

# Ueber den Einfluss der Geschwindigkeit des Pulses auf die Zeitdauer der Reactionszeit bei Licht- und Tasteindrücken.

Von

**Dr. J. J. van Biervliet,**

o. Professor an der Universität Gent.

---

In unserer vorhergehenden Studie <sup>1)</sup> haben wir unsere Untersuchungen hauptsächlich auf die Frage des Einflusses der Geschwindigkeit des Pulses auf die Zeitdauer der Reactionszeit bei Schalleindrücken gerichtet. Unsere Resultate haben gezeigt, dass sich die Dauer der Reactionszeit im allgemeinen vermindert, wenn die Pulsfrequenz zunimmt. Es handelte sich nun darum zu untersuchen, ob sich dies für alle Gattungen von Reactionen und nicht bloß ausschließlich für die Gehörseindrücke als gültig erweise. Zu diesem Zweck wurden Beobachtungen mit Licht- und Tasteindrücken ausgeführt.

Unsere Untersuchungen erstreckten sich auf zwei Arten von Beobachtern, erstens auf solche, welche sich bereits an ähnlichen Experimenten betheiligt, und zweitens auf solche, die noch nie Reactionen ausgeführt hatten. Es ist leicht erklärlich, dass die letzteren viel länger eingeübt werden mussten als die ersteren. Die Versuche erstreckten sich auf 12 Beobachter, von denen 6 Reactionen des Gesichtssinns und die andern 6 Reactionen des Tastsinns machten. Jeder Beobachter hat 200 brauchbare Reactionen

---

1) Philos. Stud. X, S. 160 ff.

gemacht. Bei den Neugekommenen wurden die Reactionen der Einübungsperiode ausgeschlossen, und bei allen andern Beobachtern diejenigen Reactionen, welche zu weit von der mittleren Variation abwichen.

## § 1. Lichteindrücke.

Die Gesichtsreactionen wurden in meinem Laboratorium während der Monate Januar, Februar und März 1894 ausgeführt.

### I. Technik der Untersuchungen.

Um die Gesichtsreize hervorzubringen, haben wir das in dem Werk von W. Wundt<sup>1)</sup> beschriebene Spaltpendel angewendet, welches in allen psychologischen Laboratorien in Gebrauch ist. Vor allem musste nun ein Reiz gefunden werden, welcher immer die gleichen Eigenschaften behielt. Wir entschlossen uns für einen Auer'schen Gasbrenner, nachdem eigens in dem physikalischen Cabinet angestellte Vergleichsversuche zwischen einer elektrischen Lampe von immer gleich starkem Lichte und einem Gasbrenner Auer den Vorzug des letzteren erwiesen hatten. Diese photometrische Untersuchung in dem physikalischen Laboratorium hatte Herr Professor Schoentjes die Güte zu leiten. Der Gasbrenner Auer befand sich bei den Reactionsversuchen hinter dem Pendel, die Flamme war von einem Glimmercylinder umschlossen, welcher letzteren alsdann ein Metallcylinder umgab, in welchem sich eine längliche Öffnung befand. Das Pendel hat zwei Schirme, wovon der eine fest und der andere beweglich ist und welche Wundt in seinem Werk durch die Buchstaben  $S_1$   $S_2$  andeutet.

Für sämtliche Serien unserer Untersuchungen waren die Spaltöffnungen beider von gleicher Größe, nämlich 4 mm. Der Platindraht, welcher an dem untern Theil des Pendels angebracht ist, war dermaßen regulirt, dass er in demselben Augenblick, wo die zwei Spalten zur Deckung kamen, in das Quecksilber fiel. Der ganze Apparat war in einem Dunkelraum auf einem Fuß, welcher in der Mauer festgemacht war, aufgestellt. Das Pendel, der Gas-

1) Grundzüge der Physiol. Psychologie, II. 4. Aufl. S. 334.

brenner u. s. w. fanden ihren Platz in einer viereckigen Kiste von Holz, welche zwei Seiten, die Vorder- und die Rückseite, offen hatte. Mein Assistent hielt sich auf der Rückseite, um das Pendel in Bewegung zu setzen. Die Vorderseite war durch einen dicken Pappdeckel, welcher auf der Höhe der Oeffnung des festen Schirmes eine weite Oeffnung von 1 cm breit auf 4 cm hoch hatte, abgeschlossen. Diese Einrichtung hatte den Zweck, den mindesten Lichtstrahl vor und nach dem genauen Augenblick der Lichtreizung zu verbergen.

