

(Aus dem Psychologischen Institut der Universität Groningen.)

## Erster Artikel.

# Untersuchungen über die sogenannten Aufmerksamkeitsschwankungen.

Von

Dr. E. WIERSMA,

Privatdocenten der Psychiatrie an der Universität Groningen.

(Mit 17 Fig.)

In dem neulich erschienenen Grundriss der Psychiatrie von WERNICKE kann man lesen, dass die Psychiatrie in ihrer Entwicklung zurückgeblieben ist und noch jetzt auf einem Standpunkt steht, wie etwa vor einem Jahrhundert die gesammte übrige Medicin. Mit den besseren Kenntnissen von dem Bau unserer inneren Organe und ihrer normalen Lebensverrichtungen und mit der Entwicklung der Untersuchungsmethoden gewann man bei der inneren Medicin eine viel genauere Einsicht in die krankhaften Abweichungen.

Das Bestreben des Psychiaters des vorigen Jahrhunderts und auch noch von heute, so gut wie möglich bekannt zu werden mit der feineren Structur des Gehirns hat allerdings zu grossen Vorthellen geführt. Aber ein Nachtheil war auch daran verbunden. Man vernachlässigte dabei andere Sachen, womit der Psychiater sich gerade in erster Linie zu beschäftigen hat. Seine Arbeit ist gewiss für den Neuropathologen, für die Localisationslehre von grosser Bedeutung gewesen, aber die Psychiatrie, welche sich in der Hauptsache mit der Aetiologie, dem Wesen und der Therapie von krankhaften Abweichungen der Bewusstseinserscheinungen beschäftigt, konnte nicht in erster Linie daraus

Nutzen ziehen. Viel mehr als es bis heute der Fall war, muß unser Streben darauf gerichtet sein, besser mit den normalen psychischen Erscheinungen bekannt zu werden. Diese Kenntniß wird uns ein besseres Urtheil geben über die krankhaften Erscheinungen auf jenem Gebiete. Auf der anderen Seite kann eine genaue Wahrnehmung von krankhaften Störungen der Bewußtseinserscheinungen auch für die Entwicklung der Psychologie von Nutzen sein. Jede Untersuchung also, die der normalen sowohl als die der abnormalen Bewußtseinserscheinungen, welche unsere Kenntniß in jener Richtung vermehren kann, muß von dem Psychiater mit Freuden begrüßt werden.

So sind auf dem Gebiete der Wahrnehmungen noch viele Untersuchungen zu machen, welche von größtem Interesse sind. Es steht unbedingt fest, daß es von großem Werth für die Psychopathologie ist, wenn die Wahrnehmungen von normalen Individuen besser bekannt werden, aber ebenso nützlich wird es für die Psychologie sein, wenn man genauere Untersuchungen anstellt über die Wahrnehmungen von psychisch krankhaften Personen. Je mehr der Psychologe und der Psychopathologe zusammen arbeiten und ihre Resultate mit einander vergleichen, um so schneller kann man erwarten, daß diese beiden Wissenschaften sich entwickeln werden.

Welche große Bedeutung die Wahrnehmungen für die Bildung des Intellects haben, ist deutlich. Keine Vorstellung, keine Erinnerung, keine Bewegung würde es geben, wenn die Wahrnehmungen fehlten.

Die Reizschwelle ist nicht constant. Man ist oft in der Lage, die Reizschwelle herabzusetzen, wenn man seine Aufmerksamkeit stark auf den Reiz richtet; andererseits kann sie auch bedeutend erhöht werden bei Zerstreutheit und auch unter Umständen, auf welche ich später zurückkommen werde. Dasselbe gilt, wie bekannt, von einer anderen Grenze der Wahrnehmung, der Unterschiedsschwelle. Die Werthe der Reizschwelle und der Unterschiedsschwelle sind unter normalen Umständen festgestellt worden, aber von ihrem Betrage bei krankhaften Abweichungen ist nicht viel bekannt. Und dennoch ist es gewiß, daß bei vielen psychischen Abweichungen bedeutende Störungen darin zu finden sein werden und es ist auch sehr wahrscheinlich, daß sie von großem Werthe für die Diagnostik sein können.

Oft bin ich in der Lage gewesen zu beobachten (und diese

Wahrnehmung gehört nicht zu den Seltenheiten), daß bei heftigen Angstzuständen, sehr ernsthafte Verwundungen oder Beinbrüche, welche unter normalen Umständen den betroffenen Körpertheil zu absoluter Unbeweglichkeit zwingen würden, kein Hinderniß abgeben für jede noch mögliche Bewegung. Der Schmerz kommt nicht zum Bewußtsein des Patienten. Die Reizschwelle ist hier dermaassen erhöht, daß der Reiz nicht bewußt wird. Auch bei Hysterie kommt es manchmal vor, daß die Reizschwelle für Schmerz oder andere Gefühlsempfindungen sehr erhöht ist. Bisweilen gelingt es, indem die Aufmerksamkeit des Patienten auf das Gefühl hingelenkt wird, dieselbe bis zur Norm herabzusetzen. Der Patient fühlt dann jeden Reiz wie unter normalen Umständen. In der Regel dauert das normale Fühlen dann nicht lange, weil Hysterici nicht im Stande sind, ihre Aufmerksamkeit lange Zeit auf einen Punkt zu richten.

Die Erhöhung der Reizschwelle, welche wir unter krankhaften Umständen auftreten sehen, kommt auch bei gesunden Menschen vor. Wer in seine Arbeit vertieft ist, hört das 'Ticken der Uhr und fühlt die Berührung seiner Kleider nicht. Die Empfindung kommt nicht zum Bewußtsein; sie bleibt unter der Reizschwelle. Und dennoch findet hier ein unbewusstes Wahrnehmen statt; denn sobald die Uhr zu ticken aufhört, wird dies oft sogleich bemerkt. Auch wenn man seine Aufmerksamkeit willkürlich auf die Gehörs- und Druckempfindungen richtet, werden sie wahrgenommen.

Das willkürliche Wahrnehmen, wenn die Aufmerksamkeit mit voller Kraft auf den Reiz gerichtet ist, ist bei einer Anzahl von psychischen Abweichungen gestört. Das Nichtfühlen von Schmerz bei bedeutenden körperlichen Verwundungen in Angstzuständen und viele Erscheinungen der Hysterie können dadurch erklärt werden. Die experimentelle Psychologie hat uns gelehrt, daß eine starke Vorstellung im Stande ist, eine schwächere auf den Hintergrund zu schieben, zu verdunkeln. Diese psychische Hemmung ist in der Psychiatrie von großer Bedeutung. Deshalb ist es meiner Ansicht nach von großem Interesse, bei den verschiedenen Psychosen, wenn der Krankheitszustand es erlaubt, eine genaue Untersuchung anzustellen, inwiefern intensive Empfindungen als Angst, Exaltation u. s. w. das Wahrnehmen von Reizen hemmen. Man würde dagegen anführen können, daß psychisch Kranke wenig für jene Untersuchungen zugänglich



sind, aber bei vielen leichten Fällen wird man ganz gut experimentiren können. Auch eine Untersuchung von Hysterici, wo das Bewußtseinsfeld sehr erheblich eingeengt ist, wird von großer Bedeutung sein können.

Als diagnostisches Hilfsmittel bei Hysterie wird von JANET das Aesthesiometer verwendet. An Hautstellen, wo in normalen Umständen die beiden Spitzen in einer Entfernung von 20 bis 25 mm gefühlt werden, findet man, daß bei Hysterie oft, auch bei beliebiger Entfernung der Spitzen von einander, nur eine derselben gefühlt wird. Findet man nun bei einem Kranken eine Entfernung von 90—120 mm, so können diese Zahlen für die Diagnose von Bedeutung sein. JANET giebt zu, daß diese Untersuchung mangelhaft ist. —

Ich meine, daß unsere Wahrnehmungen Eigenschaften besitzen, welche mit besserem Erfolg für die Diagnostik angewendet werden können. Alle psychischen Inhalte zeigen eine Tendenz, um nach und nach aus dem Bewußtsein zu verschwinden. Die Empfindungen sind Anfangs am stärksten. Wenn Jemand eine blaue Brille trägt, so sieht er nach einiger Zeit die blaue Farbe nicht mehr. Der Druck unserer Kleider verschwindet nach und nach. Gerüche, welche Anfangs sehr deutlich wahrgenommen werden, bemerkt man später nicht mehr. Seeleute nehmen das Geräusch des Wassers nicht wahr und der Müller hört den Lärm der Mühle nicht. Es ist nicht wahrscheinlich, daß diese Erscheinungen nur auf einer Abstumpfung der Nerven beruhen würden, denn man kann beweisen, daß der Nerv bis zum Gehirn fortzuleiten vermag, daß nur das Bewußtwerden der Empfindung fehlt. Es wird dies daraus klar, daß der Müller wahrnimmt, daß das Geräusch verschwindet und daß der durch seine Arbeit Zerstreute bemerkt, daß die Uhr zu ticken aufhört. Daß das Nichtwahrnehmen in einer Ermüdung der Nerven gesucht werden sollte, ist auch deshalb unwahrscheinlich, weil man den Reiz sogleich wieder wahrnimmt, wenn die Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird. Und weiter ist diese Erscheinung nicht nur auf die Empfindungen beschränkt, sondern gehorchen auch Gemüths-erregungen und Erinnerungsbilder ebenso dem Gesetz der Abfließung.

Eine andere Erscheinung, welche meiner Ansicht nach mit dieser Abfließungstendenz eng verbunden ist, sind die sog. Schwankungen der Aufmerksamkeit. Minimale Sinnesempfin-



dungen werden nicht fortwährend wahrgenommen. Wenn man mit Aufmerksamkeit einem ganz schwachen, noch eben merkbaren Geräusch lauscht, so hört man dasselbe Anfangs deutlich, aber nach einigen Secunden kann man es nicht mehr wahrnehmen. Fährt man fort mit Aufmerksamkeit zu lauschen, so kehrt die Empfindung zurück, um endlich aufs Neue zu verschwinden und wieder zu erscheinen. Diese Schwankungen in den Empfindungen wiederholen sich unaufhörlich. Dieselbe Erscheinung kann man wahrnehmen bei Licht- und Gefühlsempfindungen.

Auf die Frage, wo die Ursache dieser Erscheinung gesucht werden soll, muß die Antwort lauten, daß nur drei verschiedene Organe dafür in Betracht kommen können.

Erstens ist es denkbar, daß der Nerv in Folge des anhaltenden Reizes ermüdet, so daß die Leitung bis zum Gehirn für eine Weile unterbrochen wird. In dieser Ruheperiode würde es möglich sein, daß der Nerv sich dermaassen wieder erholte, daß er im Stande wäre, den Reiz aufs Neue fortzuleiten.

Zweitens kann man sich denken, daß in dem Sinnesapparat, worauf der Reiz einwirkt, z. B. im Auge eine Ermüdung der Fixations- und Accommodationsmuskeln eintritt. Durch das unaufhörlich aufmerksame Sehen nach einem bestimmten Punkte werden die Muskeln, welche die Augen in einer bestimmten Stellung fixiren müssen, ermüdet und dadurch würde eine Abweichung in der Stellung des Auges zu Stande kommen. In Folge dessen würde das Bild auf einen Theil der Retina fallen, der empfindlicher ist für Licht als der Macula lutea, wodurch dann die Empfindung verschwinden würde. Zugleich würde eine Ermüdung in den Accommodationsmuskeln hier eine bedeutende Rolle spielen.

Diesen beiden Meinungen gegenüber, welche den Schwankungen periphere Ursachen zuschreiben, kann man sich noch eine dritte Möglichkeit denken. Man kann nämlich die Ursache central suchen. Es ist sehr gut denkbar, daß, aus welchen Gründen denn auch, in unserem Bewußtsein Umstände auftreten, welche das unaufhörliche Wahrnehmen eines schwachen Reizes unmöglich machen. Ob hierbei Ermüdung auftritt, oder ob andere Einflüsse sich geltend machen, kann man vorläufig bei Seite lassen.

