

(Aus dem Psychologischen Institut der Universität Berlin.)

Über Reaktionszeiten bei verschiedener Dauer des Reizes.

Von

K. E. Léonnard.

Wenn bei Reaktionsversuchen mit kleinen elektrischen Lampen der Reiz zufällig einmal sehr kurz gegeben wurde, zeigten auch die Reaktionszeiten eine auffallende Verkürzung. Die Versuchspersonen hatten auch subjektiv den Eindruck einer verkürzten Reaktion, noch ehe sie von dem Ausfall des Versuches etwas wußten.

Um die Frage näher zu untersuchen, benutzte ich vorerst folgende Versuchsanordnung: Hinter einem grauen Transparent wurde eine kleine elektrische Birne zum Aufleuchten gebracht (Osram etwa 3 HK); die Anlaufzeit wurde durch Überbelastung auf rund 1 Centisekunde (cs) herabgedrückt. In akustischen Parallelversuchen verwendete ich als Reiz eine elektrische Klingel, deren Metallglocke durch ein Holzkästchen ersetzt war, das nicht wie Metall nachklang. Zur Zeitmessung wurde das Pendelchronoskop von *Rupp* benutzt¹⁾.

Die Anlaufzeit der Lampe ist durch Photographieren zweier Lampen ermittelt, von denen die eine an einem Pendel schwingt, während die andere feststand. Beide Lampen bekamen in dem Augenblick Strom, in dem sie senkrecht übereinanderstanden. Der seitliche Abstand der schwingenden Lampe auf der photographischen Platte — es wurden ganz lichtempfindliche Platten verwendet — war ein Maß für die Länge der Anlaufzeit; aufgezeichnete Stimmgabelschwingungen dienten zur Eichung.

Die Anlaufzeit der Glocke, festgestellt durch elektrische Schreiber auf einem Kymographion, ist im Mittel um 2 σ länger; das ist ein Zeitbruchteil, der bei der Messung in Centisekunden vernachlässigt werden konnte.

Mit dem kleinen Fallhammer von *Wundt* gab ich *drei verschiedene Stromschlußlängen* sowohl für den optischen als auch für den akustischen Reiz, und zwar eine von 3 cs, eine von 6 und eine von 12 cs (also 0,03 Sek., 0,06 Sek. und 0,12 Sek.). Außerdem gab ich Reize mit der Hand nach der Stoppuhr; diese hatten 30—100 cs Länge. Da sich nach vielen Versuchen ergab, daß die Reizlänge über 12 cs hinaus die Reaktionszeit nicht variierte, sind in späteren Versuchsreihen die Reize über 12 cs Zeitdauer zusammengefaßt.

Die drei ersten Reizlängen sind mit dem Fallhammer geprüft, indem ich auf die berußte Fläche des Hammers die Schwingungen einer Stimmgabel aufschreiben ließ.

Reize von weniger als 3 cs-Länge konnte ich mit meiner Versuchsanordnung nicht geben, da dort diejenige Kürze des Stromschlusses erreicht war, bei der Lampe und Glocke gerade noch zuverlässig ansprachen.

¹⁾ Siehe Katalog *Marx & Berndt*, Berlin.

Die Versuchsperson saß in einem besonderen Raum, 2 m von Lampe und Glocke entfernt. Ihre Reaktionsbewegung bestand im Zusammendrücken einer bequem in der Hand zu haltenden Holzklapper.

Zwei rechteckige Holzbacken sind an der einen Querseite durch ein Scharnier verbunden; eine Feder hält sie in Ruhestellung im Winkel von 20° auseinander, durch Zusammendrücken wird ein Kontakt geschlossen.

Die Unterschiede der Reizdauer waren phänomenal gut konstatierbar. Die zeitverschiedenen Reize waren auch der Intensität nach etwas verschieden. Es handelt sich um kleine, aber noch gut merkbare Unterschiede. Der kurze Lichtreiz war ein helles, hinter dem Transparent gut sichtbares Aufleuchten, der kurze Schallreiz ein mittelstarkes, als kurzes Aufrattern zu kennzeichnendes Geräusch.