Der Beobachter hielt sich auf eine andere in der Mauer festgemachte Console gestützt, welche ungefähr 3.00 m von der Lichtquelle angebracht war. Auf dieser Console befand sich ein Taster für die Bewegung der Hand, um den Strom des Chronoskops zu unterbrechen. Das Chronoskop, das Rheochord, der Taster, die Batterien befanden sich in dem Hauptzimmer des Laboratoriums. Das Chronoskop wurde regelmäßig mittelst des großen Controlhammers (neues Modell) controlirt. Alle Operationen leitete ich selbst, wie ich es bereits bei den Untersuchungen über Gehörreactionen that. Die Uebung, welche ich mir angeeignet hatte, erlaubte mir mit einer großen Gleichmäßigkeit zu arbeiten, was von großem Vortheil ist. Der Beobachter arbeitete im Dunkeln, wie bereits oben bemerkt. Ich sparte aber keine Mühe, dass sich derselbe immer in der gleichen Lage hielt, um die Bewegung der Hand auf den Knopf des Tasters so viel als möglich zu erleichtern. Um keinen anderweitigen Reizungen ausgesetzt zu sein, hatte der Beobachter seine Ohren vollständig mit Watte verstopft.

## II. Versuchsbedingungen.

Die Studirenden, die an den Gesichtsreactionen theilnahmen, waren vier. Dazu kamen noch mein Assistent Herr de Wankel und ein außergewöhnlicher Assistent, Herr Dr. Willem. Alle unsere Untersuchungen wurden zwischen 5 und 7 Uhr Abends gemacht, wie bei den Gehörsreactionen, und zwar in zwei Abtheilungen, deren jede zweimal in der Woche je eine Stunde lang arbeitete. Jeder Beobachter machte in jeder Serie 60 Reactionen. Die Gesamtzahl der Reactionen betrug, abgesehen von der längeren Einübungsperiode, für jeden Beobachter 200, vertheilt in Reihen von 20.

Der Beobachter ließ sich vor jeder Serie den Puls fühlen. Mein Assistent nahm den Puls der linken und ich den der rechten Hand oder umgekehrt. Wir zählten jeder für sich und zwar leise eine Minute lang. Die Anzahl der Pulsschläge wurde gemeinschaftlich aufgezeichnet, ohne jedoch dieselben dem Beobachter mitzuthemen, um denselben nicht zu beeinflussen.

Im Fall einer Verschiedenheit in der Anzahl der durch meinen Assistenten und mich gezählten Pulsschläge fühlten wir den Puls nochmals. Augenblicklich nachdem der Puls gezählt war, begann die Untersuchung.

Den genauen Werth des leuchtenden Bandes, welches dazu diente, die Netzhaut zu reizen, habe ich nicht in Kerzen berechnet. Es genügte mir zu wissen, dass: 1) das Licht immer von gleicher Stärke war, 2) dass dasselbe sich immer in gleicher Entfernung von dem Beobachter befand, 3) dass die Oeffnungen der beiden Schirme, des beweglichen wie des unbeweglichen, immer genau von derselben Breite waren, nämlich 4 mm, und 4) dass die Öffnung des Pappendeckels gleichfalls dieselben Maße beibehielt. Obgleich ich den Stärkegrad des Reizes nicht habe messen können, so kann ich doch versichern, dass diese Stärke so weit merklich die gleiche in allen unsern Untersuchungen blieb. Die Hauptsache bei meinen Untersuchungen war, dass alle Bedingungen dieselben blieben, mit Ausnahme des Pulses, und ich glaube, dass alle Vorsichtsmaßregeln getroffen wurden, um dieses Ziel zu erreichen.

