

man in Gmelin-Kraut's Handbuch der Chemie, 4. Aufl.; Org. Chemie, IV. Bd., I. Abth., p. 641.

Bei der Ausführung dieser Arbeit bin ich von Hrn. E. Reichenhaller unterstützt worden.

---

## Die Bewegungsempfindung.

Zweite Mittheilung.

Von

**Hermann Aubert.**

---

Hierzu Tafel VII.

---

Bei meinen Untersuchungen über die Bewegungsempfindung<sup>1)</sup> hatte ich einen grossen Unterschied für die Winkelgeschwindigkeiten gefunden, welche erforderlich sind, um eine Bewegungsempfindung auszulösen, je nachdem sich ruhende Objecte im Gesichtsfelde neben dem bewegten Objecte befinden, oder ruhende Objecte möglichst ausgeschlossen sind und die Aufmerksamkeit auf die bewegten Objecte concentrirt wird.

Ein vollständiger Ausschluss der ruhenden Objecte war dabei aber nicht bewerkstelligt worden und ich glaubte, einen solchen dadurch erreichen zu können, dass ich sichtbare, sich bewegende Objecte im übrigens absolut finsternen Raume beobachtete. Mit der Anordnung darauf gerichteter Versuche beschäftigt wurde ich aber veranlasst, zuvor ein Moment zu untersuchen, welches von wesentlicher Bedeutung für das Zustandekommen der Bewegungsempfindung ist, nämlich den Einfluss der Augenbewegungen beim Beobachten bewegter Objecte. Durch eine briefliche Mittheilung des Herrn Professor v. Fleischl (Fleischl von Marxow) in Wien wurde ich in sehr lebenswürdiger Weise auf einen Aufsatz desselben, welcher mir unbekannt geblieben war, aufmerksam gemacht. v. Fleischl<sup>2)</sup> hat nämlich beobachtet, dass die Beurtheilung der

---

1) Dieses Archiv, Bd. XXXIX, 1886, S. 347.

2) E. v. Fleischl, physiologisch-optische Notizen (2. Mittheilung), Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 86, III. Abth. 1882, Heft 1, S. 17, V.

Winkelgeschwindigkeit davon abhängig ist, ob ein im Gesichtsfelde ruhender Punkt fixirt oder ob das bewegte Object mit den Augen verfolgt wird.

Er hat sich zur Herstellung gleichmässiger Winkelgeschwindigkeiten ebenfalls der Trommel des Kymographion bedient und gefunden, dass bei Fixation eines ruhenden Punktes dicht vor dem bewegten Objecte die Bewegung desselben sehr viel schneller erscheint, als beim Fixiren des bewegten Objectes selbst und dass im letzteren Falle das Auge der sich bewegenden Linien mit dem Blicke folgt; ein Freund v. Fleischl's schätzte für den ersteren Fall die Bewegungsgeschwindigkeit doppelt so gross. — Bei meinen Versuchen musste, wenn in dem Gesichtsfelde keine ruhenden Objecte sich befanden, zur Hervorbringung einer Bewegungsempfindung die Winkelgeschwindigkeit ungefähr zehn mal grösser sein, als für ein Gesichtsfeld mit ruhenden Objecten. Auf den Umstand, welchen v. Fleischl ermittelte, dass im Gesichtsfelde ohne ruhende (bezw. fixirte) Objecte das Auge den Bewegungen des Objectes mit dem Blicke folgt, habe ich bei meinen Versuchen nicht geachtet. Gleichwohl ist dieser Umstand für eine Erklärung der Verschiedenheit der Bewegungsempfindung, wenn sich ruhende und wenn sich keine ruhenden Objecte im Gesichtsfelde befinden, möglicherweise von besonderer Bedeutung, und v. Fleischl ist denn auch zu einer ganz anderen Erklärung gelangt, als ich.

v. Fleischl stellt (S. 22) den Satz auf: „dass die Geschwindigkeit eines sich am Auge vorüber bewegenden Punktes für grösser gehalten wird, wenn das Auge ihm nicht nachfolgt, als wenn es ihm folgt“ — ich dagegen habe, indem ich in beiden Fällen einen Vergleich zwischen dem Ruhenden und Bewegten voraussetzte, den Satz (S. 362) aufgestellt: „dass vermöge der Erinnerung ein Vergleich des Bewegten“ (d. h. bewegt Gesehenen) „mit der Vorstellung des Ruhenden gemacht werde“, und da das wirklich Gesehene einen lebhafteren Eindruck mache, als das vermöge der Erinnerung Vorgestellte, hieraus die gefundene Differenz für die zur Auslösung einer Bewegungsempfindung erforderliche Winkelgeschwindigkeit resultire.

Analysirt man die beiderlei Versuchsbedingungen bei v. Fleischl und mir, so erscheinen sie sehr verschieden: v. Fleischl hatte eine und dieselbe (relativ grosse) Winkelgeschwindigkeit des be-

wegten Objectes und fixirte abwechselnd einen ruhenden und einen bewegten Punkt — ich hatte bei sehr verschiedenen (relativ geringen) Geschwindigkeiten keinen ruhenden Fixationspunkt, sondern beachtete nur die ruhenden Punkte in der Umgebung des bewegten Objectes; v. Fleischl schätzte den Unterschied zweier Bewegungsempfindungen bei objectiv gleicher Geschwindigkeit — ich suchte die Grenzen eben merklicher Geschwindigkeiten zu bestimmen: es wäre also wohl ein reiner Zufall gewesen, wenn wir Beide zu gleichen Zahlen für die Differenzen in dem einen und dem anderen Falle gelangt wären.

Allein in einem Punkte scheinen unsere beiderlei Versuche doch vergleichbar: nämlich in beiden Versuchsreihen begünstigte das Sehen des Ruhenden den Eintritt bezw. die Intensität der Bewegungsempfindung: denn bei mir lösten viel geringere Winkelgeschwindigkeiten die Bewegungsempfindung aus, wenn ruhende Objecte im Gesichtsfelde waren, als wenn solche fehlten — bei v. Fleischl schien die Winkelgeschwindigkeit eine grössere zu sein, wenn der ruhende Punkt im Gesichtsfelde fixirt wurde, als wenn derselbe unbeachtet blieb, also fehlte. — Da nun v. Fleischl nachgewiesen hat (und ich bestätigt finde), dass ohne Fixation des ruhenden Punktes das Auge den Bewegungen des Objectes folgt, so würde vielleicht auch für meine Versuche die Annahme zu machen sein, dass beim Fehlen ruhender Punkte im Gesichtsfelde Bewegung der Augen eingetreten und durch diese die Bewegungsempfindung beeinträchtigt worden sei und somit meine Versuche den von v. Fleischl ausgesprochenen Satz (S. 23) bestätigen: „dass wir den Einfluss, den unsere Augenbewegung auf die Verschiebung des Bildes auf der Netzhaut hat, unterschätzen; ruht das Auge, so wird die Bewegung des Gegenstandes unmittelbar ganz empfunden.“

