nicht existirend, fallen, so gelangen wir auch hier zur Annahme eines gewissen Maximums, was wiederum mit den Ergebnissen der Beobachtung übereinstimmt. Die Worte Opper's über diesen Punkt lauten: (*l. c. p. 555*)

»Etwas ganz Aehnliches gilt auch in Bezug auf die zweckmäßige *Dauer* der anregenden Bewegung. Auch hier scheint es ein Maximum zu geben, welches nicht ohne Minderung des Erfolges überschritten werden darf, und welches noch ziemlich weit diesseits derjenigen Gränze zu liegen scheint, bei welcher eine völlige Abstumpfung oder *Ermüdung* des Auges eintritt.

19. Wir haben bei unserer bisherigen Deduction stets der Einfachheit halber die Voraussetzung gemacht, daß die Scheinbewegung an den ursprünglich bewegten Objecten selber beobachtet werde. Es bleibt uns jetzt noch zu beweisen übrig, daß sich diese Bewegung auch auf andere Gegenstände übertragen lasse.

Es ist §. 14 die besagte Scheinbewegung mittelbar als die Folge eines Schlusses durch unvollständige Induction hingestellt worden und wir haben gesehen, daß das Wesen dieses Schlusses gerade darin besteht, daß man hierbei vollkommen von der *Ursache* der beobachteten Erscheinung absieht und nur von den bereits eingetroffenen Fällen auf

das Eintreffen der Erscheinung für die nächsten Momente schließt.

Es besteht nun aber im vorliegenden Falle zwischen den ursprünglich bewegten Objecten und den anderen Gegenständen kein anderer Unterschied, als in Bezug auf die Ursache ihrer Beweglichkeit. Wir könnten es für wahrscheinlicher halten, den einmal als bewegt aufgefassten Gegenstand deshalb auch ferner für leichter beweglich zu halten als z. B. das Dach eines Hauses, auf welches wir nach beobachteter Bewegung unsere Aufmerksamkeit richten. Indessen man sieht leicht, daß diese gröfsere oder geringere Wahrscheinlichkeit der Bewegung unserer Netzhautbilder erst durch eine besondere Reflexion über die Ursache jener Bewegung in uns erzeugt werden muß, wozu jedoch nicht eher eine Veranlassung vorliegt, ehe sich nicht wirklich die bereits indicirte Vorstellung einer regressiven Bewegung (§. 11 und §. 15) in uns entwickelt hat, d. h. ehe die besagte Täuschung nicht wirklich stattgefunden hat. Es folgt hieraus:

*Daß sich die an den ursprünglich bewegten Gegenständen beobachtete Scheinbewegung auf alle Netzhautbilder übertragen müsse, welche sich vor Ablauf einer gewissen, vom Ende der ursprünglichen Bewegung an gerechneten Zeit im Auge vorfinden, was bewiesen werden sollte.*

Dieser Umstand erklärt nun in Rücksicht auf das Frühere mit Leichtigkeit die bekannten Plateau'schen Phänomene <sup>1)</sup> an der rotirenden Spirale. Der verschiedene Grad derselben bei verschiedenen Individuen folgt ebenfalls ganz ungezwungen aus der ungleichen Dauer der Elementaroperationen, die höchstwahrscheinlich eine Function des betreffenden Organismus seyn wird und über deren Gröfse unsere Hypothese durchaus keine bestimmte Beschränkung auferlegt.

20. Durch die zuletzt angestellten Betrachtungen sind wir nun hinlänglich vorbereitet, um uns zur Erklärung derjenigen Bewegung anzuschicken, welche wir nach mehrma-

1) Vergl. Pogg. Ann. Bd. LXXX, S. 290.

ligem schnellem Herumdrehen um uns selbst (mag diess mit verschlossenen oder geöffneten Augen geschehen) noch kurze Zeit an den uns umgebenden Gegenständen zu beobachten glauben.

Als Veranlassung zur Erzeugung der Vorstellungen von Ruhe und Bewegung eines Körpers haben wir bis jetzt nur die Reizung der Netzhaut kennen gelernt, d. h. die Unveränderlichkeit oder Veränderlichkeit der Bilder in unserem Auge. Man sieht indessen leicht, daß die Vorstellung einer Bewegung, (und zwar einer bestimmt gerichteten) auch ohne diese Reizung in uns erzeugt werden müsse, sobald wir selber durch unseren Willen continuirlich die Veranlassung dieser Bewegung sind, wie diess z. B. bei der Drehung um uns selbst offenbar der Fall ist.