Das Signal, welches auf den Eintritt des Reizes vorbereitete, bestand aus einem einzigen nicht allzustarken Glockenschlage, 5 Secunden ehe die Lichtreizung sich einstellte. Die Reactionen folgten einander alle 15 Secunden. Alle Reactionen waren wieder sensorielle.

### III. Resultate.

Im Folgenden geben wir in Form von Uebersichtstafeln die verschiedenen Resultate:

Puls	de Wanckel			A. Jonckx		
	<i>M</i>	<i>mV</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>mV</i>	<i>n</i>
von 60 bis 70	<u>187</u>	23	80			
> 70 > 80	<u>174</u>	23	120			
> 80 > 90				<u>226</u>	21	150
> 90 > 100				<u>213</u>	22	50

Wenn die Leser dieser Studien meinen früheren Artikel (Bd. X, S. 160) nochmals nachsehen wollen, so können sie sich überzeugen, dass der Beobachter Jonckx, welcher sich den Untersuchungen über die Gehörsreactionen unterworfen hat, dort beinahe dieselben Zahlen aufweist, wie hier, und dass sein Puls sehr wenig Verschiedenheit zeigt.

Puls	J. Berten			L. Dael		
	<i>M</i>	<i>mV</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>mV</i>	<i>n</i>
von 60 bis 70	<u>208</u>	21	15			
> 70 > 80	<u>192</u>	19	100			
> 80 > 90	<u>185</u>	21	50	<u>209</u>	13	50
> 90 > 100	<u>171</u>	13	20	<u>188</u>	14	100
> 100 > 110	<u>123</u>	13	15	<u>176</u>	17	50

Wie man sieht, bestätigen bis jetzt all diese Zahlen die Regel, welche ich als Schlussfolgerung in meiner ersten Studie aufstellen zu können glaubte. Nun kommen aber zwei Beobachter, bei denen die Reactionszeit, wenn die Geschwindigkeit des Pulses auf sein Maximum gekommen ist, an Zeitdauer zunimmt, statt abzunehmen. Den gleichen Fall haben wir bereits für die Gehörsreactionen wahrgenommen. Ganz besonders bei Herrn Bracq, bei welchem die Anzahl der Pulsschläge in der Minute niemals unter 100 sank. Dieser Beobachter hatte, wenn sein Puls 110 oder mehr Pulsschläge

aufwies, alsdann Reactionen, welche nach und nach langsamer wurden. Derselbe Beobachter hat sich nun aus eigenem Antriebe angeboten, auch Gesichtsreactionen zu machen. Sein Puls hatte an Geschwindigkeit abgenommen. Bei einer Anzahl von weniger als 110 Pulsschlägen führte er 160 Reactionen aus. Für diese 160 Reactionen nun hat sich wieder die oben angeführte Thatsache bestätigt gezeigt, wie die folgende Tabelle aufweist:

Puls	Dr. Willem			Bracq		
	<i>M</i>	<i>mV</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>mV</i>	<i>n</i>
von 70 bis 80	<u>175</u>	23	15			
> 80 > 90	<u>170</u>	20	50			
> 90 > 100	<u>165</u>	18	80	263	21	60
> 100 > 110	<u>194</u>	22	15	<u>206</u>	20	100
> 110 > 120				<u>206</u>	15	40

Darnach nehmen sowohl die Gehörs- wie die Gesichtsreactionen an Geschwindigkeit zu, wenn der Puls an Frequenz zunimmt. Doch besteht für 2 Beobachter eine obere Grenze, jenseits deren diese Regel nicht mehr gilt. Ist nun diese Grenze bei einem und demselben Beobachter immer dieselbe für Gesichts- wie Gehörsreactionen? Die Zahlen von Bracq scheinen darauf hinzuweisen; doch ist eine viel größere Anzahl von Resultaten nöthig, um ganz sicher schließen zu können.

## § 2. Tastreactionen.

Die Tastreactionen wurden während der Monate April und Mai laufenden Jahres vorgenommen. In der Erklärung unserer Untersuchungen befolgen wir denselben Weg wie bei den Gesichtsreactionen.