Um mir hierüber Aufklärung zu verschaffen, stellte ich den von v. Fleischl (S. 19) angegebenen Versuch in möglichst gleicher Anordnung zuerst mit einem in schwarze und weisse Millimeter eingetheilten Maassstabe, später mit verschiedenen Schreibunterlagen an und fand ebenso wie v. Fleischl bei einer Bewegung des Kymographencylinders von 10 bis 25mm per 1 Sec. und einer Sehweite von 640mm die Geschwindigkeit sehr erheblich grösser bei Festhaltung des Fixationszeichens mit den Augen, als beim Loslassen desselben; die Winkelgeschwindigkeit  $v$  berechnet sich

daraus zu etwa  $1^{\circ}$  bis  $2^{\circ} 15'$  per 1 Sec., während bei meinen früheren Versuchen  $v$  nur etwa  $3'$  und bei Abblendung der ruhenden Objecte höchstens  $39'$  betragen hatte. Doch auf diese absoluten Geschwindigkeitsdifferenzen komme ich später zurück — zunächst schien es mir wünschenswerth, etwas genauer die Geschwindigkeitsempfindung für das bewegliche Auge im Vergleich mit dem unbewegten Auge zu bestimmen. v. Fleischl sagt darüber (S. 20): „Einer meiner gelehrten Freunde, der im Schätzen von Grössen aller Art sehr geübt ist, meinte, die Geschwindigkeit verdoppele sich etwa“ und in einer brieflichen Mittheilung schreibt er, er selbst habe die Bewegung für grösser als doppelt so gross gehalten.

Es schien mir nun möglich, zu einer genaueren Beurtheilung dieses Verhältnisses zu gelangen dadurch, dass man Gleichheit der beiderlei Geschwindigkeitsempfindungen herstellte durch zwei objectiv verschiedene Winkelgeschwindigkeiten; denn für die Gleichheit zweier Bewegungen haben wir nach meinen Versuchen<sup>1)</sup> ein ziemlich sicheres Urtheil und wenn wir die eine Winkelgeschwindigkeit für die fixirenden Augen constant und kleiner nehmen, die andere Winkelgeschwindigkeit aber so lange variiren, bis beide Geschwindigkeiten gleich erscheinen, so ergiebt die Ausmessung der objectiven Geschwindigkeiten das gesuchte Verhältniss, welches v. Fleischl durch Schätzung zu bestimmen suchte.

Die Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt: die Trommeln zweier Kymographien laufen nahe neben einander, ihre Axen haben eine Distanz von 225 mm — vor diesen Trommeln ist eine grosse schwarze Pappscheibe aufgestellt, in welcher sich zwei rechteckige Ausschnitte von 50 mm Breite und 20 mm Höhe befinden; in der Mitte des linken Ausschnittes oder Fensters ist ein Fixationszeichen (Siegellackkügelchen an einem senkrechten Coconfaden) befestigt, das rechte Fenster ist frei. Der Beobachter sitzt von den beiden Trommeln gleich weit (800 mm) entfernt und blickt abwechselnd bald auf das Fixationszeichen dicht vor der linken Trommel, bald auf die sich bewegende rechte Trommel und beobachtet, welche der beiden Trommeln sich schneller zu bewegen scheint; hat er ein Urtheil gewonnen, so giebt er es an, also z. B.

---

1) Dieses Archiv, Bd. XXXIX, S. 367 u. f.

„rechts schneller“, „kein Unterschied“ u. s. w. — Die Geschwindigkeiten der Trommeln werden von dem Gehülften verschieden gewählt und eingestellt und mittelst des Sekundenmarkirers gemessen. Der Beobachter kennt die Geschwindigkeit nicht, der Gehülfe nur ungefähr — die Ausmessung wird erst nach Beendigung der Versuchsreihe vorgenommen; daher ist der Beobachtende immer lediglich auf seine Sinneswahrnehmung für die Fällung seines Urtheils angewiesen. — Alle Versuche wurden bei guter, künstlicher Beleuchtung, welche die Herstellung einer ganz gleichmässigen Helligkeit der beiden Trommeln gestattete, angestellt, da dies durch Beleuchtung mit Tageslicht nicht zu erreichen war. Die Trommeln der Kymographien waren mit sogenannten Schreibunterlagen überzogen; das Nähere über dieselben wird sogleich bei den folgenden Tabellen bemerkt werden.

Das Hauptresultat meiner Beobachtungen und Messungen ist eine Bestätigung der Schätzungen v. Fleischl's und seines Freundes, dass bei Fixation eines Punktes die Bewegung ungefähr doppelt oder ein wenig mehr als doppelt so schnell erscheint, als wenn die Augen den Bewegungen des Objectes folgen.

In der folgenden Tabelle V habe ich einige meiner Versuchsreihen vollständig, d. h. ohne Auslassungen wiedergegeben und bemerke zum Verständniss derselben Folgendes:

Im ersten Stabe sind die Winkelgeschwindigkeiten in Minuten angegeben, welche dem Objecte ertheilt worden waren, vor welchem sich der Fixationspunkt befand, linkerseits vor dem Beobachter gelegen; im zweiten Stabe ist angegeben, um wie viel mal die Geschwindigkeit desjenigen Objectes grösser war, welchem die Augen frei folgen konnten, rechterseits gelegen; im dritten Stabe ist das von dem Beobachter gefällte Urtheil angegeben, wo L das Object mit Fixationspunkt, R das Object ohne Fixationspunkt bedeutet. — Für die Rubrik A diente eine Schreibunterlage, auf welcher die schwarzen Linien eine Breite von 1,1mm haben und 4,7mm von einander entfernt sind; für die Beobachtungen in Rubrik B und B' diente ein eigens zu diesen Untersuchungen angefertigtes, gedrucktes Liniensystem, auf welchem die schwarzen Linien 0,66mm breit und 1,66mm von einander entfernt sind. Der Anblick eines solchen Papierbogens erzeugt eine gewisse Unruhe,

namentlich bei längerem Betrachten<sup>1)</sup>. Zur Vermeidung dieses störenden Einflusses benutzte ich Papier, auf welchem 1 mm breite schwarze Linien um etwa 50 mm von einander entfernt waren; der Unterschied in den Geschwindigkeiten bei Fixation und ohne Fixation tritt hier fast ebenso frappant auf, als bei den dichten Linien-systemen. Die Linien mit 50 mm Distanz sind für die Beobachtungen in Rubrik C benutzt worden.

Tabelle V.