Ueber diese merkwürdige Erscheinung, die Schwankungen,

ist schon mehrmals experimentirt worden und man kann in der Literatur Vertreter für jede dieser drei Meinungen finden.

Weil es mir wichtig erscheint, daß wir das Wesen dieser Schwankungen möglichst genau kennen lernen, habe ich eine neue Untersuchung danach angestellt. Nicht nur vom psychologischen Standpunkte aus, sondern auch für die Klinik ist, meines Erachtens, diese Untersuchung wünschenswerth. Denn zeigt es sich, wie von einigen Forschern (LANGE, ECKENER, PACE und LEHMANN) angenommen wird, daß wir es mit einer centralen Ursache zu thun haben, und zwar wie einige derselben glauben, mit Schwankungen der Aufmerksamkeit, so werden wir erwarten können, daß bei einer Anzahl von Psychosen, wo Störungen in der Aufmerksamkeit eine große Rolle spielen, die betreffende Erscheinung von diagnostischem Werth ist. —

Ich habe meine Untersuchungen in drei Gruppen eingetheilt, wovon ich hier die erste folgen lasse.

Die erste enthält Forschungen nach dem Verlauf der Schwankungen von Licht-, Druck- und Gehörsempfindungen bei normalen Personen mit Reizen von verschiedener Intensität.

Die zweite Untersuchung besteht darin, daß mit denselben Personen, während sie in Folge körperlicher und geistiger Anstrengungen oder unter dem Einfluß von Toxica in einem abnormalen Zustande sich befinden, experimentirt wird.

Die dritte wird vorgenommen mit Patienten mit psychischen Störungen.

Wenn die Schwankungen peripheren Ursachen ihre Entstehung verdanken, so kann man erwarten, daß die Versuchspersonen bei der ersten Untersuchung mit Ausnahme von graduellen Unterschieden in derselben Weise auf denselben Reiz reagiren, daß man wenigstens keine deutlichen individuellen Unterschiede finden wird. Es ist nicht wahrscheinlich, daß der Nerv. opticus des einen Menschen, was Ermüdung oder Uebung angeht, anderen Gesetzen gehorchen würde als der des anderen, oder daß dasselbe gelten würde für die Accommodations- und Fixationsmuskeln des Auges. Kann man in dieser Hinsicht wichtige individuelle Unterschiede constatiren, so ist dies gewiß eine Hinweisung darauf, daß centrale Ursachen eine Rolle spielen. Wenn man nachher für Druck- und Gehörsempfindungen dasselbe findet, und wenn außerdem sich zeigt, daß die Licht-, Druck- und Gehörsempfindungen alle bei derselben Person

gleichen Gesetzen folgen, so ist, glaube ich, wohl mit Gewissheit anzunehmen, daß die Ursache central gesucht werden muß oder wenigstens, daß centrale Einflüsse sich bedeutend gelten lassen. Man würde es schon als einen großen Zufall betrachten müssen, wenn die Sinnesapparate für Licht-, Gehörs- und Druckempfindungen oder ihre sensorische Nerven denselben Gesetzen von Uebung und Ermüdung unterworfen wären. Diese Meinung kann man für unwahrscheinlich halten; dagegen ist die Erklärung leicht, wenn die Wahrnehmungen alle von denselben psychischen Factoren beeinflusst werden.

Die Untersuchungen, welche ich zweitens und zumal die, welche ich drittens anzustellen gedenke, werden nicht nur von psychologischer, sondern auch von klinischer Bedeutung sein können.

Ich habe mich um Rath über die Einrichtung der Untersuchungen an Herrn Prof. HEYMANS gewandt, der nicht nur so freundlich war, mir in allen möglichen Hinsichten zu helfen, sondern auch seine Zeit, seine Person und sein Laboratorium nur wohlwollend zur Verfügung stellte. In dem psychologischen Laboratorium von Prof. HEYMANS wurden die folgenden Untersuchungen angestellt und als Versuchspersonen fungirten Prof. HEYMANS (H.) und der Verfasser (W.). Es ist mir eine angenehme Pflicht, Prof. HEYMANS meinen besten Dank auszusprechen.

### Lichtempfindungen.

Prof. HEYMANS hat auf beiden Augen eine Myopie von 20 D. Visus ist  $\frac{1}{24}$ . Es besteht keine Insufficienz der M. intern. Uebrigens sind keine Abweichungen vorhanden.

Meine Augen sind ganz normal.

Als Lichtreiz diente eine schnell rotirende Scheibe, welche aus einem grau gefärbten Carton, auf welchem ein Sector von ein wenig hellerem Grau befestigt war, bestand. Der Radius der Scheibe war  $5\frac{1}{2}$  cm, der des Sectors  $3\frac{1}{2}$  cm. Indem man das hellere Grau mehr oder weniger mit einem anderen, nicht festen Sector von dem zuerst genannten Grau bedeckte, war der innere Lichtreiz in seiner Intensität willkürlich zu variiren. Auf der Scheibe war ein Gradbogen angebracht worden, so daß man die Stellung des verschiebbaren Sectors bequem ablesen konnte. Es wurde hier also mit Unterschiedsempfindungen experimentirt. Die Versuche wurden angestellt mit eben



merkbar<sup>n</sup> Unterschieden und mit stärkeren, bis zu einem Intensitätsgrade, bei welchem während der ganzen Versuchszeit keine Schwankungen mehr auftraten. Zwischen diesen beiden äußersten Grenzen wurde mit sechs verschiedenen Intensitäten experimentirt.

Das Verhältniß zwischen den beiden Arten Grau wurde mittels eines Episkopisters festgestellt und ergab sich als  $1 : 1\frac{1}{3}$ . Der Unterschied ist also  $\frac{1}{3}$ . Wird nun vor dem helleren Grau 1 Grad,  $\frac{1}{360}$  Theil, für das dunklere Grau substituirt, so beträgt der Unterschied  $\frac{1}{1080}$ . Wenn 9 Grade hinzugefügt werden, so ist der Unterschied  $\frac{9}{1080} = \frac{1}{120}$ . Wie bekannt, ist die mittlere Unterschiedsschwelle für Lichtempfindungen  $\pm \frac{1}{120}$ .

Nachdem wir längere Zeit geübt und ein genügendes Maafs von Sicherheit im Wahrnehmen von Schwankungen bekommen hatten, ergab sich, daß unter  $5^{\circ}$  von mir kein Unterschied wahrgenommen, oberhalb  $12\frac{1}{2}^{\circ}$  aber während der ganzen Versuchszeit der Unterschied gesehen wurde. Zwischen diesen Intensitäten wurde experimentirt mit Hinzufügung von  $6\frac{1}{2}^{\circ}$ ,  $8^{\circ}$ ,  $9\frac{1}{2}^{\circ}$  und  $11^{\circ}$ . Es ist also klar, daß bei mir mit Differenzen experimentirt wurde, welche ungefähr gleichviel oberhalb wie unterhalb der Unterschiedsschwelle liegen. Für die Versuche mit Prof. HEYMANS bedurften wir Unterschiede, welche gerade doppelt so stark waren. Sie entstanden also durch Hinzufügung von  $10^{\circ}$ ,  $13^{\circ}$ ,  $16^{\circ}$ ,  $19^{\circ}$ ,  $22^{\circ}$  und  $25^{\circ}$  des helleren Grau. Die Registrirung der Schwankungen mußte so eingerichtet werden, daß die Aufmerksamkeit der Versuchsperson möglichst wenig abgelenkt werden konnte. Deshalb befand sich dieselbe mit der rotirenden Scheibe in einem abgesonderten Zimmer, während ein Kymographion in einem anderen Gemach aufgestellt war. Als Kymographion wurde benutzt das LUDWIG-BALTZAR'sche.

Die Wahrnehmung verschwand nicht immer plötzlich; oft wurde sie allmählich schwächer bis sie endlich ganz erlosch. Von einigen Forschern sind diese Ab- und Anschwellungen der Wahrnehmungen in Curven ausgedrückt worden; ich habe aber gemeint von dieser Registrirmethode absehen zu müssen, weil es meine Absicht war, die Aufmerksamkeit möglichst wenig abzulenken. Diese Ablenkung wird bedeutend größer sein, wenn man sich von jeder Aenderung in der Wahrnehmung genaue Rechenschaft geben muß, als wenn man einfach zwischen Wahrnehmen und Nichtwahrnehmen zu entscheiden hat.

Der Cylinder, auf welchem registriert wurde, hatte einen Umfang von 50 cm und machte genau in 5 Min. eine Umdrehung. Mittels eines mit Tinte getränkten Pinsels wurde eine gerade Linie aufgezeichnet, welche ungefähr einen halben Centimeter höher markiert wurde, sobald die Versuchsperson durch einen Druck auf einen elektrischen Knopf angab, daß er den Unterschied nicht mehr wahrnahm. Wenn die Wahrnehmung zurückkam, so wurde der Druck auf den Knopf nachgelassen und der Pinsel sank wieder einen halben Centimeter nach unten. In dieser Weise wurden Linien aufgezeichnet, welche eine genaue Bestimmung der Perioden von Wahrnehmen und von Nichtwahrnehmen ermöglichen. Jede Versuchszeit währte 5 Min. Von anderen Forschern ist mit einer kürzeren Versuchszeit experimentiert worden, weil man glaubte, daß es nicht möglich sei, die Aufmerksamkeit so lange auf einen Punkt zu richten. Dieser Grund kann jedoch gegen eine Versuchszeit von 5 Min. nicht gelten, denn es fiel uns nicht schwer, während dieser Zeit unsere Aufmerksamkeit auf die Wahrnehmung zu richten. Zwischen je zwei Versuchszeiten ruhten wir 8 Min.

Die Experimente wurden so eingerichtet, daß an den verschiedenen Versuchstagen die Reihenfolge der Versuche variierte. Am ersten Tag wurde mit dem schwächsten Unterschiede angefangen, dann folgten die stärkeren nach ihrer Intensität. Fingen wir also den ersten Tag an mit dem Unterschiede  $a$  und ließen darauf  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$  und  $f$  folgen, so wurde am zweiten Tag mit  $b$  angefangen, worauf dann regelmässig  $c$ ,  $d$ ,  $e$ ,  $f$  und  $a$  folgten. Nachdem wir in dieser Weise an den verschiedenen Versuchstagen mit allen Unterschieden angefangen hatte, nahmen wir dieselben Versuche in umgekehrter Reihenfolge.

Wenn wir die erhaltenen Curven einzeln näher betrachten, so ergiebt sich, daß die Schwankungen (die Zeiten der Unmerklichkeit) einander sehr unregelmässig folgen und daß auch in der Dauer derselben sehr große Variationen auftreten. Mißt man diese Perioden und nimmt man das Mittlere der verschiedenen Versuchszeiten, so ergiebt sich mehr Regelmäßigkeit als sich ursprünglich vermuthen liefs. In verschiedenen Hinsichten haben diese Versuche zu Resultaten geführt. Wir konnten verschiedene Fragen stellen.

Hat die Intensität des Unterschiedes Einfluß auf die Zeit der Unmerklichkeit? Um die Abhängigkeit der mittleren Zeit

der Unmerklichkeit von der Intensität des Unterschiedes festzustellen, werden für jeden Unterschied alle Zeiten der Unmerklichkeit zusammengefügt und die erhaltene Summe durch die Anzahl der Versuche geteilt. Wir bekommen dann die mittlere Zeit der Unmerklichkeit bei den Versuchen mit diesem Unterschiede.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate.