## I. Technik der Untersuchungen.

Um die Tasteindrücke hervorzubringen, wollten wir keinen Gebrauch von dem elektrischen Strom machen. Wir besitzen bekanntlich besondere Apparate, welche geeignet sind, in einem gegebenen Augenblick auf die Fingerspitze einen elektrischen Schlag hervorzubringen: so z. B. der Schlüssel von Ewald. Dieser Apparat hat aber wie alle andern, welche von der Elektrizität Gebrauch machen, eine große Unannehmlichkeit: je weniger nämlich der Beobachter seinen Finger auf dem Aufsätze von Ebonit ruhen lässt oder die Kupferdrähte berührt, um so weniger findet der Strom Widerstand, und er verursacht deshalb einen viel stärkeren Stoß. Ebenso wird, wenn der Finger des Beobachters mehr oder weniger feucht ist, der Stoß schwächer oder stärker. Wir aber mussten vor allem einen Stoß haben, welcher immer der gleiche blieb.

In zweiter Linie war es unbedingt nöthig, bei den Beobachtern immer denselben Theil der Hand zu beeinflussen und dieses womöglich immer mit der gleichen Stärke. Wir haben deshalb einen ganz einfachen Apparat anfertigen lassen, welchen wir später in einem speciellen Artikel zu beschreiben gedenken. Hier sei nur bemerkt, dass bei demselben der nämliche Hammer benutzt wird, welchen man anwendet, um Gehörsreizungen hervorzubringen. Der das Chronoskop ablenkende Strom, statt beim Niederfallen des Hammers durch den Kopf des Hammers und den Amboß zu gehen, geht durch den Stiel des Hammers, durch ein Mäntelchen von Kupfer und durch einen Behälter von Quecksilber. Bei den Gehörsreactionen wird in dem Augenblick, wo der Hammer fällt, durch die Berührung des Hammerkopfes und des Amboßes ein Kreis geschlossen, durch welchen Strom geht, der die Zeiger des Chronoskopes stille hält. In meinem Apparat taucht dagegen der kupferne Stiel des Hammers in demselben Augenblicke, wo der Hammer niederfällt und die Hand des Beobachters berührt, in das Quecksilber und schließt damit den Strom, welcher die Zeiger des Chronoskopes stille hält. Die Hand des Beobachters wurde immer in derselben Weise angebracht und zwar der Art, dass der Hammer bei seinem Niederfallen auf die Mitte des ersten Gelenkes des Mittelfingers fiel. Der Beobachter legte seine linke Hand derart, dass

die Oberfläche, welche berührt werden sollte, sich immer in einer Entfernung von 3 mm von dem Kopfe des Hammers befand, wenn derselbe in aufgehobener Lage war. Die so angewendete Tastreizung bestand somit in einem Schläge, hervorgebracht durch den Kopf des Hammers, wenn derselbe von einer Höhe von 3 mm in die Mitte des Gelenkes des Mittelfingers der linken Hand fiel. Das Fallen des Hammers wurde aber auf dieselbe Weise wie bei den Gehörsreizungen hervorgebracht.

Da die verschiedenen Beobachter Hände von verschiedener Größe und Dicke hatten, so haben wir, um die linke Hand aufzulegen, eine Unterlage aus sehr hartem Holz, bestehend aus 2 Brettchen mit geneigter Fläche, anfertigen lassen, was alsdann erlaubte, das eine über das andere hinwegzuschieben und so die Hand höher oder niedriger zu stellen. Man ließ den Beobachter seine Hand auf den Aufsatz auflegen; alsdann stellte man denselben, bis das Gelenk des Mittelfingers sich genau 3 mm von dem Kopfe des Hammers entfernt befand, worauf der Aufsatz mittelst Druckschrauben befestigt wurde.

Der beschriebene Apparat wurde in dem Dunkelzimmer aufgestellt. Der Beobachter verstopfte sich die Ohren mit Watte, seine linke Hand hielt er auf die Unterlage gestützt und seine rechte auf den Stromunterbrechungsknopf. Chronoskop, Rheochord, Batterien u. s. w. befanden sich in dem Hauptzimmer des Laboratoriums. Das Chronoskop wurde regelmäßig controlirt.

Ich selbst versah stets die Stelle des Experimentators.