L mit Fixationspunkt. = $v$	R frei, schneller um:	Urtheil:
A. Schwarze Linien von 1,1 mm Breite und weisse Zwischenräume von 4,7 mm Breite.		
43'	1,8	L viel schneller.
43'	1,9	L deutlich schneller.
30'	1,97	L etwas schneller.
26'	2,29	L schneller.
45'	2,38	kein Unterschied.
40'	2,65	kein Unterschied.
30'	2,7	kein Unterschied.
30'	2,75	kein Unterschied.
31'	2,93	kein Unterschied.
29'	3,67	R schneller.
B. Schwarze Linien von 0,6 mm Breite und 1,6 mm Distanz.		
34'	1,56	L vielleicht etwas schneller.
44'	1,76	L etwas schneller.
32'	1,77	L deutlich schneller.
40'	1,8	L ein klein wenig schneller.
42'	1,84	L etwas schneller.
30' +	1,99	kein Unterschied.
39'	2	L etwas schneller.
33'	2,3	L vielleicht ein wenig schneller.
25'	3,2	R schneller.
28'	3,45	R erheblich schneller.
B'. Dieselben Linien.		
130'	1,6	L viel schneller.
162'	1,72	L etwas schneller.
124'	3,2	kein Unterschied.
119' +	3,36	R schneller.
87'	3,37	kein Unterschied.
108'	3,6	kein Unterschied.
71'	3,9	kein Unterschied.

1) cf. v. Fleischl, l. c. S. 10 u. f.

Tabelle V.

L mit Fixationspunkt. V =	R frei, schneller um:	Urtheil:
---------------------------	-----------------------	----------

## C. Linien von 1mm Breite und 50mm Distanz.

78'	1,23	L viel schneller.
73'	1,24	L viel schneller.
71'	1,3	L viel schneller.
69'	1,36	L schneller.
81'	1,4	L etwas schneller.
82'+	1,7	kein Unterschied.
82'+	1,38	kein Unterschied.
72'	1,9	kein Unterschied (L schneller?)
75'	1,9	R etwas schneller.
70'+	2	kein Unterschied.
82'	2	R schneller.
62'	2,2	fast gleich, R ein klein wenig schneller.
61'+	2,3	L schneller.
131'	2,35	kein Unterschied.
81'	3	R schneller.
140'	3	R schneller.
84'	3,55	R bedeutend schneller.

Wenn man berücksichtigt, dass bei der Vergleichung von sinnlichen Empfindungen und Wahrnehmungen dem Urtheil immer ein gewisser Spielraum bleibt, wenn es sich um Grenzbestimmungen handelt, so sind die Resultate der Tabelle recht befriedigend. Nach Rubrik A würde die Bewegung für das nicht fixirende Auge 2,38 bis 2,93 mal schnell sein müssen, um der Bewegung für das fixirende Auge gleich schnell zu erscheinen — nach Rubrik B würde sich dafür etwas mehr als 2,3 und weniger als 3,2 — nach Rubrik B' dagegen 3,2 bis 3,9 oder noch mehr — und endlich nach Rubrik C ungefähr 2 ergeben. — Nun ist aber Rubrik B' bei weitem weniger zuverlässig, als die übrigen 3 Rubriken, denn die Bewegungsgeschwindigkeit war so gross, dass die Parallellinien vor den fixirenden Augen sehr unruhig flimmerten und dem Verschwimmen unter einander und mit den andern Zwischenräumen nahe waren (bei  $v = 180'$  verschwammen sie wirklich), andererseits ohne Fixation die Augen der raschen Bewegung ( $v = 280'$  bis  $360'$  oder  $4^{\circ} 40'$  bis  $6^{\circ}$ ) nicht mehr gleichmässig folgen konnten; wir lernen dadurch also die obere Grenze der Winkelgeschwindigkeit kennen, bei welcher die Beobachtung des in Rede stehenden Phänomens Störungen erleidet, wenigstens für dicht neben einander stehende Parallellinien. — Sind die Parallellinien weit von

einander entfernt, so macht sich die Störung bei dieser Geschwindigkeit noch nicht geltend, indess ist die Differenz der beiderlei Geschwindigkeiten auch für 50 mm von einander entfernte Linien ziemlich eben so auffallend. Für Linien in grösseren Distanzen von einander muss also nach meinen Beobachtungen die Geschwindigkeit für die freibeweglichen Augen etwa doppelt so gross, für dichter stehende Parallellinien etwas mehr als doppelt so gross, wie für die fixirenden Augen sein, wenn die Geschwindigkeiten gleich erscheinen sollen.

Die mit + bezeichneten 6 Beobachtungen beruhen wohl auf ungenauer Beobachtung, welche bei dem vielfachen Hin- und Herblicken leicht eintreten und auch bei gespanntester Aufmerksamkeit das Urtheil trüben kann. In der Befürchtung, dass die Ränder des Papprahmens, welcher vor den Trommeln der Kymographien aufgestellt war, als Fixationspunkt wirken könnten, habe ich in einer Reihe von Versuchen einen dunklen Kasten mit zwei Schlitzten<sup>1)</sup> vor die Augen gehalten, um eine möglichst unschädliche Beschränkung des Gesichtsfeldes zu erzielen — die Versuchsergebnisse lassen indess diese Besorgniss als unzutreffend erscheinen.

Wenn wir nun auch, wie v. Fleischl<sup>2)</sup> gefunden hat, bei der Beurtheilung der Geschwindigkeit den Einfluss der Bewegung unserer Augen unterschätzen und zu falschen Schlüssen über die wahrgenommene Bewegung gelangen — so gewinnen wir andererseits durch das Folgenlassen unseres Blickes die Fähigkeit, das Object bei einer Geschwindigkeit deutlich sehen zu können, bei welcher es, wenn die Augen fixiren, verschwommen und undeutlich erscheint — ein Fall, welcher trotz der Mitbewegung unserer Augen schliesslich allerdings doch eintritt.

Wie wir sehen, wird diese Grenze für enge Parallellinien erreicht bei einer Winkelgeschwindigkeit von etwa 5° bis 6° per 1 Sec. — es erhebt sich nun weiter die Frage, wie gering die Winkelgeschwindigkeit werden kann, ohne dass das v. Fleischlsche Phänomen erlischt, oder ob es bei den geringsten Geschwindigkeiten, welche eine Bewegungsempfindung auslösen, persistirt. v. Fleischl giebt an, dass der Unterschied der Geschwindigkeiten bei fixirendem und nicht fixirendem Auge hervortrete bei

1) cf. dieses Archiv, Bd. XXXIX, S. 359.

2) v. Fleischl l. c. S. 23.

einer Geschwindigkeit von 10 mm per 1 Sec. in einer Sehweite von etwa einem halben Meter, also einer Winkelgeschwindigkeit von etwa 1° 10' per 1 Sec.

Die Erscheinung tritt aber, wie ich finde, bei noch sehr vie geringeren Winkelgeschwindigkeiten auf und gerade dieser Umstand ist von Bedeutung für die Frage, welche mich zu diesen Untersuchungen veranlasste, ob die von mir beobachtete Differenz [der kleinsten zu einer Bewegungsempfindung erforderlichen Winkelgeschwindigkeit in einem von ruhenden Objecten freien gegen ein mit ruhenden Objecten erfülltes Gesichtsfeld] auf unbewusste Augenbewegungen oder auf einen Vergleich wirklicher ruhender Gesichtsobjecte mit der Vorstellung von ruhenden Objecten zurückzuführen sei.