Verhältniß der Reiz- intensitäten	Mittlere Zeit der Unmerklichkeit (in Secunden)	
	H.	W.
1	286,1	271,2
1,3	223,6	158,3
1,6	172,8	111,7
1,9	108	38,3
2,2	69	8,9
2,5	12,1	0

Die ersten Ordinaten von links veranschaulichen die mittleren Zeiten der Unmerklichkeit mit *a*, dem schwächsten Unterschied, die zweiten mit *b*, die dritten mit *c*, die vierten mit *d*, die fünften mit *e* und die sechsten mit *f*. Bei Prof. HEYMANS sehen wir eine ziemlich regelmäßige, sich einer Geraden annähernde Linie. Bei mir verläuft diese Linie einigermaßen anders. Bei dem stärksten Unterschied nähert sich die Linie mehr einer horizontalen, aber die Ursache dafür liegt auf der Hand. Der Unterschied *f* wurde von mir stets wahrge-

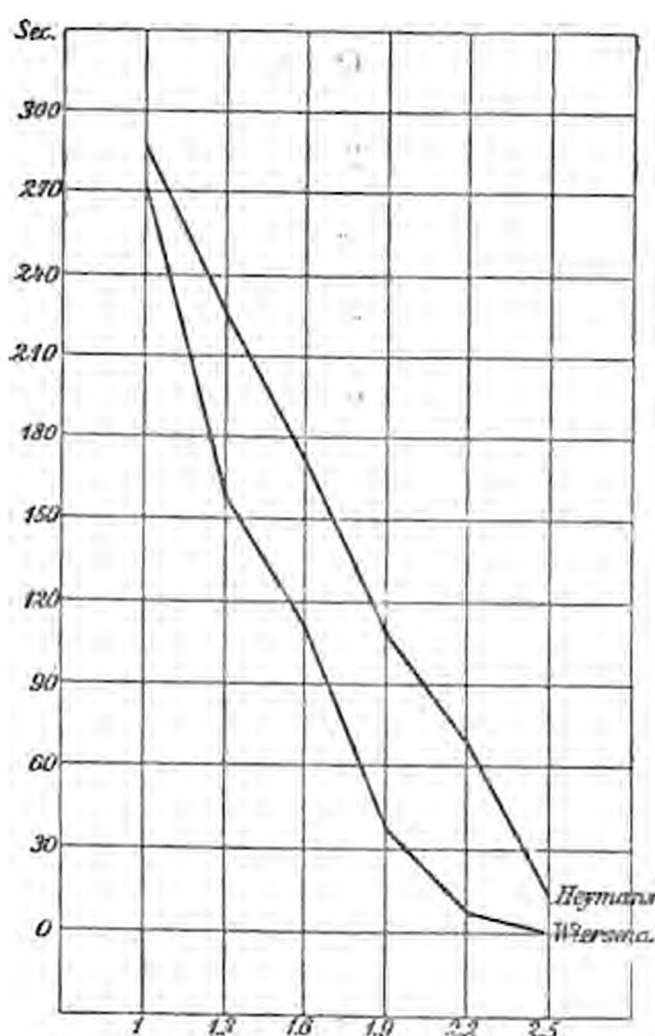


Fig. 1. Lichtempfindungen A.  
Mittlere Unmerklichkeitszeit.



nommen, so daß die Intensität des Unterschiedes, wo die Schwankungen zuerst auftreten, kleiner ist als  $f$ . Diese Stelle wird man in der Curve irgendwo zwischen  $f$  und  $e$  suchen müssen und damit wird auch größtentheils die Unregelmäßigkeit in der Curve verschwinden.

Man kann weiter die Frage stellen, ob nicht auch die Dauer der Perioden der Unmerklichkeit von der Intensität des Unterschiedes abhängt. Wenn man für jeden Unterschied die Zeiten der Unmerklichkeit zusammenfügt und die erhaltene Summe durch die Anzahl der Schwankungen theilt, so bekommt man die mittlere Dauer der Perioden der Unmerklichkeit bei jedem Unterschiede.

Verhältniß der Intensitäten	Mittlere Dauer der Unmerklichkeits- perioden (in Secunden)	
	H.	W.
1	36,6	22,8
1,3	10,4	7,8
1,6	6,9	5,5
1,9	5,3	2,4
2,2	4,2	1,2
2,5	2,4	0

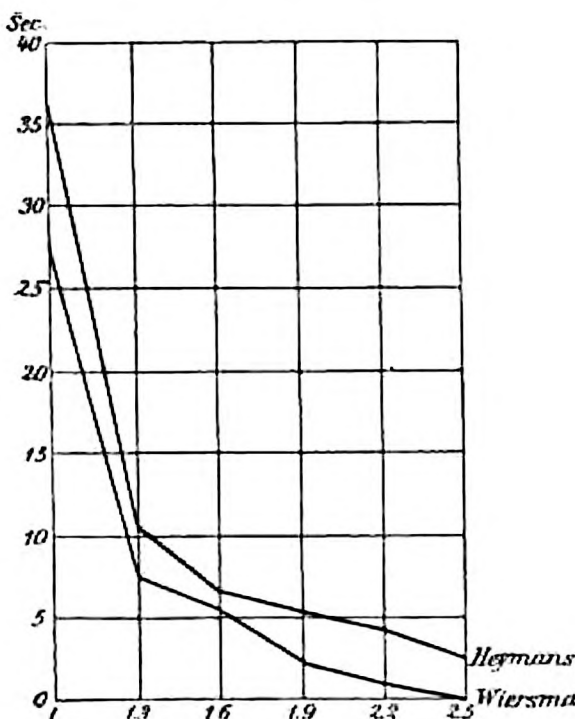


Fig. 2. Lichtempfindungen A.  
Mittlere Dauer  
der Unmerklichkeitsperioden.

Es ergibt sich, daß die mittlere Dauer der Unmerklichkeitsperioden, während die Intensität des Unterschiedes sich vermindert, zunimmt. Man kann sehr deutlich eine große Uebereinstimmung zwischen der Curve von Prof. HEYMANS und

der meinigen feststellen. Bei beiden ist die Verlängerung von der Dauer der Perioden eine ziemlich regelmässige, allein bei dem schwächsten Unterschiede wird plötzlich die Länge der Perioden viel grösser.

Eine dritte Frage ist, ob während einer Versuchszeit von fünf Minuten die Zeit der Unmerklichkeit gleichmässig über diese Zeit vertheilt war, oder ob im Anfange oder in der Mitte oder am Ende derselben grössere oder geringere Fähigkeit für Wahrnehmung vorhanden war. Dieses zu untersuchen wurden alle Versuchszeiten von fünf Minuten in drei gleichen Theilen vertheilt und für jeden Unterschied sämmtliche Zeiten der Unmerklichkeit im ersten, zweiten und dritten Theil der Versuchszeiten getrennt zusammengezählt. Theilt man die Summen durch die Anzahl der Versuchszeiten, so bekommt man für jeden Unterschied die mittlere Dauer der Unmerklichkeitszeit während der drei verschiedenen Theile der Versuchszeiten.

In den folgenden Tabellen findet man die Resultate.

Verhältniss der Intensitäten	Mittlere Zeit der Unmerklichkeit während der verschiedenen Drittel (in Secunden)		
	HEYMANS		
	erster Theil	zweiter Theil	dritter Theil
1	93,5	97,4	95,2
1,3	59,4	84,7	79,5
1,6	36,6	57,3	78,9
1,9	20	39,5	48,5
2,2	8,4	21,9	38,7
2,5	0,4	4,2	7,5
	WIERSMA		
	erster Theil	zweiter Theil	dritter Theil
1	91,5	88,6	91,1
1,3	56,6	44,8	56,9
1,6	36,3	38	37,4
1,9	13,5	9,9	14,9
2,2	4,5	1,1	3,3
2,5	0	0	0

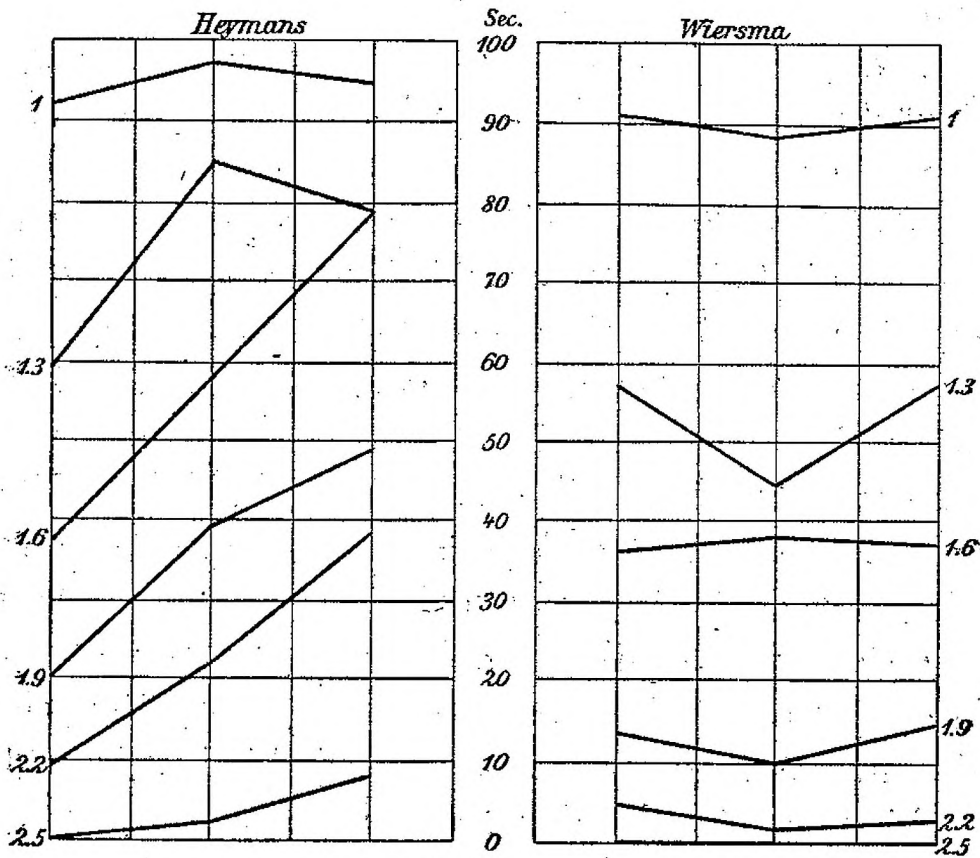


Fig. 3.

## Lichtempfindungen A.

Ermüdungcurve während eines Versuches von 5 Minuten.