Vor jedem Versuch kam eine Warnung — ein von der Versuchsperson im Nebenzimmer gut zu hörendes lautes „Jetzt“ des Versuchsleiters —, die Warnpause dauerte $1\frac{1}{2}$ —2 Sekunden, dann kam der Reiz. Die Versuche folgten sich in etwa 15 Sekunden Abstand. Nach einer Anzahl von rund 30 Versuchen trat eine Pause von etwa 5 Minuten ein. Die Reihenfolge der Versuche wurde so variiert, daß keine Versuchsart begünstigt war. Die Versuchspersonen waren bis auf eine geübte Reagenten; diese eine Versuchsperson hat erst Übungsreihen gemacht, ehe ihre Versuche aufgeschrieben wurden. Gestrichen sind von den Versuchen nur solche, bei denen die Apparatur versagte oder deren Streichung von der Versuchsperson durch Zuruf verlangt wurde (z. B. wenn sie die Reaktionsklapper einmal nicht recht reaktionsbereit in der Hand hatte). Das kam selten vor. Die Versuchsperson hatte die Anweisung, auf den Reiz schnell zu reagieren. Selbstbeobachtungen waren nicht gefordert, nur was sich etwa aufdrängte, sollte zu Protokoll gegeben werden. Die Versuche waren vollkommen unwissentlich (auch in dem Sinne, daß die Versuchspersonen von dem Problem nichts wußten und auch durch die Versuche nichts davon erfuhren).

Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt. (A—D sind die Versuchspersonen; C. W. = Centralwert, a. M. = arithm. Mittel, m. V. = mittlere Variation in Centisekunden (cs), n = Anzahl der Versuche.)

1. Lichtreiz.

Reizdauer		A	B	C	D
3 cs (n = 750 für jede Vp.)	C. W.	21	19.5	20	22
	a. M.	21	19	21	21.5
	m. V.	1	1.2	1.5	1.4
6 cs (n = 750)	C. W.	23	21	26	24
	a. M.	24	21	26	23.5
	m. V.	1.7	0.8	1.6	1.5

Reizdauer		A	B	C	D
12 cs (n = 750)	C. W.	25	24	30	27
	a. M.	25	24	30	28
	m. V.	1.4	0,9	2	1,9
30—100 cs (n = 750)	C. W.	26	25	29	27,5
	a. M.	25	24,5	29,5	26,5
	m. V.	1.2	1,1	2,4	1,6

2. Schallreiz.

Reizdauer		A	B	C	D
3 cs (n = 750 für jede Vp.)	C. W.	15	15	15	16
	a. M.	15,5	15	15,5	15,5
	m. V.	1,5	0,9	1	1,4
6 cs (n = 750)	C. W.	17	16	17	18
	a. M.	17,5	17	18	18,5
	m. V.	1,3	1	1,5	1,3
12 cs (n = 750)	C. W.	21,5	18	22	22
	a. M.	22	18,5	22	22,5
	m. V.	2,2	1,2	1,8	1,5
30—100 cs (n = 750)	C. W.	22	18	22,5	22,5
	a. M.	21,5	18	21,5	22
	m. V.	1,9	1,4	1,7	1,6