Die Versuche werden in der Weise angestellt, dass zwei mit liniirtem Papier überzogene Trommeln von dem Kymographion in gleicher Richtung und mit gleicher Geschwindigkeit bewegt werden, vor den Trommeln der schwarze Pappschild mit seinen 2 Fenstern, von denen das linke das Fixationszeichen hat, aufgestellt ist, der Beobachter gleich weit von den beiden Trommeln in 670 mm Entfernung sitzt und abwechselnd nach dem Fixationszeichen linkerseits und nach der Trommel hinter dem freien Fenster rechterseits sieht und mit grösster Aufmerksamkeit darauf achtet, ob er einen Unterschied in den Geschwindigkeiten bemerken kann. Die Geschwindigkeit wird mit einem Sekundenmarkirer verzeichnet. Ich habe folgende Resultate erhalten (und zwar bei künstlicher, für beide Trommeln gleicher und gleichmässiger Beleuchtung):

Tabelle VI.

A. Schwarze Parallellinien von 0,6mm Breite und 1,6mm Distanz.

<i>v</i>	Urtheil:
1' 43"	überhaupt keine Bewegungsempfindung.
1' 43"	L etwas B.-E. R keine.
1' 43"	überhaupt keine B.-E.
2' 15"	L etwas B.-E. R unsicher.
2' 30"	L B.-E. R keine.
2' 49"	L B.-E. R keine.
3' —"	L B.-E. R unsicher.
4' 16"	L schneller als R.
10' 15"	L beträchtlich schneller als R.
15' 10"	L sehr viel schneller als R.

## B. Schwarze Linien von 1 mm Breite und 50 mm Distanz.

$v$	Urtheil:
2' 30"	} Bewegungsempfindung fraglich.
3' 35"	
4' 38"	
5' 8"	kein Unterschied.
6' 8"	unsicher.
7' 40"	L etwas schneller.
8' 30"	L etwas schneller.
11' 15"	L beträchtlich schneller.
11' 45"	L ein wenig schneller.
12' 15"	L beträchtlich schneller.

Der Einfluss der Augenbewegung auf das Zustandekommen der Bewegungsempfindung macht sich also geltend bis zu Winkelgeschwindigkeiten von etwa 4' für dichte Parallellinien, von etwa 8' für entferntere Parallellinien, doch ist hier schon die Differenz eine minimale und bei noch geringeren Geschwindigkeiten hört der Einfluss der Augenbewegungen ganz auf, doch ist dann auch die Bewegungsempfindung überhaupt unsicher. In meinen früheren Untersuchungen hatte ich die Unterschiedsempfindlichkeit für Bewegungen mit etwa 1'—2' Differenz der Winkelgeschwindigkeit begrenzt gefunden — nehmen wir eine Unterschiedsempfindlichkeit von 2' auch für die vorliegenden Beobachtungen an, so ist auch der Einfluss der Augenbewegung für diejenigen Beobachtungen, in welchen Links für schneller gehalten wurde, auf 2' Winkelgeschwindigkeit zu taxiren.

Nun war aber im Gesichtsfelde mit ruhenden Objecten eine Winkelgeschwindigkeit von 1' genügend zur Auslösung einer Bewegungsempfindung, im Gesichtsfelde ohne ruhende Objecte dagegen eine Winkelgeschwindigkeit von über 10' dazu erforderlich<sup>1)</sup>: es kann also der Einfluss der Augenbewegung nicht maassgebend für jene von mir gefundene Differenz gewesen sein, sondern es müssen andere Einflüsse sich geltend gemacht haben. Denn der Einfluss der Augenbewegung könnte den Betrag von 1' (freies Gesichtsfeld), allerhöchstens auf 3' erhöht

1) cf. dieses Archiv, Bd. XXXIX, S. 354 und S. 361.

haben, allein es waren etwa 14' (beschränktes Gesichtsfeld) erforderlich, um eine Bewegungsempfindung hervorzurufen.

So richtig also auch v. Fleischl's Ausspruch ist „dass wir den Einfluss, den unsere Augenbewegung auf die Verschiebung des Bildes auf unserer Netzhaut hat, unterschätzen“, so findet derselbe doch keine Anwendung auf meine Bestimmung der Grenzwerte für die Winkelgeschwindigkeiten, welche bei vorhandenen ruhenden Objecten im Gesichtsfelde und bei Ausschluss derselben eben noch eine Bewegungsempfindung auslösen.

Unerledigt bleibt übrigens die Frage, ob ruhende Objecte im Gesichtsfelde in gleichem Sinne auf die Bewegungen der Augen wirken, wie das Fixiren eines Punktes d. h. ob sie die Bewegungen der Augen hemmen — denn nur bei positiver Beantwortung dieser Frage würden v. Fleischl's und meine Beobachtungen vergleichbar sein.

---

Zu meiner Aufgabe, die Bewegungsempfindung bei Ausschluss aller ruhenden Objecte im Raume zu untersuchen, zurückkehrend, musste ich mir schon bei meinen ersten Untersuchungen sagen, dass durch das Anbringen einer Kappe mit Schlitzten vor den Augen, welche das ganze übrige Gesichtsfeld verdeckt und nur einen kleinen Raum durch die Schlitze zu sehen gestattet<sup>1)</sup>, keineswegs ein absoluter Ausschluss alles Ruhenden aus dem Gesichtsfelde erzielt wird, denn die Diaphragmaränder der Kappe sind ja selbst ruhende Gesichtsojecte. Ein völliger Ausschluss aller ruhenden Objecte, wie ihn Budde<sup>2)</sup> herstellte, indem er sich unter einen grossen, an der Decke des Zimmers hängenden Cylinder, welcher gedreht wurde, setzte und die vorübergehenden Punkte beobachtete, schien mir nicht anwendbar, denn er führte, wie Budde sagt, zu keiner Beobachtung, da ein schnell wachsender Schwindel bald zu völliger Unfähigkeit des Beobachters führte.

---

1) Dieses Archiv, XXXIX, S. 360.