Man sieht sogleich, daß bei Vergleichung der Curven von Prof. HEYMANS unter einander eine große Uebereinstimmung dazwischen zu constatiren ist. Bei allen Unterschieden ist hier im ersten Drittel am besten wahrgenommen worden, im zweiten wurde schon bedeutend weniger gesehen und im letzten in den meisten Fällen wieder viel weniger als im zweiten. Eine Ausnahme hiervon machen die beiden schwächsten Unterschiede, wo im letzten Theile mehr wahrgenommen wurde als im zweiten Drittel. Bei Vergleichung meiner Curven fällt auch sogleich eine große Uebereinstimmung auf. Im zweiten Drittel wird immer mehr wahrgenommen als im ersten und dritten, ausgenommen in einem Falle, wo im zweiten etwas weniger wahrgenommen wurde als im ersten. Im letzten Drittel wurde ungefähr ebensoviel wahrgenommen als im ersten, bisweilen etwas weniger, bisweilen etwas mehr. Dies giebt den Curven, wie man sehen kann, eine ganz andere Richtung, und wir müssen annehmen, daß dieser Unterschied, der jedesmal so deutlich auftritt, auf individuelle Eigenschaften hinweist. Bei Prof. HEYMANS ist während der Versuchszeit von 5 Minuten vom Anfange bis zum Ende eine zunehmende Unfähigkeit zur Wahrnehmung zu constatiren, welche wir, im Gegensatz zur Frische am Anfang des



Versuches, der Ermüdung zuschreiben müssen. Bei mir dagegen wird die Fähigkeit zur Wahrnehmung in der Mitte des Experiments besser und nachher allmählich geringer. Die Uebung also setzt mich in den Stand, im zweiten Theile besser wahrzunehmen als im Anfang. Dann tritt auch bei mir Ermüdung ein, so daß ich im dritten Theile wieder schlechter wahrnehme als im zweiten. •

Endlich erschien es mir wichtig zu untersuchen, ob auch während einer ganzen Versuchsreihe Ermüdung oder Uebung festzustellen sei. Es wäre möglich, daß ein vorhergehender Reizunterschied nach der Ruhezeit von 8 Minuten noch Spuren von Ermüdung oder Uebung hinterlassen hätte. Die Versuche waren, wie schon gesagt, so eingerichtet, daß an den verschiedenen Versuchstagen mit den folgenden Unterschieden experimentirt wurde:

Am 1. Tag	<i>a, b, c, d, e, f.</i>
„ 2. „	<i>b, c, d, e, f, a.</i>
„ 3. „	<i>c, d, e, f, a, b.</i>
„ 4. „	<i>d, e, f, a, b, c.</i>
„ 5. „	<i>e, f, a, b, c, d.</i>
„ 6. „	<i>f, a, b, c, d, e.</i>

Wenn man nun von allen Tagen die Unmerklichkeitszeiten der ersten Versuchszeiten von 5 Minuten zusammenfügt und auch die der zweiten, dritten, vierten, fünften und sechsten Versuchszeiten, dann müßten die Resultate einander ungefähr gleich sein, wenn keine Ermüdung oder Uebung im Spiele wäre. Was lehren nun die Resultate?

Ich lasse hier die Zahlen folgen.

Ermüdung während einer ganzen Versuchsreihe					
HEYMANS					
I	II	III	IV	V	VI
106,2 Sec.	135 Sec.	127,8 Sec.	120 Sec.	120 Sec.	114 Sec.
WIERSMA					
I	II	III	IV	V	VI
96 Sec.	96 Sec.	85,8 Sec.	75 Sec.	69 Sec.	66 Sec.

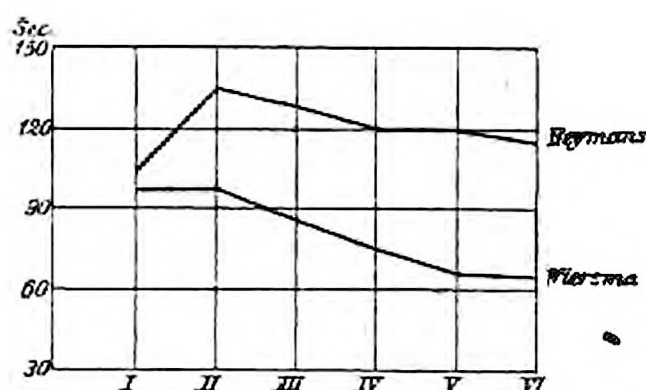


Fig. 4.

## Lichtempfindungen A.

Ermüdungscurve während einer ganzen Versuchsreihe.

Bei Prof. HEYMANS ergibt sich, daß im Anfange jeder Reihe am deutlichsten wahrgenommen wird. Es tritt schon nach der ersten Versuchszeit von 5 Minuten eine sehr bedeutende Ermüdung ein, nachdem ist wieder eine geringe Besserung in der Wahrnehmung zu bemerken, aber am Ende jeder Versuchsreihe ist dennoch eine geringere Fähigkeit zur Wahrnehmung da als im Anfang. Bei mir verläuft die Curve in einer anderen Richtung. Ich nehme im Anfange jeder Versuchsreihe am schlechtesten wahr. Nach dem Ende zu sehe ich immer besser, so daß die Uebung hier die Ermüdung überwiegt. —

Nach Beendigung dieses Versuches wurden sie noch einmal wiederholt, nur mit dem Unterschiede, daß die Reihenfolge umgekehrt wurde. Indem wir bei der ersten Gruppe von Versuchen mit dem schwächsten Reiz begannen, wurde nun gerade mit dem stärksten angefangen. Uebrigens wurde die Ordnung der Versuche auf dieselbe Weise gewechselt wie früher. Es genügt hier die Resultate mitzutheilen.

Verhältniſſe der Intensitäten	Mittlere Zeit der Unmerklichkeit (in Secunden)	
	HEYMANS	WIERSMA
1	288,9	243
1,3	246,2	185,8
1,6	158,4	87,8
1,9	89	31,7
2,2	52	3,4
2,5	13	0

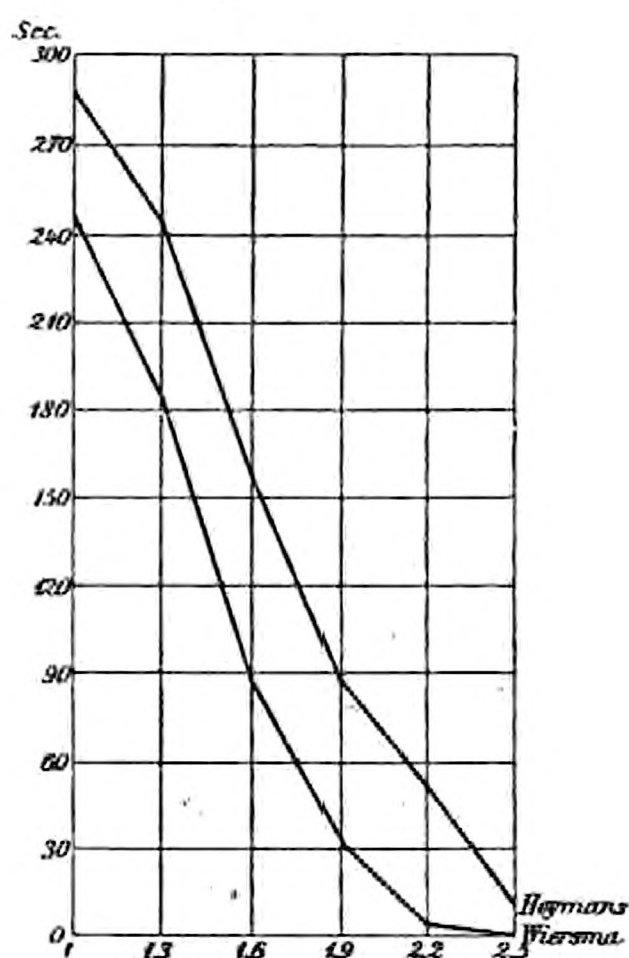


Fig. 5.

Lichtempfindungen B. Mittlere Unmerklichkeitszeit.

Die Uebereinstimmung der beiden Curven ist ebenso wie bei ersten Gruppe von Versuchen eine sehr große. Hier gilt, was ich vorher über die zu horizontale Richtung der Curve sehen *e* und *f* bemerkt habe.

Verhältniß der Intensitäten	Mittlere Dauer der Unmerklichkeits- perioden (in Secunden)	
	HEYMANS	WIERSMA
1	69,6	18,4
1,3	12,3	10,7
1,6	7,8	3,9
1,9	5,3	1,8
2,2	4,5	0,8
2,5	2,1	0



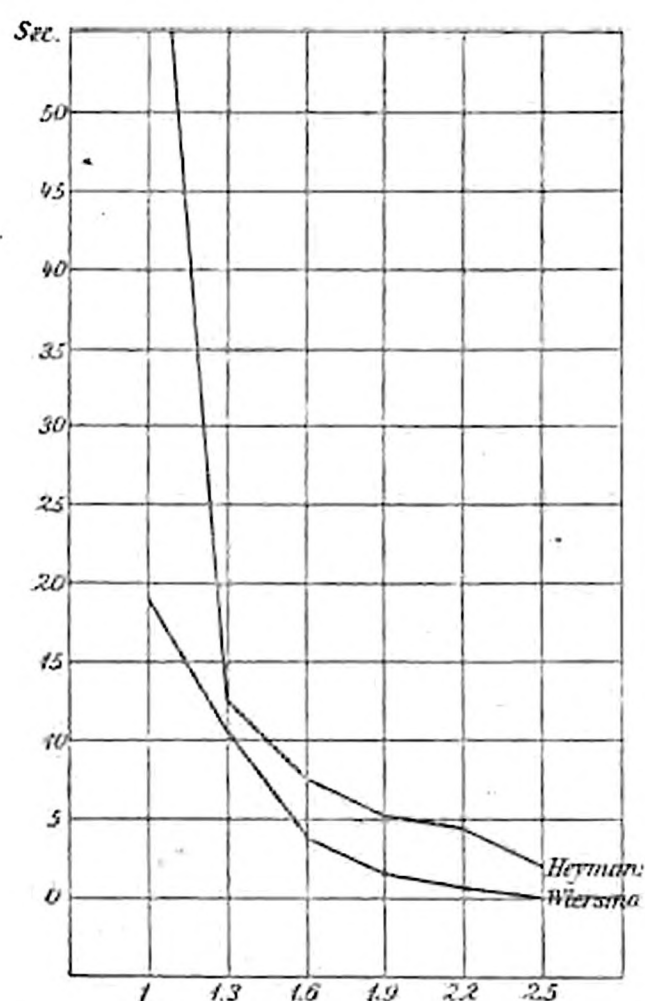


Fig. 6. Lichtempfindungen B.  
Mittl. Dauer d. Unmerklichkeitsperioden.

Bei der Curve von Prof. HEYMANS ist genau dasselbe zu bemerken als bei der ersten Versuchsgruppe. Im Ganzen können wir feststellen, daß die Dauer der Perioden in der zweiten Gruppe ein wenig größer ist; nur bei dem schwächsten Unterschied ist die Differenz bedeutend. Auch meine Curve zeigt wieder große Uebereinstimmung mit derjenigen der ersten Versuchsgruppe; nur ist jetzt nicht nur bei dem schwächsten Unterschied die Dauer der Perioden bedeutend größer, sondern ist dies auch schon bei *b* wahrzunehmen.

Verhältniss der Intensitäten	Mittlere Zeit der Unmerklichkeit während der verschiedenen Drittel (in Secunden)		
	HEYMANS		
	erster Theil	zweiter Theil	dritter Theil
1	93,5	97,4	95,2
1,3	59,4	84,7	79,5
1,6	36,6	57,3	78,9
1,9	20	39,5	48,5
2,2	8,4	21,9	38,7
2,5	0,4	4,2	7,5
	WIERSMA		
	erster Theil	zweiter Theil	dritter Theil
1	91,5	88,6	91,1
1,3	56,6	44,8	56,9
1,6	36,3	38	37,4
1,9	13,5	9,9	14,9
2,2	4,5	1,1	3,3
2,5	0	0	0

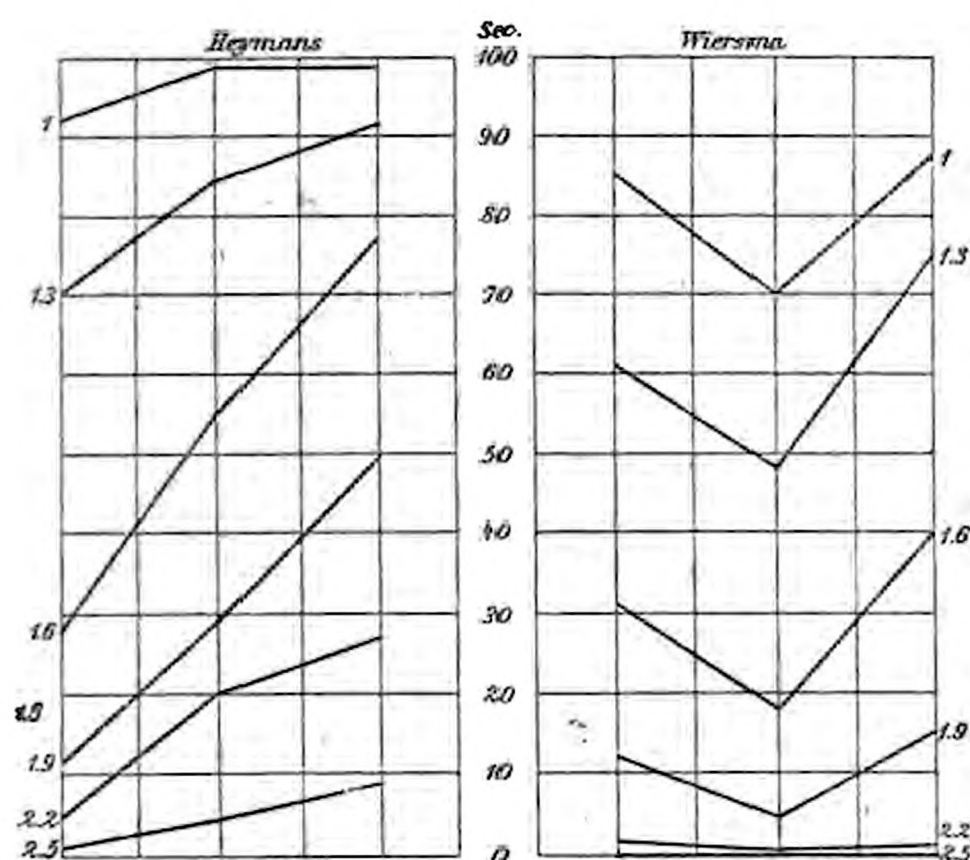


Fig. 7.