Ein Vergleich der Reaktionszeiten zeigt — abgesehen von den Unterschieden zwischen den Reaktionszeiten für akustischen und für optischen Reiz, die in der Geschichte der Reaktionszeitenmessung bekannt sind — auffallende Unterschiede zwischen den Reaktionszeiten für verschiedene Reizlängen innerhalb desselben Sinnesgebietes. So reagiert die Vp. A auf den Lichtreiz von 3 cs Dauer im Mittel nach 21 cs, auf den Reiz von 6 cs Dauer nach 23 cs und auf den von 12 cs nach 25 cs. Ähnlich ist es bei den Vpn. B und D. Bei der Vp. C — es ist der ungeübte Reagent — ist der Zuwachs der Reaktionszeit bei steigender Reizdauer größer; für die Stufe 3—6 cs ist er 6 cs und für die Stufe 6—12 cs immer noch 4 cs (ich lege dem Vergleich den Zentralwert zugrunde). Beim Schallreiz sind bei dieser Vp. die Ergebnisse ähnlich wie die der anderen Vpn., auch hier zeigt diese Vp. von allen Vpn. den größten Unterschied zwischen den Reaktionszeiten auf die kürzeste und die längste Reizdauer. Die Unterschiede zwischen den Reaktionszeiten sind bei allen Vpn. sowohl beim akustischen als auch beim optischen Reiz überall größer als die mittleren Variationen. Der Charakter einer Reihe blieb in sich so gut gewahrt, daß ich nach einiger Erfahrung eine Reihe der zugehörigen Reizlänge mit ziemlicher Sicherheit zuordnen konnte, sobald ich wußte, von welcher Vp. die Reihe herrührte.

Als (bei Vorversuchen, bei denen die Versuchsanordnung nur den langen und den ganz kurzen Reiz gestattete) eine Vp. nach durch-

wachter Nacht die Versuche durchmachte, erhielt ich die folgenden Reaktionen (zum Vergleich setze ich normale Reaktionen derselben Vp. vom vorhergehenden Versuchstag daneben):

Reizdauer	Optisch		Akustisch	
	Bei Ermüdung	Normal	Bei Ermüdung	Normal
cs {	12	41,6	30,8	21
	3	23,4	18,9	18,6

Man sieht: die Reaktionen auf den kurzen Reiz wurden gar nicht von Ermüdungswirkungen getroffen, die Reaktionen auf den langen Reiz dagegen wurden ganz träge (und zwar die auf optischen Reiz mehr noch als die auf akustischen). Spätere gelegentliche Kontrollen bestätigten, daß die kurzen Reize viel mehr den Ermüdungswirkungen entzogen sind als die längeren.

Ich fasse die Ergebnisse aus den Versuchen zusammen:

1. Die Dauer des Reizes ist innerhalb einer Zone von 12—3 cs von fest bestimmtem Einfluß auf die Reaktionszeit.

2. Die Reaktionszeit ändert sich in dieser Zone gleichsinnig mit der Reizdauer.

Ähnliche Versuche sind gemacht worden von *Froberg*¹⁾ und von *Wells*²⁾. Diese waren zu anderen Resultaten gekommen: nach *Froberg* scheint auf den ersten Blick die Abhängigkeit umgekehrt, *Wells* findet keine eindeutige Abhängigkeit. *Froberg* benutzte als Reize Streifen von Barytpapier, die er in konstanter Schnelligkeit hinter einem kleinen Ausschnitt vorbeibewegte; die Länge des Streifens bestimmte die Reizdauer. Er gab Reize von 48, 24, 12, 6 und 3 σ Länge und fand dabei, daß mit der Verkürzung der Reizdauer die Reaktionszeit wächst. Sicht man näher zu, so widerspricht das den oben genannten Ergebnissen nicht; seine Reizlängen liegen — mit Ausnahme der von 48 σ — unterhalb der von mir untersuchten Längen, und es erscheint durchaus möglich, daß mit der Verkürzung des Reizes in der Nähe der Empfindungsschwelle die Reaktionszeit wächst. Überdies: die Reize wurden mit größerer Länge der Reize auch lichtstärker. *Wells* operierte mit akustischen und optischen Reizen. Als akustischen Reiz verwandte er das Geräusch eines Summers, der dauernd in Tätigkeit blieb; in einen parallel geschalteten Stromkreis fügte er ein Telephon ein, das die Vp. am Ohr hatte; mit dem großen Fallhammer von *Wundt* schloß er diesen Stromkreis, durch Verschiebung der Kontakte variierte er die Stromschlußzeit und damit die Reizlänge. Als optischen Reiz projizierte er das Licht einer Nernstlampe in einer Größe von 9 cm Durchmesser. Ein Tachistoskop ermöglichte durch Veränderung der Spaltbreite die Variation der Reiz-

¹⁾ Zit. n.: Psych. Rev. 15, 5, S. 3.