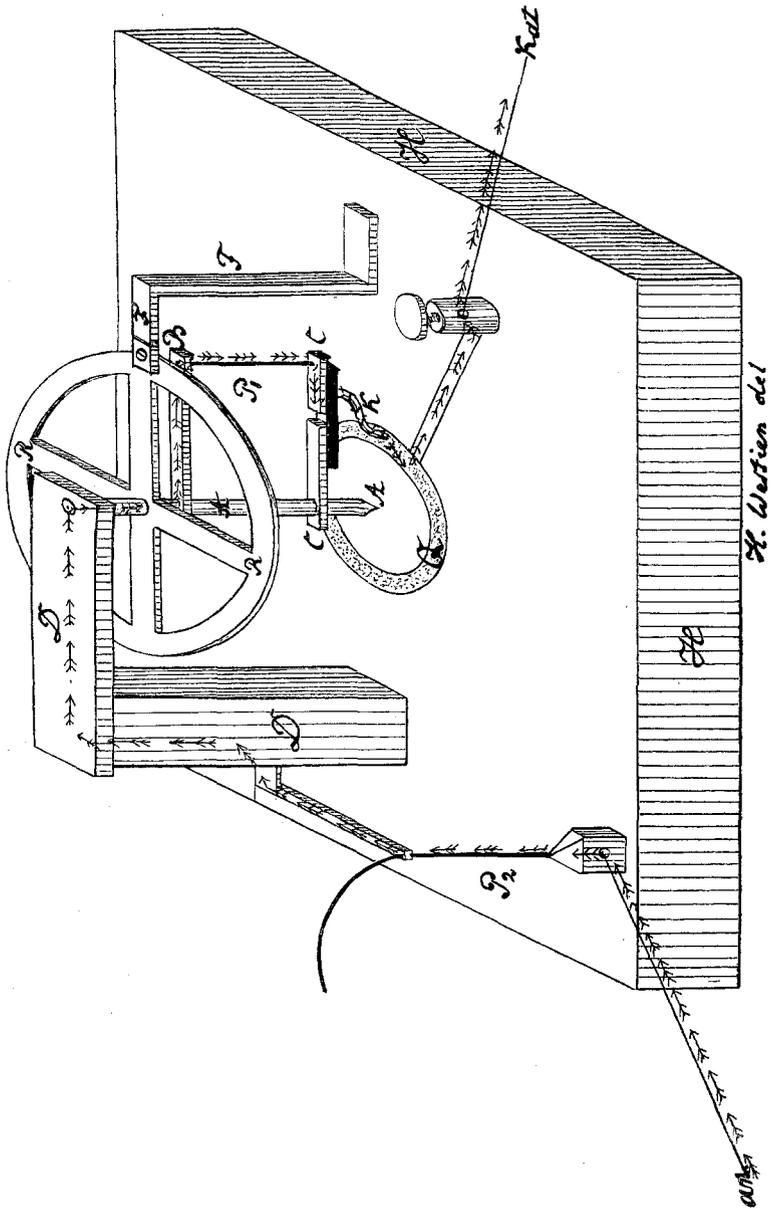
2) E. Budde, Ueber metakinetische Scheinbewegungen und über die Wahrnehmung der Bewegung. Archiv für (Anatomie und) Physiologie, 1884, S. 131.

Einen Ausschluss aller ruhenden Sehobjecte glaubte ich nun am sichersten und einfachsten in einem absolut finsternen Raume herstellen zu können, in welchem sich ein gut sichtbares, aber nicht leuchtendes Object bewegt. Wenn sich dieses im Raume einzig und allein sichtbare Object mit messbarer Geschwindigkeit bewegt, und wenn endlich mit den Bewegungen dieses sich bewegenden Objectes ein ruhendes Object verglichen werden kann, so scheint allen Aufgaben genügt werden zu können.

Das erste Erforderniss, ein bei vollem Sonnenscheine ganz finsternes Zimmer, habe ich, nach den in meiner Physiologie der Netzhaut<sup>1)</sup> beschriebenen Maassnahmen und Vorsichtsmaassregeln construirt, im hiesigen physiologischen Institute zur Disposition; — da die Versuche Abends, wenn draussen tiefe Dunkelheit herrschte, angestellt wurden, so war wohl alles objective Licht als vollkommen ausgeschlossen anzunehmen. Das zweite Erforderniss, ein sichtbares aber nichts beleuchtendes Object ist leicht herzustellen: ein Platindraht, durch den Strom einer Grenett'schen Tauchbatterie zu schwachem Glühen gebracht, ist ein sehr passendes, für die weiteren Erfordernisse sehr bequem zu handhabendes Object — denn dasselbe lässt sich an einem Drehapparate befestigen, welcher in gleichmässige, genau messbare Geschwindigkeit gesetzt werden kann. — Der Drehapparat (s. Fig. 1) besteht aus einer vertikalen, 120mm hohen Axe A A, welche in Holz eingelassen und isolirt ist, mit einem Messingrade R R an ihrem oberen Ende von 500mm Umfange; an der Peripherie des Messingrades ist eine nach abwärts gerichtete Hülse B befestigt, in welche der Platindraht P<sub>1</sub> eingeklemmt ist; nach oben hat die Hülse einen Fortsatz bei F, welcher zur Einstellung des Rades auf den Nullpunkt mittelst Tastens im Finstern als Index dient; am unteren Ende des senkrechten Platindrahtes P<sub>1</sub> von 50mm Länge befindet sich wieder eine Messinghülse C C, welche an der Axe A isolirt mittelst einer Hartgummiplatte befestigt ist und von welcher ein dicker Kupferdraht K in eine mit Quecksilber gefüllte Rinne Q der Holzplatte taucht, in welcher er sich frei bewegen kann. — Der galvanische Strom geht von der Anode der Tauchbatterie durch dicken Draht zunächst nach einem senkrecht neben dem Drehapparate angebrachten Platindrahte P<sub>2</sub>, welcher als ruhendes sichtbares Object

1) Aubert, Physiologie der Netzhaut, 1865, S. 26.

dienen kann oder, wenn nur der bewegte Draht beobachtet werden soll, durch einen Schirm verdeckt wird (dieser Draht kann ver-



Figur 1.

längert und verkürzt werden und dadurch, so wie durch Stellung der Zinkplatten an der Tauchbatterie das Leuchten der Platin-

drähte regulirt werden), von dem Platindrahte geht wieder dicker Draht zu einem Dubois'schen Schlüssel und von diesem dicker Draht durch den messingenen isolirten Axenhalter DD zu der isolirten Axe A des Drehapparates, in diesem durch das Rad RR zu dem Platindrahte  $P_1$  des Drehapparates und von da durch dicken Kupferdraht zu dem Quecksilbergürtel Q, von welchem wieder dicker Draht nach der Kathode der Batterie führt. In das Holzbrett HH des Drehapparates ist an einer passenden Stelle eine Messingstange F senkrecht eingelassen und oben mit einem Knopfe versehen, welcher dazu dient, vor und nach dem Versuche den oberen Fortsatz an der Peripherie des Rades als Index an bestimmter Stelle einzustellen. — Der Beobachter legt seine rechte Augenbrauengegend an den Ring eines Kopfhalters zur Fixirung des Kopfes, die Augen befinden sich 470mm von dem zu beobachtenden Drahte entfernt. Der Weg, welchen der glühende Draht beschreiben kann, beträgt 140mm oder  $16^\circ$  Gesichtswinkel.