Lichtempfindungen B.

Ermüdungscurve während eines Versuches von 5 Minuten.

Noch deutlicher als bei der ersten Versuchsgruppe ist es hier, daß Prof. HEYMANS bei jedem Unterschiede im Anfange am besten wahrnimmt und am Ende am schlechtesten. Nur einmal, mit dem schwächsten Unterschiede, wurde im letzten dritten Theil ebensoviel wahrgenommen als im zweiten; dies erklärt sich aber daraus, weil sowohl im zweiten als im dritten Theil so gut als Nichts wahrgenommen wurde. Die Uebereinstimmung in der Richtung der Curven ist also bei der zweiten Versuchsgruppe noch größer als bei der ersten. Bei meinen Curven trifft man wieder dieselbe Erscheinung an wie früher, daß nämlich die Fähigkeit zur Wahrnehmung im zweiten Drittel bedeutend größer ist, als im ersten und letzten. Die Unterschiede sind hier größer als bei der ersten Versuchsgruppe. Bei den Versuchen mit dem stärksten Unterschiede läßt sich die betreffende Regelmäßigkeit nicht mehr erkennen, weil der dort vorliegende Unterschied ohne Unterbrechung wahrgenommen wurde.

## Ermüdung während einer ganzen Versuchsreihe

## HEYMANS

I	II	III	IV	V	VI
118,9 Sec.	141,2 Sec.	148,6 Sec.	148,7 Sec.	159,9 Sec.	140,3 Sec.

## WIERSMA

I	II	III	IV	V	VI
88,3 Sec.	93,8 Sec.	90,6 Sec.	83,8 Sec.	98,8 Sec.	84,4 Sec.

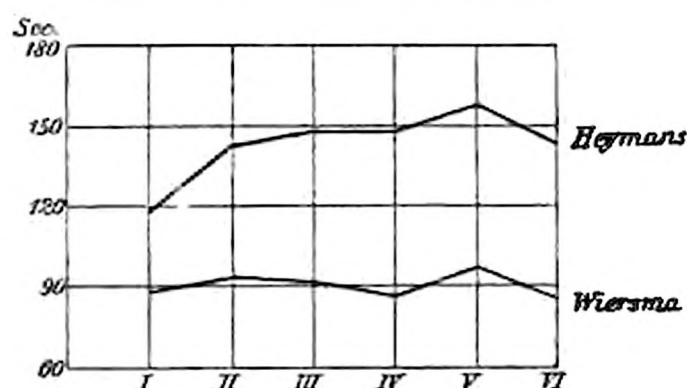


Fig. 8.

## Lichtempfindungen B.

Ermüdungscurve während einer ganzen Versuchsreihe.

Auch aus diesen Zahlen ergibt sich, daß bei Prof. HEYMANS bei jeder Versuchsreihe die Ermüdung zunimmt. Offenbar genügte die Ruhe von 8 Min. zwischen jeden zwei Versuchszeiten hier nicht, um die Ermüdung der vorigen Versuchszeit wegzunehmen. Bei mir ist es nicht so deutlich als in der ersten Versuchsgruppe, daß jeder vorhergehende Versuch durch Uebung die folgenden beeinflusst. Im Ganzen können wir sagen, daß die Unterschiede hier klein sind, so daß die Curve mehr in horizontaler Richtung verläuft. —

Wenn wir nun zusammenfassen, was uns diese Versuche mit den Lichtempfindungen lehren, so können wir Folgendes feststellen.

1. Die Dauer der Unmerklichkeitszeit nimmt mit dem Abschwächen des Unterschiedes regelmäßig zu.

2. Ebenso nimmt die Dauer der Unmerklichkeitsperiode mit dem Abschwächen des Unterschiedes zu.

3. Während einer Versuchszeit von 5 Min. tritt bei Prof. HEYMANS vom Anfange bis zum Ende eine immer größer



werdende Unfähigkeit zur Wahrnehmung auf, während bei mir die Wahrnehmungsfähigkeit Anfangs zu- und später abnimmt.

4. Bei Prof. HEYMANS übt eine vorangehende Versuchszeit in den meisten Fällen auf die folgende einen Einfluß aus, der störend auf die Fähigkeit zur Wahrnehmung wirkt, während bei mir in den meisten Fällen das Wahrnehmungsvermögen durch die vorangehende Versuchszeit zunimmt.

In 3 und auch in 4 (obgleich hier nicht so constant) sehen wir, daß die beiden Versuchspersonen ganz verschieden reagiren. Es ist klar, daß wir hier mit Unterschieden zu rechnen haben, welche dem Individuum eigenthümlich sind, und auch unter sich zusammenhängen. Ich habe schon darauf hingewiesen, daß ein bedeutender Unterschied in dem Bau unserer Augen besteht und daß auch der Visus sehr verschieden ist. Aus diesen Gründen halte ich mich nicht für berechtigt aus dem Resultate dieser Untersuchungen allein Schlüsse zu ziehen. Wir werden zunächst untersuchen, welche Resultate wir bekommen bei Druck- und Gehörsempfindungen.

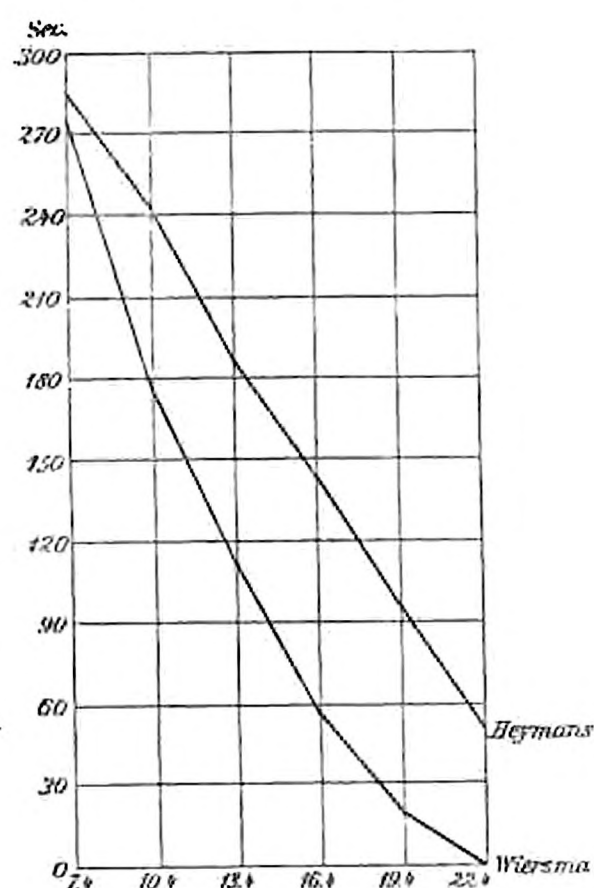
### Druckempfindungen.

Bei den Experimenten mit Druckempfindungen wirkte der Reiz ein auf dem Handrücken, und zwar auf eine kreisförmige Hautstelle mit einem Diameter von 2 cm, ein wenig oberhalb des zweiten Phalango-metacarpalgelenkes. Dort war bei uns beiden der Handrücken am flachsten, so daß das aufzusetzende Gewicht gleichmäÙig auf alle Theile dieser Oberfläche drückte. Eine mögliche Bewegung der Hand mußte ausgeschlossen werden, weil dadurch auch Bewegung des Gewichtes entstehen würde, wodurch dann wieder eine störende Empfindung auftreten könnte. Es wurde deshalb ein Gypsabguß der Hand gemacht, in welchem diese bequem ruhte. Dieser Gypsabguß konnte mittels vier Stellschrauben so gestellt werden, daß die Hautfläche, mit welcher experimentirt wurde, gerade horizontal lag. Es wurde für eine bequeme Haltung\* des Armes und des ganzen Körpers gesorgt, so daß störende Empfindungen soviel wie möglich ausgeschlossen waren. Auf die genannte Hautstelle wurde eine kleine Korkscheibe gelegt, welche die ganze Oberfläche berührte und welche an der unteren Seite bald die Temperatur der Hand annahm. Ganz vorsichtig wurde dann mittels eines Hebels das Gewicht, das denselben Diameter hatte, wie die Korkscheibe, auf dieselbe

niedergelassen, so daß es gleichzeitig alle Theile derselben berührte. Durch zahlreiche Vorversuche wurden auch hier die Gewichte bestimmt, bei welchen der Druck einerseits fast gar nicht, andererseits beinahe ohne Unterbrechung sich bemerklich machte; zwischen diesen Grenzen wurde mit sechs verschiedenen Reizen experimentirt. Die Intensitäten der Reize waren für uns Beide dieselben. Sie betrugen: 7,4; 10,4; 13,4; 16,4; 19,4 und 22,4 g. Die Versuche wurden genommen im Ende vom September und im October bei einer Temperatur, welche nur zwischen 17° C. und 19° C. variirte.

Die Reihenfolge der Experimente war wieder dieselbe wie bei den Lichtversuchen. Ich habe hier nicht, so wie dort, die beiden Versuchsgruppen jede für sich, aber beide zusammen genommen, der Rechnung zu Grunde gelegt.

Ich habe hier auf die nämlichen Fragen, die bei den Lichtversuchen gestellt wurden, eine Antwort gesucht. Es ist nicht nothwendig dieselben zu wiederholen.



Verhältniß der Intensitäten	Mittlere Zeit der Unmerklichkeit (in Secunden)	
	HEYMANS	WIERSMA
7,4	287	281
10,4	242,6	178,6
13,4	185	109,4
16,4	145,9	58,6
19,4	96,5	18,5
22,4	51,1	1

Fig. 9. Druckempfindungen.  
Mittlere Unmerklichkeitszeit.

Wir sehen, daß auch hier die Zeit des Wahrnehmens der Intensität des Reizes nahezu proportional ist. Auf einen kleinen Unterschied im Verlauf der Curven will ich noch hinweisen. Dasselbe, was wir bei der ersten Versuchsgruppe mit Licht-

empfindungen fanden, ist auch hier zu bemerken; die Curven verlaufen nämlich ziemlich parallel, während nur beim schwächsten Reiz plötzlich eine starke Convergenz entgegentritt. Dafs auch bei dem stärksten Reiz eine leichte Convergenz zu bemerken ist, wird ebenso wie bei den Lichtversuchen daraus erklärt werden müssen, dafs der Reiz bei mir hier etwas zu stark genommen wurde, um noch regelmäfsig Schwankungen auftreten zu lassen.