Wir sind nämlich seit der frühesten Kindheit daran gewöhnt, auf jeden bestimmten Act des Willens, welcher sich auf die Beweglichkeit unseres Körpers bezieht, auch die entsprechende Bewegung desselben mit unsern Augen wahrzunehmen, so daß wir durch diese andauernde und nie getäuschte Uebereinstimmung der gewollten mit der gesehenen Bewegung auch auf das weitere Fortbestehen dieser Uebereinstimmung schliessen und daher unmittelbar mit dem Acte des Wollens die Vorstellung der beabsichtigten Bewegung verknüpfen.

Wir müssen also im vorliegenden Falle auch mit verschlossenen Augen zur Vorstellung sowohl vom Objecte als auch von der Richtung dieser Bewegung gelangen können.

21. Tritt nun plötzlich Ruhe ein, so folgt aus §. 11 und §. 15 zunächst eine pseudoskopische Bewegung des bisher bewegten Objectes nach der entgegengesetzten Richtung und nach §. 19 die Uebertragung dieser Bewegung (*in derselben Richtung*) auf andere Objecte. Diess stimmt aber mit den oben (§. 8) über diese Bewegung angegebenen Thatsachen vollkommen überein.

Daß der beschriebene Effect wesentlich der gleiche ist, wenn die ursprüngliche Umdrehung mit geöffneten Augen

vor sich geht, scheint mir daraus zu folgen, daß zur Erzeugung der Vorstellung von unserer Eigenbewegung die Reflexionsthätigkeit bereits vollkommen in Anspruch genommen ist, so daß diese Vorstellung über diejenige, welche durch Bewegung der Netzhautbilder nach entgegengesetzter Richtung etwa erzeugt werden könnte, gleichsam prädominirt <sup>1)</sup>.

Indessen dürfte es nach der bisherigen Entwicklung wahrscheinlicher seyn, an Stelle der Gleichzeitigkeit von Vorstellungen im Bewußtseyn eine so schnelle Aufeinanderfolge derselben anzunehmen, daß nur durch diese Schnelligkeit der Eindruck einer scheinbaren Gleichzeitigkeit in uns erzeugt wird. Dann würde sich natürlich von zwei Vorstellungen immer nur diejenige gerade entwickeln können, zu deren Bildung die ursächlichen Bedingungen am günstigsten sind.

22. Hiermit hätten wir nun das Gebiet der bis jetzt bekannten pseudoskopischen Bewegungsphänomene erschöpft und dieselben aus einer, wie ich glaube, sehr einfachen Annahme über den Bildungsprozeß unserer Vorstellungen genügend erklärt. Wir wenden uns jetzt mit Hilfe derselben Hypothese zur Erklärung der oben beschriebenen und durch eine Zeichnung veranschaulichten Pseudoskopie <sup>2)</sup>.

Nach §. 12 findet zwischen den Vorstellungen der Ruhe und der Bewegung einerseits und den Vorstellungen des Parallelismus und Nichtparallelismus andererseits eine vollkommene Analogie statt. Die Ursache dieser Uebereinstimmung liegt nach unserer Hypothese offenbar darin, daß beide Classen von Vorstellungen durch die Unveränder-

1) Wollte man nämlich nach der Plateau'schen Hypothese diese Täuschung nach der Umdrehung mit *geöffneten* Augen erklären, so müßte die pseudoskopische Bewegung die *entgegengesetzte* von der durch unsere Umdrehung erzeugten scheinbaren Bewegung seyn; dem widerspricht aber die Erfahrung (Vergl. §. 8).