Zur Gewinnung gleichmässiger und genau messbarer Geschwindigkeiten des glühenden Platindrahtes dient folgende Einrichtung: aus dem finstern Zimmer führt durch einen schmalen, die Wand des Zimmers durchbohrenden Spalt eine seidene, gewächste Schnur von dem Rade des Drehapparates, an welchem der Platindraht befestigt ist, zu einem im Nebenzimmer aufgestellten Kymographion, welches die Bewegung des Platindrahtes im finstern Zimmer zu erzeugen hat. Dieses Nebenzimmer ist so erleuchtet, dass das Kymographion und die erforderlichen Nebensysteme gut zu sehen sind, die Anordnung aber so getroffen, dass keine Spur von Lichtschimmer in dem dunkeln Zimmer bemerkt werden kann und sicherheitshalber noch ein Schirm zwischen Beobachter und Spalt aufgestellt.

Die Versuche werden in folgender Weise angestellt: der Beobachter im finstern Zimmer nimmt die passende Stellung ein, schliesst den Strom, blickt auf den erglühenden Platindraht und signalisirt dies dem Gehülfen im beleuchteten Nebenzimmer; der Gehülfe setzt das Kymographion nebst Sekundenmarkirer in Bewegung und giebt dem Beobachter ein Signal davon; der Beobachter signalisirt, ob er den Draht sich bewegen sieht und der Gehülfe markirt diesen Moment auf dem Kymographionpapier neben der Sekundenkurve, schreibt dazu die Nummer des Versuches und notirt das Resultat der Beobachtung. Er signalisirt dies und der

Beobachter öffnet den Strom und stellt das Rad des Drehapparates auf den Nullpunkt oder Anfangspunkt wieder ein — dann beginnt wieder ein neuer Versuch. Erst nach Beendigung der Versuchsreihe werden die markirten Geschwindigkeiten ausgemessen.

Bei diesem Verfahren können a) sehr verschiedene Geschwindigkeiten von  $0''$  bis  $3^{\circ}$  hergestellt werden; b) diese Geschwindigkeiten sehr genau ausgemessen werden; c) der Beobachter hat keine Ahnung von der objectiven Bewegung und deren Geschwindigkeit, seine Angaben beruhen ausschliesslich auf seiner sinnlichen Wahrnehmung; er kann, da alle Notizen von dem Gehülfen gemacht werden, seine Aufmerksamkeit vollständig auf die Beobachtung des Drahtes concentriren; d) etwaige Verwechslungen der einzelnen Versuche in einer Versuchsreihe sind sicher ausgeschlossen.

Diese Versuche haben nun das überraschende Resultat ergeben, dass bei Ausschluss ruhender Objecte unsere Empfindung der Bewegung eine höchstunsichere ist, dass man einerseits bisweilen fest überzeugt ist, Bewegung zu sehen, wenn keine objective Bewegung vorhanden ist, andererseits eine recht lebhaft objective Bewegung nicht empfindet und überhaupt nicht bemerkt.

Eine tabellarische Uebersicht von einer aus 55 Einzelbeobachtungen bestehenden Versuchsreihe möge dieses Resultat illustriren. Der Beobachter war ich. In der obersten Reihe sind die Winkelgeschwindigkeiten  $v$  angegeben, darunter die Angaben verzeichnet, wie oft Bewegung (B), wie oft keine Bewegung (0) empfunden wurde und wie oft ich zweifelhaft war, ob ich Bewegung sähe oder nicht (?).

Tabelle VII.

$v =$	17'—18'	15'	10'—14'	7'—9'	5'—6'	$2\frac{1}{2}'—4\frac{1}{2}'$	0
B	4 mal	4 mal	4 mal	6 mal	8 mal	8 mal	3 mal
0	1 mal	1 mal	—	1 mal	2 mal	1 mal	8 mal
?	—	3 mal	—	1 mal	—	—	—

Dazu bemerke ich, dass bei  $v = 15'$  einmal „Bewegung ziemlich schnell“, einmal „Bewegung sehr schnell“ und bei  $v = 10'$  „Bewegung schnell“ ausdrücklich angegeben wurde.

Es ist also 34 mal Bewegung angegeben worden, wenn Bewegung vorhanden war und 8 mal keine Bewegung, wenn der Draht stille stand — dagegen ist 10 mal keine oder zweifelhafte Bewegung angegeben worden, wenn der Draht sich bewegte und 3 mal Bewegung, wenn der Draht keine Bewegung machte: 42 richtigen Fällen (76%) würden also 13 falsche (24%) gegenüberstehen. Auffallender Weise ist die Bewegungsempfindung bei sehr geringen Geschwindigkeiten eben so oft angegeben worden, als bei grossen Geschwindigkeiten.

Vergleicht man aber die hier erhaltenen Resultate mit den früher von mir<sup>1)</sup> im hellen, aber beschränkten Gesichtsfelde erhaltenen, so werde ich zweifelhaft, ob bei den Versuchen im Dunkeln überhaupt eine Relation zwischen der objectiven Bewegung und der Empfindung oder Wahrnehmung der Bewegung stattgehabt hat? Denn in den früheren (in Tabelle II registrierten) Versuchen trat die Bewegungsempfindung bei einer Winkelgeschwindigkeit von weniger als  $7'$  nicht oder nur unsicher auf, obgleich die Bedingungen zur Auslösung derselben wenigstens eben so günstig waren. Da aus den oben in Tabelle VII rubricirten und aus sehr vielen andern Versuchsreihen hervorgeht, dass bei stillstehendem Drahte im Finstern doch Bewegung empfunden werden kann, so ist es mir sehr wahrscheinlich, dass in den 30 Beobachtungen der Tabelle VII, in welcher  $v$  weniger als  $7'$  betrug, die Bewegungsempfindung rein subjectiv gewesen ist in 19 Fällen und dass in 11 Fällen richtig angegeben ist, dass keine Bewegung gesehen worden ist.

Die grosse Unsicherheit dieser Ergebnisse forderte eine Abänderung der Versuchsmethode, bei welcher eine genauere Controlle geübt werden konnte, bei welcher nicht bloss die Frage zu beantworten ist: „ist Bewegung da oder nicht“, sondern bei welcher der Moment anzugeben wäre, in welchem die Bewegung anfängt und aufhört. Bei diesen complicirteren Versuchsreihen war folgende Anordnung getroffen: der Beobachter im Finstern schliesst

1) s. dieses Archiv XXXIX, S. 361, Tabelle II.

den Strom und giebt, sobald er den Draht sieht, ein Signal; der Gehülfe A im Nebenzimmer fängt an, die Sekunden laut zu zählen von 1 bis 100 und markirt, so wie der Beobachter signalisirt, dass er den Draht sich bewegen sieht, diesen Moment an der der gezählten Sekunde entsprechenden Sekunde auf dem Curvenpapier mit Blaustift und zieht den blauen Strich so lange weiter, bis der Beobachter Ruhe signalisirt. Der Gehülfe B hat die Aufgabe, bei irgend einer gezählten Sekunde das Kymographion in Bewegung zu setzen, diesen Moment und die übrige Zeit, während welcher das Kymographion läuft, mit Rothstift auf dem Curvenpapier zu verzeichnen, so wie auf dem Papier des Kymographions zu bemerken. — Nach Beendigung der Versuchsreihe werden die von dem Sekundenmarkirapparate auf dem Kymographionpapier angegebenen Geschwindigkeiten ausgemessen. Der Beobachter erfährt nichts davon, ob das Kymographion und mit ihm der Draht in Bewegung gesetzt ist, noch auch, welche Geschwindigkeit derselbe hat. — Die Ausführung der Versuche nach dieser Methode ist mit keinen besonderen Schwierigkeiten verbunden, sie erfordert nur gespannte Aufmerksamkeit sowohl seitens des Beobachters, als seitens der Gehülfen.