Verhältnifs der Intensitäten	Mittlere Dauer der Unmerklichkeits- perioden (in Secunden)	
	HEYMANS	WIERSMA
7,4	88,4	210,6
10,4	31,7	17,6
13,4	18,9	6,1
16,4	14,7	5,7
19,4	12,9	3,6
22,4	8,9	3,6

Auch hier stimmt das Resultat mit demjenigen der Lichtversuche überein. Die Stärke des Reizes beeinflusst die Dauer der Unmerklichkeitsperioden, nur dafs bei mir für die beiden stärksten Reize die Perioden einander gleich sind. Der Unterschied zwischen den Perioden bei dem schwächsten und dem darauffolgenden Reize ist hier viel gröfser als bei den Lichtexperimenten.

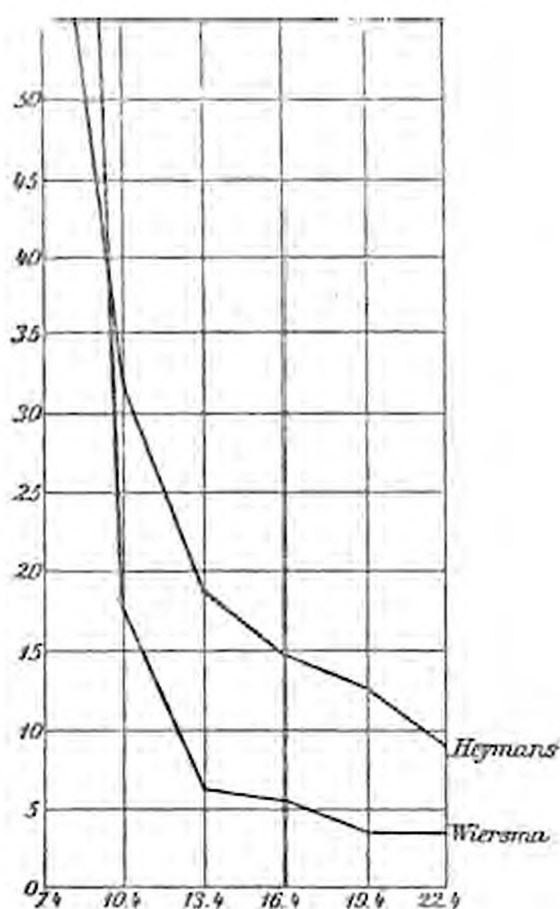


Fig. 10. Druckempfindungen.  
Mittlere Dauer  
der Unmerklichkeitsperioden.



Verhältniß der Intensitäten	Mittlere Zeit der Unmerklichkeit während der ver- schiedenen Drittel (in Secunden)		
	HEYMANS		
	erster Theil	zweiter Theil	dritter Theil
7,4	91,2	97,1	98,8
10,4	60,6	85,4	96,6
13,4	41,9	62,2	81
16,4	23	47,7	75,2
19,4	11,8	30,4	54,4
22,4	7,6	15,8	27,7
	WIERSMA		
	erster Theil	zweiter Theil	dritter Theil
7,4	91,4	95,3	94,4
10,4	58,8	54,7	65,3
13,4	37,8	31,8	39,8
16,4	22,7	13,5	22,3
19,4	8,4	5,2	4,9
22,4	0,7	0,12	0,1

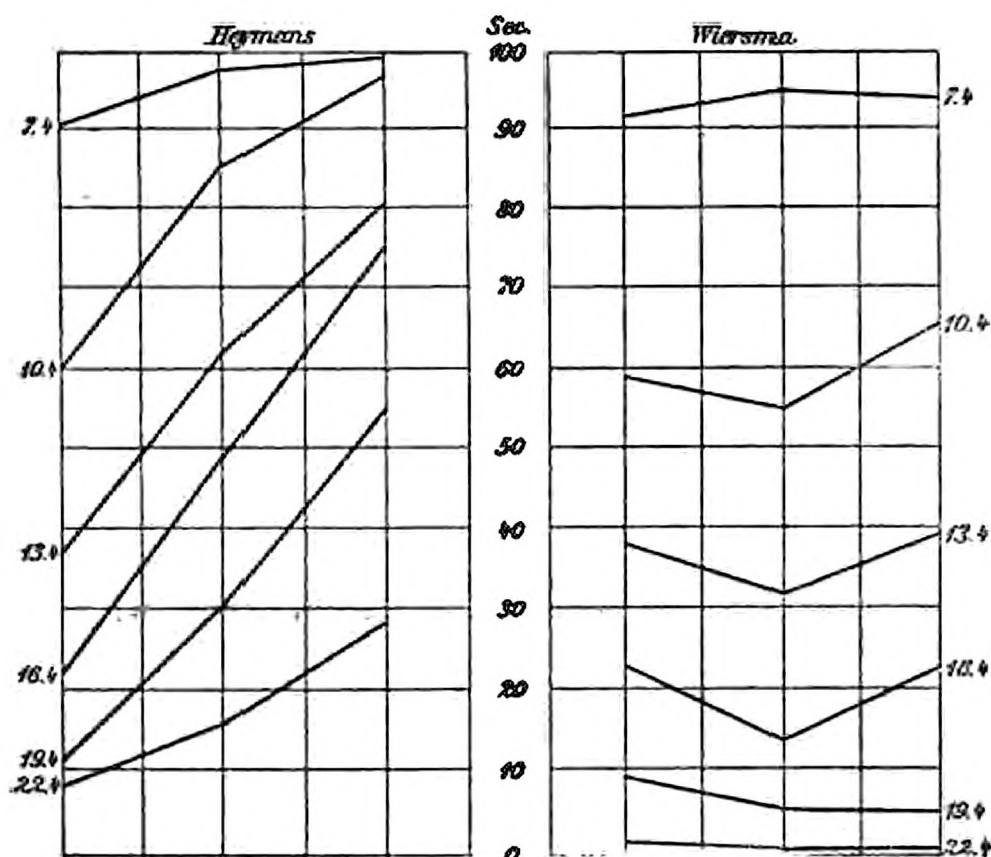


Fig. 11. Druckempfindungen.  
Ermüdungcurve während eines Versuches von 5 Minuten.

Bei Prof. HEYMANS lassen die Curven dasselbe Resultat erkennen wie bei den Experimenten mit Lichtempfindungen. Jedesmal ist bei allen Reizen im ersten Drittel die Wahrnehmungsfähigkeit am besten, nimmt dann sehr gleichmäfsig ab und ist im dritten Theil am schlechtesten. Meine Curven verlaufen auch ähnlich wie bei den Lichtempfindungen. Im zweiten Drittel wird besser wahrgenommen als im ersten und dritten, während im dritten bisweilen etwas mehr, bisweilen etwas weniger bemerkt wird als im ersten. Nur beim schwächsten Reiz wird im zweiten Drittel etwas weniger wahrgenommen als im ersten und bei dem stärksten Reiz wird im zweiten Theil ebensoviel wahrgenommen wie im dritten.

Ermüdung während einer ganzen Versuchsreihe

HEYMANS

I	II	III	IV	V	VI
154,1 Sec.	166,1 Sec.	174,9 Sec.	162,9 Sec.	179 Sec.	175,6 Sec.

WIERSMA

I	II	III	IV	V	VI
125,2 Sec.	116 Sec.	109,3 Sec.	101,5 Sec.	103,8 Sec.	96,1 Sec.

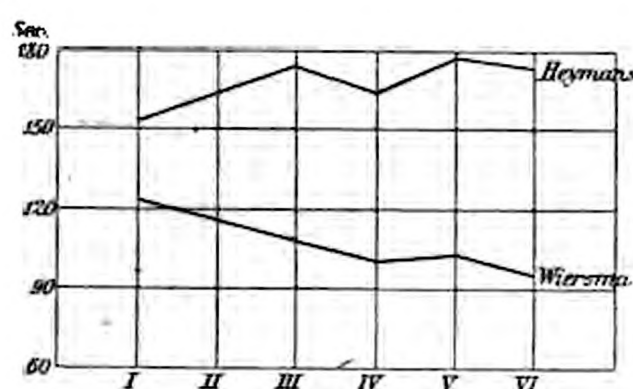


Fig. 12.

Druckempfindungen.

Ermüdungcurve während einer ganzen Versuchsreihe.

Es ist deutlich, daß ein großer Unterschied im Verlaufe dieser Curven vorliegt. Bei Prof. HEYMANS zeigen die Zahlen auch hier in weitaus den meisten Fällen, daß die Ermüdung in Folge eines vorübergehenden Versuches nach einer Ruhe von 8 Min. nicht verschwunden ist. Bei mir dahingegen ist im All-

gemeinen zu bemerken, daß durch den Einfluss eines vorhergehenden Versuches die Wahrnehmung in dem folgenden Versuche besser wird.

Um eine kurze Uebersicht über das Resultat der Experimente mit Druckempfindungen zu geben, genügt es zu sagen, daß wir hier zu vollkommen denselben vier Schlüssen gekommen sind, die wir bei den Lichtversuchen gezogen haben.

### Gehörsempfindungen.

Die Versuche mit Gehörsempfindungen verursachten im Anfange sehr viel Schwierigkeiten. Bei Licht- und Druckempfindungen waren wir im Stande die Reize so einwirken zu lassen, daß wir in der Wahrnehmung das eine Mal nicht mehr als das andere durch Reize gleicher Qualität gestört wurden. Sollte dasselbe bei den Gehörsexperimenten erreicht werden, so mußte ein Ort gesucht werden, wo auferhalb des anzuwendenden Reizes möglichst absolute Stille herrschte. Es schien uns im Anfange unmöglich dieser Bedingung zu genügen; deshalb haben wir versucht, zugleich mit dem Reize ein constantes Geräusch von ganz anderer Art als das Wahrzunehmende erklingen zu lassen. Die Absicht war hierdurch andere variable störende Geräusche unmerklich zu machen. Das gelang auch ganz gut; wenn wir während der Versuchszeit eine elektrische Schelle klingeln ließen, wurden störende Geräusche ganz maskirt, und dennoch war das Fallen eines Wassertropfens auf eine Zinkplatte, welches als Reiz angewandt wurde, deutlich hörbar. Es ergab sich aber nach einigen Experimenten, daß wir den auf diese Weise erhaltenen Resultaten nicht trauen konnten. Unwillkürlich wurde die Aufmerksamkeit oft auf die Klingel gerichtet und dann war es sehr schwierig den fallenden Tropfen wieder wahrzunehmen. Diese Methode mußten wir also aufgeben. Es blieb nichts anderes übrig, als ein Ort zu suchen, wo störende Geräusche so gut wie ausgeschlossen waren. Es gelang uns einen solchen zu finden, weil Herr Prof. MOLL so freundlich war, ein Zimmer im botanischen Laboratorium dafür zur Verfügung zu stellen. Eine große Masse Schnee, welche am Ende von December 1900 und von Januar 1901, als wir experimentirten, die Erde bedeckte, so daß keine Geräusche von aussen zu hören waren, begünstigte sehr unsere Versuche. An den ersten zwei



Versuchstagen jedoch lag noch kein Schnee. Ebenso wie bei den Licht- und Druckexperimenten war auch hier das Kymographion in einem anderen Gemach aufgestellt. Die Versuchsperson saß, bei fixirter Kopflage, auf einem Stuhl. Als Reiz diente das Ticken einer Remontoiruhr, die jedesmal vor den Versuchen aufgezogen wurde. Die Uhr befand sich in einer hölzernen Schachtel, welche mittels einer der Versuchsperson zugekehrten runden Oeffnung das Zifferblatt unbedeckt liefs. Die Schachtel war in solcher Höhe an einem Stativ befestigt, dafs der Mittelpunkt des Zifferblattes ungefähr in der horizontalen Fläche lag, welche durch die beiden äufseren Gehörgänge ging. Indem wir die Entfernung von der Uhr zu den Gehörgängen variirten, wurde die Intensität des Reizes geändert. Auch hier suchten wir erst die Entfernung, bei welcher die Uhr noch eben hörbar war, sowie diejenige, wo das Ticken immer wahrgenommen wurde, festzustellen. Dazwischen wurde mit sechs Intensitäten experimentirt. Die betreffenden Entfernungen von den Gehörgängen an gerechnet, betrugen 14, 16, 18, 20, 22 und 24 dm; es erhalten sich also die Reizintensitäten, welche den Quadraten der Entfernungen umgekehrt proportional sind, ungefähr wie 1 : 1,2 : 1,5 : 1,8 : 2,3 : 3. Die Einrichtung der Experimente und ihre Reihenfolge wurde hier wieder auf dieselbe Weise geregelt wie bei den Licht- und Druckversuchen. Dieselben Fragen, welche wir bei den Licht- und Druckempfindungen gestellt haben, müssen auch hier beantwortet werden.