2) Man vergleiche hierbei die von Opperl in seiner Abhandlung (diese Annal. Bd. XCIX. S. 543) erwähnte Vermuthung Neeff's über die Existenz »complementärer Figuren«.

lichkeit oder Veränderlichkeit eines Abstandes — bei der Ruhe und Bewegung des Abstandes unsers Körpers vom ruhenden oder bewegten Objecte, beim Parallelismus oder Nicht-Parallelismus des Abstandes homologer Punkte — in uns erzeugt werden, nur mit dem Unterschiede, daß bei der ersten Classe von Vorstellungen dieser Abstand eine Function der Zeit bei der zweiten Classe die Function einer linearen Raumgröße ist. Es wird daher auch die Erklärung der betreffenden Pseudoskopie eine im Wesentlichen mit der obigen übereinstimmende seyn, so daß die ganze Deduction mit Berücksichtigung der erwähnten Analogie bedeutend abgekürzt werden kann.

23. Betrachten wir zwei Hauptstreifen unserer Zeichnung mit ihren schrägen Querstreifen, so werden wir durch Gegenwart der letzteren zur Anstellung einer großen Anzahl von Elementarvergleichen veranlaßt, welche stets zu dem Schluß und dadurch zu der Vorstellung der Convergenz nach einer bestimmten Richtung führen. Wir erwarten daher dasselbe Resultat (§. 13) auch dann, wenn wir vermöge unserer Reflexionsthätigkeit die gegenseitige Lage der Hauptstreifen durch solche Elementarvergleichen ermitteln wollen. Es erfordert aber nach §. 12 die Vorstellung des Parallelismus eine größere Zeit zu ihrer Entwicklung als die des Nichtparallelismus, so daß wir die verglichenen Hauptstreifen nicht unmittelbar als parallel sehen können. Daß nun an Stelle der erwarteten Convergenz eine Divergenz eintreten muß, folgt sofort aus §. 15, wenn man die entsprechenden Vorstellungen mit den in Rede stehenden vertauscht, so daß wir uns hier jedes ausführlichen Beweises enthalten können. Ein Unterschied liegt nur darin, daß im vorliegenden Fall die schrägen Querstreifen durch ihre stete Gegenwart unsere Aufmerksamkeit immer wieder von Neuem fesseln, so daß sich der oben angedeutete Proceß in schneller Aufeinanderfolge immer wiederholen muß, wodurch die pseudoskopische Ablenkung eine permanente wird.

Aus der oben erklärten Analogie beider Arten von

Pseudoskopie folgt ferner, daß sich die zuletzt besprochene in aller Strenge auf die erste zurückführen läßt und diese auch die ursprünglichere ist, was sich einfach aus folgender Betrachtung ergibt.

Wir haben gesehen, daß sich die Vorstellungen von Ruhe und Bewegung durch den constanten oder variablen Abstand zweier Punkte in uns entwickeln. In diesem Falle fällt die Ursache der Constanz oder Veränderlichkeit jenes Abstandes mit der Ursache der Ruhe oder Bewegung des beobachteten Objectes zusammen.

Bei den Vorstellungen des Parallelismus und Nichtparallelismus wird jedoch die erwähnte Constanz oder Veränderlichkeit erst indirect durch eine andere Bewegung erzeugt, nämlich durch das successive Fortrücken der fingirten Linie, welche durch ihre Länge den Abstand je zweier Punkte der verglichenen Linien mißt.

24. Wir müssen indessen hier noch auf einen bemerkenswerthen Umstand aufmerksam machen, welcher unter Voraussetzung unserer Hypothese zu einer interessanten Folgerung über die Gleichzeitigkeit von Vorstellungen im Bewußtseyn führt.

Es ist schon oben §. 21 bemerkt worden, daß es nach der bisherigen Entwicklung naturgemäßer wäre, an Stelle der Gleichzeitigkeit von Vorstellungen eine sehr schnelle Aufeinanderfolge derselben anzunehmen. Diese Annahme wird aber bei der zuletzt erwähnten Pseudoskopie durchaus nothwendig, denn offenbar gelten alle unsere Schlüsse nur unter der Voraussetzung, daß sich die besagten Vorstellungen nicht gleichzeitig, sondern nacheinander entwickeln. Im vorliegenden Falle befindet sich die ganze pseudoskopische Zeichnung mit ihren Längs- und schrägen Querstreifen *gleichzeitig* auf der Netzhaut des Auges und wir müssen dessenungeachtet eine periodisch, schnell abwechselnde Bildung der besprochenen Vorstellungen annehmen, ohne hier von die Ursache in dem sinnlich wahrgenommenen Objecte suchen zu können.