Ich gebe eine Probe von der Ausführung dieser Versuche auf der anliegenden Tafel VII: in dieser sind die objectiven Bewegungen durch punktirte Linien, die Angaben des Beobachters durch ausgezogene Linien dargestellt; die Zahlen über den punktirten Linien bedeuten die jeweiligen Winkelgeschwindigkeiten des Kymographioncylinders und somit die des glühenden Drahtes an dem Rade des Drehapparates, da beide von gleichem Durchmesser sind. Die vertikalen Linien bedeuten Sekunden.

Ogleich in dieser Beobachtungsreihe die Winkelgeschwindigkeiten grösser gewesen sind als in den Tabelle VII rubricirten Versuchen, so sehen wir doch auch hier, dass die Angaben über Bewegungsempfindung (ausgezogene Linien) sich keineswegs decken mit den objectiven Bewegungen (punktirte Linien), sondern dass auch hier ziemlich oft Bewegung ohne Bewegungsempfindung und umgekehrt vorgekommen ist. Dass öfter erst einige Sekunden nach Beginn der Bewegung die Empfindung davon signalisirt worden ist, lässt sich leicht erklären und ich muss es für höchst wahrscheinlich halten, dass die objective Bewegung wirklich wahrgenommen worden ist;

gar nicht selten ist aber Bewegungsempfindung schon mehrere Sekunden vor dem Eintritte der objectiven Bewegung angezeigt worden und diese Angaben sind sicherlich als falsche zu registriren; selten ist ferner das Aufhören der objectiven Bewegung erkannt worden. Lassen wir diesen letzteren Fall ganz bei Seite, so ergibt sich doch auch in diesen complicirteren Versuchsreihen als Hauptresultat eine grosse Unsicherheit in der Wahrnehmung der Bewegung, welche auch die Fälle, in denen Bewegung und Empfindung von Bewegung ganz oder nahezu coincidiren, zweifelhaft macht. Tabelle VIII giebt eine Uebersicht der richtigen, falschen und zweifelhaften Fälle dieser Versuchsreihe unter Weglassung derjenigen Fälle, in denen das Aufhören der Bewegung unbemerkt blieb.

Tabelle VIII. (65 Beobachtungen.)

$v =$	37'—24'	23'—20'	19'—17'	15'	14'—9'	0
B	11 mal	7 mal	10 mal	3 mal	3 mal	7 mal
0	2 mal	3 mal	1 mal	3 mal	2 mal	1 mal
?	1 mal	2 mal	2 mal	5 mal	2 mal	—

In 35 Fällen entsprach also die Angabe dem Objectiven, in 30 Fällen nicht, mithin würden sich aus diesen Versuchen der Tabelle VIII nur 54% richtige Fälle berechnen, also weniger als aus Tabelle VII mit 76% richtiger Fälle.

Wenn beide Versuchsanordnungen zu dem Hauptresultate führen, dass im absolut finsternen Raume unsere Wahrnehmung der Bewegung sehr unsicher ist, so ist doch die Differenz in Bezug auf die Zahl der richtigen Fälle sehr auffallend, besonders wenn man berücksichtigt, dass in der letzteren Versuchsreihe die Winkelgeschwindigkeiten viel grösser gewesen sind als in der ersteren. Ich glaube, diese bedeutende Differenz darauf zurückführen zu können, dass in der ersten Abtheilung die Beobachtungszeit kurz (etwa 10" bis 15"), in der zweiten Abtheilung viel länger (etwa 100") gewesen ist. Man macht ja im gewöhnlichen Leben die Erfahrung, dass Objecte mit nicht scharf markirten Lineamenten, welche man sehr lange mit unbewegten Augen ansieht, nach einiger Zeit zu wanken oder sich zu bewegen

beginnen: entfernte Schiffsmasten, Thurmspitzen, Fahnenstangen u. s. w. Schneller tritt eine ähnliche Erscheinung im Finstern auf: blickt man 30" bis 40" auf eine helle Linie mit festem Blick, so glaubt man eine Bewegung derselben zu bemerken und giebt der Linie einen falschen Ort im Raume, lokalisiert sie zu weit nach rechts oder links u. s. w. — durch ein absichtliches Blinzeln mit den Augen kann man oft die scheinbare Bewegung coupiren und das Object an seinen richtigen Ort projiciren, aber nicht immer. Tritt eine derartige scheinbare Bewegung bei den in Rede stehenden Beobachtungen in Folge längerer Fixirens des glühenden Drahtes ein, so ist man überzeugt, eine wirkliche objective Bewegung vor sich zu haben und signalisiert demgemäss Bewegung. Da diese Scheinbewegung keineswegs durch Bewegungen des sogenannten „Lichtchaos“ vorgetäuscht wird, welches bei mir beim Vorhandensein eines objectiven Lichtstreifens sofort erlischt, so möchte ich diese Bewegungsempfindungen nicht einfach als subjective bezeichnen, sondern sie ohne Berücksichtigung ihres Ursprunges „autokinetische Empfindungen“ nennen. Diese autokinetischen Empfindungen treten im Finstern, wenn man nur einen glühenden Draht sieht, mit so grosser Energie auf, dass man die Bewegung zu sehen glaubt, selbst wenn man weiss, dass keine objective Bewegung statthat und mit derselben ändert sich zugleich die Lokalisation: so habe ich sehr oft gesehen, dass der Draht weit nach links hin ging oder gegangen war, ohne dass er in Wirklichkeit seinen Ort verändert hätte. Meistens ging die Scheinbewegung von rechts nach links, in welcher die objective Bewegung erfolgte, doch habe ich 3 mal die Bewegung von links nach rechts stattfinden sehen, in welcher die objective Bewegung überhaupt nicht erfolgen konnte. — Ich verfehle nicht, in Berücksichtigung einer Angabe von Budde<sup>1)</sup> zu bemerken, dass ich selbst durchaus gesund, schwindelfrei, der Seekrankheit nicht zugänglich und schnell und sicher im Raume orientirt bin, und dasselbe gilt von dem Custos des Instituts, Herrn Westien und dem Diener des Instituts Möller, welche gewöhnlich als Gehülfen mit grösster Präcision fungirten, in einigen Versuchsreihen aber Beobachter waren und gleiche Resultate, wie ich selbst, erlebten.