Verhältniß der Intensitäten	Mittlere Zeit der Unmerklichkeit (in Sekunden)	
	HEYMANS	WIERSMA
1	197,9	173,6
1,2	135,7	86,8
1,5	110,1	79,3
1,8	73,7	54,6
2,3	42,7	16,7
3	16,1	1,1

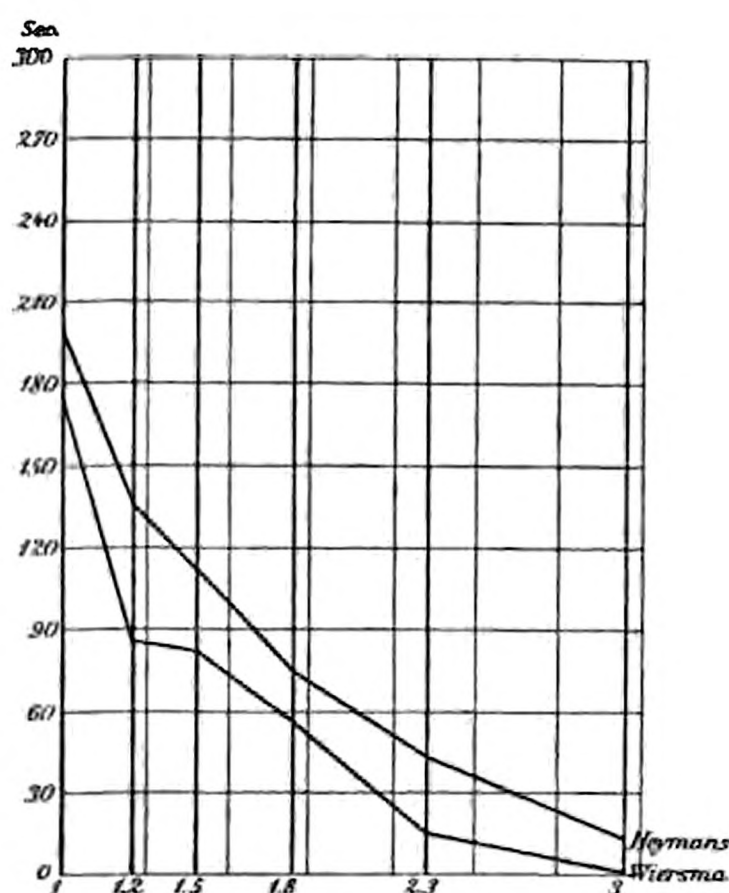


Fig. 13.

## Schallempfindungen. Mittlere Unmerklichkeitszeit.

Auch hier nimmt die Zeit der Unmerklichkeit zu mit dem Abschwächen des Reizes. In der Figur sind die Abscissen den Reizintensitäten (also den umgekehrten Quadraten der Entfernungen) proportional genommen worden.

Verhältnisse der Intensitäten	Mittlere Dauer der Unmerklichkeits- perioden (in Secunden)	
	HEYMANS	WIERSMA
1	15,2	15,4
1,2	9,3	5,3
1,5	7,6	5,2
1,8	5,8	3,9
2,3	3,5	1,9
3	3,7	0,9

Was bei den anderen Sinnesempfindungen zu bemerken war, nämlich daß bei dem schwächsten Reize, in der Nähe der Reizschwelle, die Dauer der Unmerklichkeitsperioden sich abnorm verlängert, ist hier weniger gut wahrzunehmen, weil, wie früher bemerkt wurde, dieser Reiz zu stark genommen wurde. Doch läßt die Curve schon erkennen, daß unter günstigen Umständen die betreffende Erscheinung auch hiernicht gefehlt haben würde.

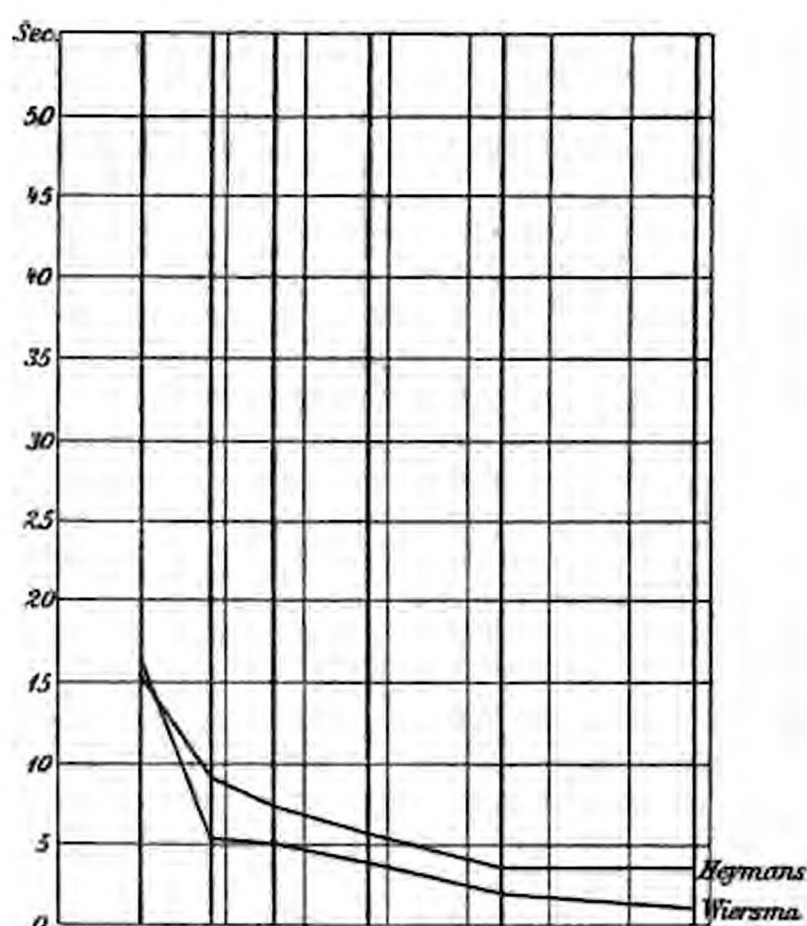


Fig. 14. Schallempfindungen.  
Mittlere Dauer der Unmerklichkeitsperioden.

Verhältnisse der Intensitäten	Mittlere Zeit der Unmerklichkeit während der verschiedenen Drittel (in Secunden)		
	HEYMANS		
	erster Theil	zweiter Theil	dritter Theil
1	48,7	72,3	77,9
1,2	24,9	46,6	64,3
1,5	21,7	39,1	49,3
1,8	7,9	21,1	44,6
2,3	8,2	12,8	21,7
3	1,3	4,1	10,7
	WIERSMA		
	erster Theil	zweiter Theil	dritter Theil
1	62,1	55,4	56,1
1,2	34,7	21,9	30,2
1,5	31,5	19,4	28,4
1,8	23,2	12,4	19,1
2,3	7,3	3,5	5,9
3	0,7	0,2	0,2



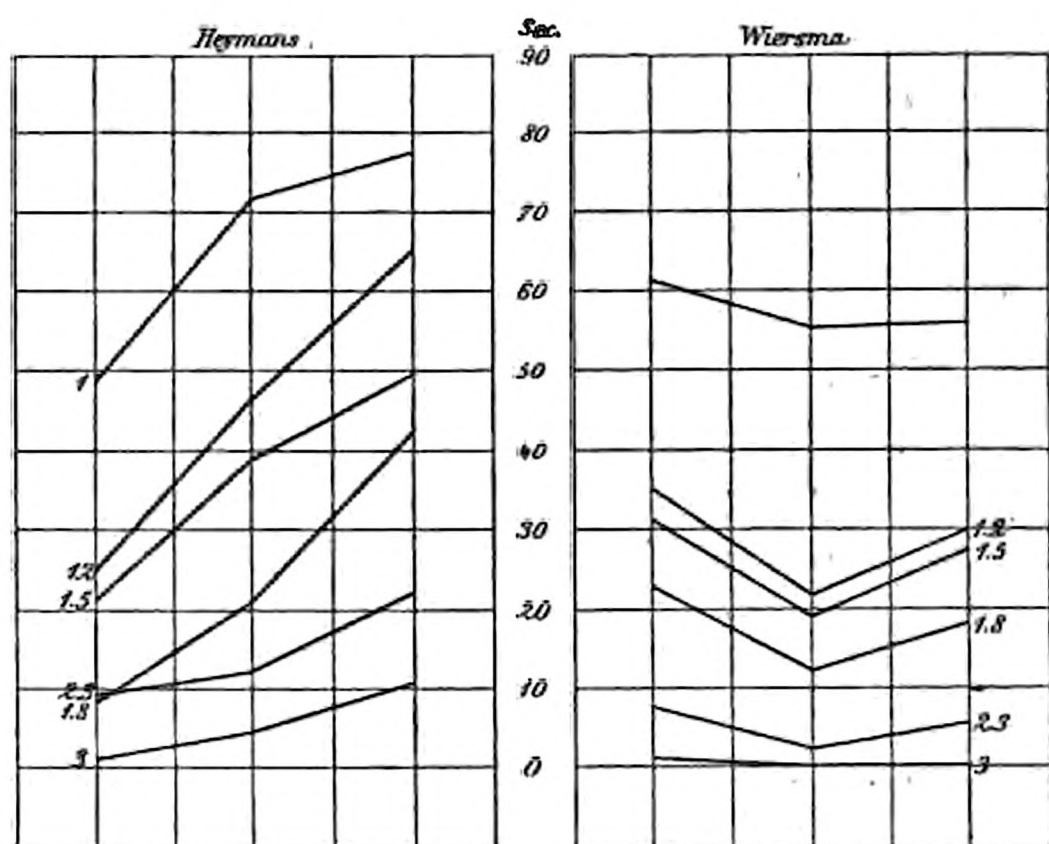


Fig. 15. Schallempfindungen.

Ermüdungscurve während eines Versuches von 5 Minuten.

Auch hier wird von Prof. HEYMANS im ersten Drittel am besten wahrgenommen und bei jedem Reiz finden wir eine Abnahme der Wahrnehmungsfähigkeit in dem zweiten und dritten Theil. Die Resultate stimmen also vollkommen überein mit denen, welche bei den Licht- und Druckversuchen erhalten wurden. Aus diesen Curven ergiebt sich, daß mit dem schwächsten Reiz hier mehr wahrgenommen wurde als bei den Licht- und Druckexperimenten. Der Grund dafür muß darin gesucht werden, daß wir den schwächsten Reiz nicht in der unmittelbaren Nähe der Reizschwelle genommen haben. Wie ich schon mittheilte, lag, als wir unsere Experimente anfangen und als die Grenzen festgestellt wurden, kein Schnee. Meine Curven haben eine so große Uebereinstimmung mit denen der anderen Sinnesempfindungen, daß ich nur ein einziges Wort daran zuzufügen brauche. Hier nämlich ergiebt sich noch deutlicher als bei den anderen Versuchen, daß im dritten Theil besser wahrgenommen wird als im ersten. Bei den Druckempfindungen war bis auf einige Ausnahmen und bei den Lichtversuchen in bei weitem den meisten Fällen gerade das Umgekehrte der Fall. Die Ermüdung trat also bei den Gehörsversuchen nicht so bald auf wie bei den anderen.