25. Es bleibt uns jetzt noch zu erklären übrig, wes-

halb das Minimum der pseudoskopischen Ablenkung in den oben bezeichneten (§. 3) beiden Lagen stattfindet. Ich glaube, daß dieser Umstand in Folgendem seine Begründung findet.

Ebenso, wie wir gewohnt sind, alle Bewegung und Ruhe auf unseren eigenen Standpunkt zu beziehen, so findet etwas ganz Aehnliches in Bezug auf die Lagenverhältnisse von Linien statt. Durch die symmetrische Anordnung der Augen zu beiden Seiten einer durch die Längsaxe des Körpers bezeichneten Richtung, sind vorzugsweise zwei Lagen, die horizontale und verticale in uns deutlich indicirt, und es wird daher unsere Reflexionstätigkeit die Lage von anderen Linien vornehmlich auf diese beiden Richtungen beziehen. Betrachten wir daher zwei Linien, welche parallel mit der normalen Richtung der Längsaxe unserer Körpers, d. h. vertical sind, so wird hierdurch die Vorstellung vom Parallelismus derselben untereinander wesentlich gefördert, so daß es gar nicht einmal nothwendig ist, beide Linien zugleich im Gesichtsfelde unseres Auges zu haben. Wir schliessen dann indirect von dem Parallelismus jeder einzelnen Linie mit unserem Körper (oder eigentlich mit der zur Verbindungslinie der beiden Augen Normalen) auf ihren Parallelismus untereinander, während bei jeder anderen Lage der beiden Linien diese Beziehung offenbar eine bei weitem schwierigere ist. Dasselbe gilt auch von der horizontalen Lage, die mit der *normalen* Richtung der Verbindungslinie der beiden Augen zusammenfällt.

Die Vorstellung vom Parallelismus der Hauptstreifen, welche in jeder anderen Lage nur durch successive Vergleichung ihres Abstandes erlangt werden kann, wird in den bezeichneten Lagen auch noch durch Vergleichen mit der Lage unseres Kopfes verstärkt, so daß der Fehlschluss, zu dem wir uns durch die Gegenwart der schrägen Querstreifen verleiten ließen, wieder etwas corrigirt wird und dadurch die Hauptstreifen gleichsam an ihrer pseudoskopischen Beweglichkeit verlieren.

Hieraus wird es begreiflich, weshalb in den bezeichneten beiden Lagen die pseudoskopische Ablenkung ihr Minimum erreichen muß.

Schönweide im Juni 1860.

---

## XII. *Geißlers nachleuchtende Röhren;* *von P. Riefs.*

(Auf Wunsch des Herausgebers.)

---

Ein ausgezeichnetes Exemplar dieser merkwürdigen, weit verbreiteten Röhren besteht aus 7 in gerade Linie gestellten Glaskugeln ( $1\frac{3}{4}$  Zoll Durchmesser), die durch bogenförmige Glasröhren zu einer Schlangenlinie verbunden sind, und mißt 19 Zoll zwischen den beiden in den Endkugeln befindlichen Eisen-Elektroden. In einer der mittleren Kugeln ist ein Tropfen einer wasserhellen Flüssigkeit bemerkbar, der bei Neigung der Röhre seine Stelle ändert. Gerade ausgestreckt würde die Röhre etwa 3 Fufs lang seyn; dennoch geht ein elektrischer Strom leicht hindurch, und das Nachleuchten kann deutlich durch die Funken eines kleinen Elektrophors (von einer Zündmaschine) bewirkt werden. Am schönsten erhält man die Erscheinung durch den Strom eines magnet-elektrischen Inductionsapparats. Schon ein einzelner Oeffnungsstrom hat das Nachleuchten zur Folge, dessen Stärke und Dauer, während etwa 20 Sekunden mit der Anzahl der erregenden Ströme zunimmt. Bei dem Durchgange der Ströme ist die negative Elektrode an ihrer breiten blauen Hülle erkennbar, das Licht in den gekrümmten Verbindungsröhren roth mit breiten verwachsenen Schichten. Ganz eigenthümlich ist das Licht der Kugeln. Diese scheinen von einem grünlich gelben leuchtenden Nebel gleichmäfsig erfüllt, und machen den Eindruck von Innen erleuchteter Kugeln aus durchscheinendem