1) Budde, Ueber metakinetische Scheinbewegungen u. s. w. Archiv für (Anat. und) Physiologie, 1884, S. 132.

Es blieb nun noch zu prüfen, ob eine grössere Sicherheit über die Wahrnehmung von Bewegungen erlangt werden könnte, wenn ausser dem bewegbaren Drahte ein zweiter ruhender Draht im übrigens dunkeln Gesichtsfelde sich befände, nach welchem hin die Bewegung des ersten Drahtes gerichtet wäre, da nach meinen früheren Beobachtungen im hellen Raume der Einfluss der ruhenden Objecte im Gesichtsfelde ein so bedeutender ist. Da zwei Platindrähte im Stromkreise eingeschaltet sind, so braucht zu diesen Versuchen nur der Schirm weggenommen zu werden, welcher den feststehenden Draht abblendet. — Indess waren unerwarteter Weise die Resultate dieser Versuche fast dieselben, als wenn nur ein Draht im Gesichtsfelde war und es kamen fast eben so oft Täuschungen über Bewegung vor, indem Bewegung angegeben wurde, ohne dass solche stattfand, oder eine vorhandene Bewegung nicht gesehen wurde, ja es kam vor, dass beide Drähte sich in gleicher Richtung, einmal sogar in der der objectiven Bewegung entgegengesetzten Richtung zu bewegen schienen. Ich gebe von den einfachen Versuchen eine Reihe in Tabelle IX, von den complicirten Versuchen eine Reihe in Tabelle X.

Tabelle IX. (58 Beobachtungen.)

$v =$	15'—7'	6 $\frac{1}{2}$ '—5	4 $\frac{1}{2}$ '—3	0
B	19 mal	9 mal	4 mal	8 mal
0	—	6 mal	4 mal	5 mal
?	—	—	—	3 mal

Die schnelleren Bewegungen sind allerdings hier jedesmal richtig angegeben worden, im zweiten und dritten Stabe aber wird es schon zweifelhaft, ob die Bewegung wirklich gesehen worden ist und im letzten Stabe ist die autokinetische Empfindung überwiegend.

Tabelle X. (43 Beobachtungen.)

$v =$	41'—30'	29'—30'	18'—10'	0
B	5 mal	10 mal	5 mal	16 mal
0	—	1 mal	—	2 mal
?	—	2 mal	2 mal	—

Etwas sicherer scheinen also hier die Bewegungen wahrgenommen worden zu sein nach Aussage der 3 ersten Stäbe — aber der letzte Stab weist nur 2 richtige Angaben, dagegen 16 falsche Angaben auf, in denen autokinetische Empfindung im Spiel gewesen ist — was denn auch für die congruierenden Fälle zweifelhaft macht, ob es sich um Empfindung der wirklichen Bewegung oder um autokinetische Empfindung gehandelt hat.

Ich glaube aus den vorliegenden Versuchen den Schluss ziehen zu müssen, dass das Vorhandensein ruhender und im Allgemeinen bekannter Objecte sowohl für die Wahrnehmung oder directe Empfindung der Bewegung, als auch für unsere Orientirung im Raume von fundamentaler Bedeutung ist, da eine einzelne helle Linie im übrigens nicht sichtbaren Raume ungenügend ist, um uns über Bewegung und Localisation zu unterrichten. Ich erinnere an eine frühere Beobachtung von mir<sup>1)</sup>, welche in ähnlicher Weise unser Orientierungsvermögen illustriert: die scheinbare Drehung einer Vertikallinie bei Neigung des Kopfes.

---

### Erklärung der Figuren.

---

Figur 1 zeigt den im Finstern aufgestellten Drehapparat (s. S. 471) und den Weg, welchen der electriche Strom von An nach Kat zu nehmen hat. Ein in die rechtwinklige Holzplatte H H eingelassener Winkel D D hält die Axe A A senkrecht; an der Axe ist das Rad R R befestigt und von seiner Peripherie geht mittelst der Hülse B der zu bewegende Platindraht P<sub>1</sub> abwärts zu der Hülse C; diese ist mittelst der Platte C C an der Axe A befestigt aber durch die in der Zeichnung schwarze Hartgummiplatte electriche isolirt; von C geht dann der dicke Kupferdraht K in die Quecksilberrinne Q, welche mittelst einer Messingplatte mit der Hülse zur Kathode verbunden ist. Der Platindraht P<sub>2</sub> kann durch einen Schirm abgeblendet werden, auch hinter dem Platindrahte P<sub>1</sub> befindet sich ein kleiner Schirm, damit er nur

---

1) H. Aubert, Virchow's Arch. für pathol. Anat., Bd. 20, 1860, S. 381 und Physiologie der Netzhaut, 1865, S. 276.

an dem, dem Beobachter zugewendeten Quadranten des Rades von B bis R sichtbar ist, bei weiterer Drehung des Rades aber der Platindraht  $P_1$  verschwindet und damit die Beobachtung zu Ende ist.

Tafel VII giebt die Darstellung der complicirten Versuchsmethode (cf. S. 474): die senkrechten Linien bedeuten Sekunden: die punktirten horizontalen Linien bedeuten die Zeit der Bewegung des glühenden Platindrahtes und die darüberstehende Zahl die Winkelgeschwindigkeit desselben in Winkelminuten. Die ausgezogenen horizontalen Linien darunter bedeuten die Zeiten, während welcher Bewegungsempfindung stattfand und von dem Beobachter angegeben wurde. Bei der wirklichen Ausführung der Versuche wurde die obere Linie mit Rothstift, die untere mit Blaustift gezogen. Es sind Versuche der in Tabelle VIII rubricirten Reihe; in Versuch IX war der Draht absichtlich unbewegt geblieben, trotzdem trat von der 40. Sekunde ab Bewegungsempfindung auf.

---

**H. G. de Zaayer,**  
**Untersuchungen über Andromedotoxin, den giftigen**  
**Bestandtheil der Ericaceae.**

Mitgetheilt von

Prof. **P. C. Plugge**  
in Groningen (Niederlande).

---

Wiewohl man schon seit uralten Zeiten giftige und mehr oder weniger heilkräftige Pflanzen aus der Familie der Ericaceae kennt, scheint diese Familie doch nur in sehr geringem Maasse die Aufmerksamkeit der Chemiker und Toxicologen gefesselt zu haben.

Als ich während meines Aufenthaltes in Japan (1876—1878) mich entschloss, eine Untersuchung nach der Ursache der bedeutenden Giftigkeit der *Andromeda Japonica* Thunb. anzustellen, konnte ich wirklich weder über diese Pflanze, noch über die Ericaceae überhaupt irgend eine zuverlässige Mittheilung über das Wesen der Giftigkeit dieser Pflanzen finden.