Ermüdung während einer ganzen Versuchsreihe

HEYMANS

I	II	III	IV	V	VI
97,5 Sec.	102,9 Sec.	83 Sec.	79,5 Sec.	107,1 Sec.	100,6 Sec.

WIEROMA

I	II	III	IV	V	VI
80,4 Sec.	78,8 Sec.	61,9 Sec.	61,9 Sec.	60,1 Sec.	59,5 Sec.

Aus dem Verlauf der Curve von Prof. HEYMANS kann man nicht viel schliessen. Hier haben wahrscheinlich ausser Uebung und Ermüdung noch andere Einflüsse mitgewirkt. Meine Curve beweist wieder vollkommen, dass die in einer Versuchszeit gewonnene Uebung sich nach einer Ruhe von 8 Min. noch geltend lässt. Bei III und IV ist die Wahrnehmungsfähigkeit gleich.

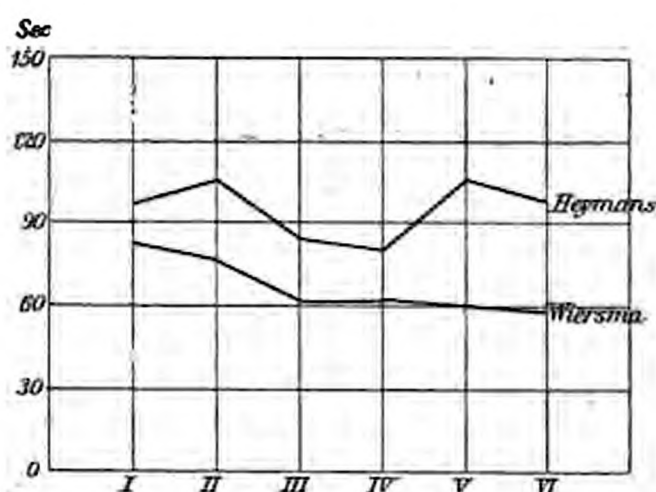


Fig. 16. Gehörsempfindungen. Ermüdungcurve während einer ganzen Versuchsreihe.

Ergebnisse.

Betrachten wir nun die Resultate der Experimente, dann können wir sagen, dass sich im Allgemeinen für Licht-, Druck- und Gehörsempfindungen die gleichen Gesetzmässigkeiten ergeben haben. Wir haben nämlich gefunden:

1. eine mehr oder weniger regelmässige, im Allgemeinen sich der Proportionalität annähernde Zunahme der Merkleichkeitszeiten mit der Grösse der Reizunterschiede;

2. eine mehr oder weniger regelmässige Verkürzung der Schwankungsperioden, wenn die Reizunterschiede grösser werden;

3. bei Prof. HEYMANS ein starkes Ueberwiegen des Einflusses der Ermüdung über denjenigen der Uebung während jedes Versuches; bei mir dagegen zunächst ein deutliches Ueberwiegen des Einflusses der Uebung und erst später ein solches des Einflusses der Ermüdung;

4. bei Prof. HEYMANS im Allgemeinen einen merklichen Einfluss der aus den früheren Versuchen sich ergebenden Ermüdung

auf die späteren Versuche desselben Tages; bei mir dagegen auch im Großen und Ganzen einen überwiegenden Einfluß der gewonnenen Uebung. —

Wie aus dieser Zusammenfassung erhellt, liegen auf dem Gebiete der Aufmerksamkeitsschwankungen auffallend constante individuelle Differenzen vor. Jede der beiden Versuchspersonen reagierte auf Druck-, Licht- und Schallreize auf eine bestimmte, für sie charakteristische, auf jenen drei Gebieten sich nahezu identisch wiederholende Weise; selbst bedeutende Abweichungen im Bau und in der Empfindlichkeit einzelner peripherer Sinnesorgane, wie sie z. B. für das Gesichtsorgan bei Prof. HEYMANS vorliegen, vermögen diese Gesetzmäßigkeit nicht merklich zu verdunkeln. Unter diesen Umständen ist es kaum zulässig anzunehmen, daß die Vorgänge, welche diese Gesetzmäßigkeit erkennen lassen, durch periphere Factoren bedingt sein sollten; mindestens muß zugestanden werden, daß centrale Ursachen darauf einen bedeutenden Einfluß ausüben. Ich glaube demnach auf ganz andere Weise als bisher geschah, durch diese Versuche bewiesen zu haben, daß die Schwankungen in den Wahrnehmungen unter dem Einfluß centraler Ursachen stehen.

Auch noch einen anderen Beweis dafür meine ich in den Resultaten meines Experimentes finden zu können. Es ist uns nämlich klar geworden, daß verschiedene Umstände, die Einfluß haben auf die Frische unseres Geistes, die Unmerklichkeitszeiten verlängern oder verkürzen können. Als Beweis dafür gebe ich eine Uebersicht über die mittleren Zeiten, während welcher die verschiedenen Druckreize an je einem der 12 Versuchstage nicht gespürt worden sind.

Mittlere Unmerklichkeitszeiten (in Secunden) während der verschiedenen Versuchstage  
Druckexperimente

HEYMANS											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
164,4	158,4	127,8	177	162,6	149,4	229,8	151,8	156,8	154,8	148,8	226,8

WIERSMA											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
115,5	139,2	119,4	99	106,8	114,6	60,6	103,8	105	106,2	121,8	94,2



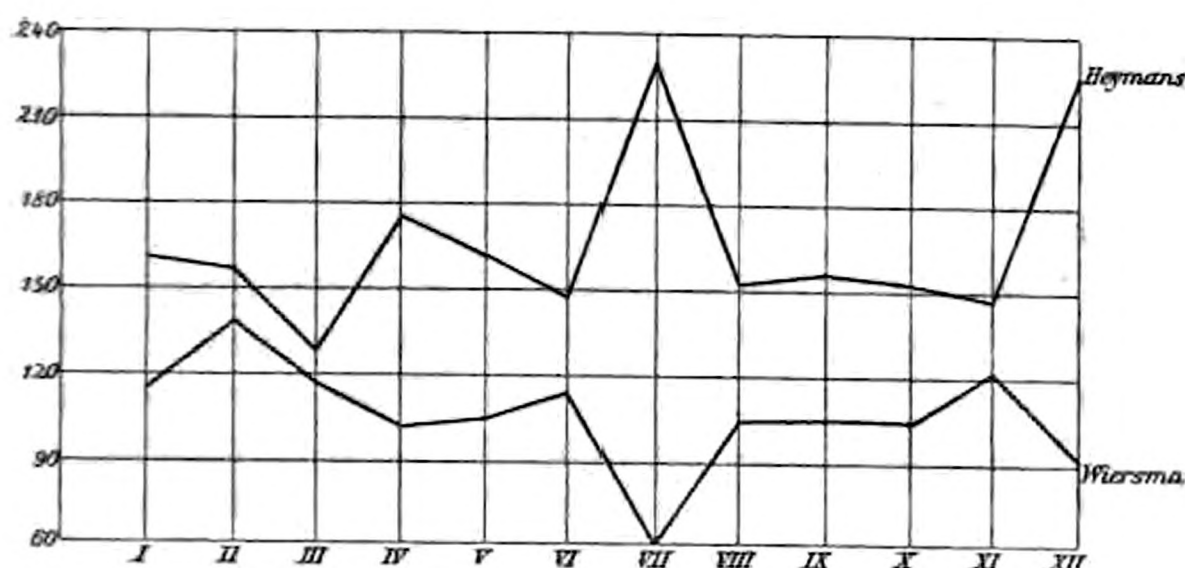


Fig. 17.

### Druckexperimente.

Mittlere Unmerklichkeitszeiten während der verschiedenen Versuchstage.

Ich will hier nur auf einzelne Tage hinweisen, welche eine mehr als gewöhnliche Abweichung zeigen. Am 7. Tag hatte Prof. HEYMANS den ganzen Morgen bis 2 Uhr, als wir zu experimentiren anfangen, sehr angestrengt gearbeitet, während ich gerade den ganzen Morgen in Ruhe verbracht hatte. Die Zahlen und die Ausweichungen der Curve deuten genügend an, welchen Einfluß Ermüdung, welchen Frische auf die Richtung der Curve hat. Eine andere starke Abweichung finden wir am 12. Tag. Statt Nachmittags von 2 bis 4 Uhr experimentirten wir an jenem Tag Abends von 8 bis 10 Uhr. Es ist bekannt, daß einige Menschen in den Abendstunden, andere in den Morgenstunden besser im Stande sind, intellectuelle Arbeit zu verrichten. Prof. HEYMANS nun arbeitet Morgens schneller, ich dahingegen habe immer Abends besser studiren können. Es ist sehr wahrscheinlich, daß dieser Umstand auch in diesen Curven sich geltend läßt. Wie ich schon im Anfange mittheilte, sollen die Einflüsse, welche verschiedene psychischen Zustände auf die Unmerklichkeitszeiten ausüben können, näher untersucht werden.

Ich habe schon darauf hingewiesen, daß die Wahrnehmungsschwankungen meines Erachtens in innigem Verhältniß stehen zu der Neigung aller Bewußtseinsinhalte, um unbewußt zu werden. Ich meine den Beweis dafür ziehen zu können aus meinen Experimenten. Die Curven von Prof. HEYMANS zeigen nämlich vom Anfang jeder Versuchszeit bis zum Ende eine stetige Abnahme des Wahrnehmungsvermögens. Bei den Licht- und Druckexperimenten werden in den letzten Theilen die

schwächsten Reize so gut wie gar nicht mehr wahrgenommen. Was bei den schwächsten Reizen schon Wirklichkeit geworden ist, ist bei allen anderen, auch bei den Gehörsversuchen, im Begriff sich zu realisiren. Auch meine Curven zeigen die Abfließungstendenz, obgleich nicht so deutlich als die von Prof. HEYMANS, weil im zweiten Drittel der Versuchszeit bei mir immer besser wahrgenommen wurde als im ersten. Bei den Licht- und Druckversuchen aber ist zu bemerken, daß in den meisten Fällen im dritten Theil schon weniger wahrgenommen wurde als im ersten. Wenn wir nun Rücksicht darauf nehmen, daß von JANET und JELGERSMA viele Symptome der Hysterie erklärt werden durch die Neigung der Bewusstseinsinhalte um unbewußt zu werden, dann liegt es auf der Hand, daß eine gründliche Untersuchung der Wahrnehmungsschwankungen in gesundem Zustand und bei Hysterie sehr erwünscht ist. Sehr wahrscheinlich auch wird diese Untersuchung der Mühe werth sein bei allen Psychosen, wo eine deutliche psychische Hemmung in den Vordergrund tritt.

Zum Schluß will ich noch auf ein anderes Resultat dieser Experimente hinweisen. Es hat sich gezeigt, daß die Unmerklichkeitszeit und die Dauer der Unmerklichkeitsperioden von der Intensität des Reizes abhängig sind. Damit scheint die Behauptung einiger Forscher, daß die Dauer der Schwankungen für verschiedene Sinnesgebiete eine verschiedene, für jedes derselben aber eine fest bestimmte ist, hinfällig zu werden. Man kann für jedes Gebiet die Intensität der Reize so wählen, daß Schwankungen von beliebiger, längerer oder kürzerer Zeitdauer sich ergeben. Jene Behauptung beruht demnach wohl einfach auf dem Umstande, daß die betreffenden Forscher für jedes Sinnesgebiet nur mit einer, mehr oder weniger genau der Reizschwelle entsprechender Reizintensität gearbeitet haben.

*Eingegangen am 21. April 1901.*

---