## II. Versuchsbedingungen.

Sechs Studirende haben sich mit der größten Regelmäßigkeit betheiliget, von denen 3 der Facultät der Rechte und 3 der medicinischen Facultät angehörten. Alle Untersuchungen wurden zwischen 5 und 7 Uhr Abends vorgenommen. Jede Gruppe fand sich zweimal in der Woche im Laboratorium ein und jeder Beobachter machte 60 Reactionen im Abend. Nach einer Anzahl von Abenden, an denen die Beobachter an die Apparate und an das Versuchsverfahren gewöhnt wurden, begannen die eigentlichen Reactionen. Jeder Beobachter machte alsdann deren 200, vertheilt in Serien

von 20. Der Puls wurde auf dieselbe Weise untersucht wie bei den Gesichtsreactionen.

Es ist unmöglich, die Stärke der Tastreizungen, welche durch das Niederfallen des Hammers hervorgebracht wurden, ihrem wirklichen Werthe nach zu bestimmen. Alles was wir wissen, und dies genügt uns, ist, dass der Stoß ein und desselben Theiles der Haut immer genau auf dieselbe Weise hervorgebracht worden ist, dass also seine Stärke constant war. Das Signal bestand aus einem einzigen Glockenschlage, nicht allzustark und 5 Secunden gegeben, ehe die Tastreizung einwirkte.

Die Reactionen folgten sich in Zwischenräumen von 15 Secunden und alle Reactionen waren wieder sensorielle.

### III. Resultate.

Puls	J. Berten			van de Calseyde		
	<i>M</i>	<i>mV</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>mV</i>	<i>n</i>
von 60 bis 70	<u>199</u>	14	50			
> 70 > 80	<u>190</u>	14	90	<u>186</u>	22	100
> 80 > 90	<u>179</u>	15	40	<u>150</u>	20	100
> 90 > 100	<u>176</u>	13	20			

Puls	van de Weyer			van Ackere <sup>1)</sup>		
	<i>M</i>	<i>mV</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>mV</i>	<i>n</i>
von 80 bis 90	<u>167</u>	12	110	<u>175</u>	18	50
> 90 > 100	<u>164</u>	20	90	<u>164</u>	19	150

1) Dieser Herr van Ackere ist nicht derselbe, welcher als Beobachter für die Gesichtsreactionen gedient hat.

Puls	Bossaert			de Brouwer		
	<i>M</i>	<i>mV</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>mV</i>	<i>n</i>
von 70 bis 80	<u>206</u>	20	140			
> 80 > 90	<u>176</u>	24	60			
> 90 > 100				<u>226</u>	22	50
> 100 > 110				<u>215</u>	18	110
> 110 > 120				<u>220</u>	19	40

Wie man aus obenstehenden Uebersichtstabellen ersehen kann, vermindern sich alle Reactionen an Dauer, wenn der Puls an Schnelligkeit zunimmt; eine Ausnahme jedoch bilden die 40 Reactionen, die Herr de Brouwer mit einer Anzahl von Pulsschlägen ausführte, die mehr als 110 betrug.

Es ergibt sich aus unsern Untersuchungen, welche wir an 17 verschiedenen Beobachtern ausgeführt haben, und welche im Ganzen 6800 Gehörs-, Gesichts- und Tastreactionen umfassen, dass sich im allgemeinen die Zeitdauer der Reactionszeit mit dem Pulse verändert, indem, je schneller der Puls wird, um so mehr die Zeitdauer der Reactionszeit abnimmt. Diese Regel trifft aber nicht mehr zu, wenn der Puls einerseits ein Minimum und besonders wenn er anderseits ein Maximum der Geschwindigkeit erreicht. Diese Unterschiede des Pulses können bei manchen Personen bedeutende Veränderungen in der Zeitdauer der Reactionszeit hervorbringen. Hieraus ist ersichtlich, dass, wenn man die Verhältnisse der Aufmerksamkeit nach dem gewöhnlichen Verfahren mittelst der Zeitdauer der Reactionszeiten studiren will, auf den Zustand des Pulses der Versuchspersonen Rücksicht zu nehmen ist.