²⁾ Psych. Rev. 15, 5, S. 28 und 59.

länge. In Parallelversuchen ist das dauernd projizierte Bild auf einen Moment abgeblendet und die momentane Dunkelheit als Reiz benützt. *Wells* selbst glaubte, indem er alle seine Ergebnisse zusammenfaßte, keinen bestimmten Schluß ziehen zu können. Immerhin sind bei den akustischen Versuchen die Reaktionszeiten auf 30 σ Reizlänge im Vergleich zu denen auf 106 σ — sie entsprechen ungefähr meinem kürzesten und meinem längsten Reiz — bei 3 von 5 Vpn. klar kleiner geworden, bei 1 Vp. nur wenig kürzer, bei einer wenig länger; bei den optischen Versuchen haben im ersten Fall 4 von 8 Vpn. deutlich schneller reagiert, bei 4 sind die Zeiten wenig länger geworden, bei den Parallelversuchen reagierten 6 von 8 Vpn. deutlich schneller, 2 hatten längere Zeiten. Die Mittel aus den Zeiten aller Vpn. — die *Wells* selbst zieht — sind in beiden Versuchsarten bei dem kürzeren Reize kleiner geworden. Diese Ergebnisse weisen also, näher betrachtet, schon einigermaßen in dieselbe Richtung wie meine, wenn sie auch viel weniger einheitlich sind. Ich vermute als Hauptgrund¹⁾, daß *Wells* viel schwächere Reize benützte als ich; vielleicht ist aber eine bestimmte Reizstärke nötig, um die Auswirkung der Reizdauer eindeutig in Erscheinung treten zu lassen; schwache Reize verwischen sie möglicherweise.

Die Intensität der Reize steht nach früheren Untersuchungen im umgekehrten Verhältnis zur Reaktionszeit. Meine Reize wurden mit der Verkürzung des Stromschlusses, auch etwas schwächer. Wäre das in den Reaktionszeiten zur Erscheinung gekommen, so hätten sie mit der Zeitverkürzung etwas länger werden müssen. Sie änderten sich aber entgegengesetzt: sie wurden kürzer. Also sind die Ergebnisse auf den Einfluß der Reizdauer zurückzuführen (der sogar durch die Intensitätsabnahme — sofern man bei den optischen Reizen auch ebenso von Intensität sprechen will — etwas getrübt erscheint).

In der Selbstbeobachtung sieht der kurze Reiz ganz anders aus als der lange: „Der kurze Reiz reißt mich ganz anders mit als der lange“ — „man wird einfach mitgerissen“ — „der kurze Reiz hat etwas Straffes, Ruckartiges, es ruckt mit in uns“ — „das kurze Rattern bewegte einfach meine Hand“. Die kurzen Reize werden mit viel stärkerer „Dynamis“ erlebt als die längeren, es ist nicht nur so, daß durch die Instruktion und die Vornahme, schnell zu reagieren, eine Tätigkeitsbereitschaft geschaffen ist, für welche das Licht oder der Schall nur Aktivierungsreize wären, der Reiz ist nicht nur ein neutraler Aktivierungsreiz, sondern der kurze hat in besonderer Weise etwas an sich von Aufforderung, von Befehlscharakter. Eine Vp. sagte spontan geradezu: „Ich kann einfach auf den langen Reiz nicht so schnell reagieren wie auf den kurzen; ich will es, aber meine Hand geht nicht mit, ich

¹⁾ Es sind Versuche in Vorbereitung, die die Frage entscheiden sollen.

spüre etwas wie eine Hemmung, der Rhythmus des Reizes zwingt mich, ihm zu folgen.“

Die Länge eines Reizes, die nach unseren Ergebnissen eine entscheidende Wirkung auf die Reaktionszeit ausübt, ist nun nicht eine Eigenschaft, die dem Reiz, wie etwa seine Stärke, in jedem Moment seines Vorhandenseins anhaftet, sondern die ihm nur in seiner Gesamtheit zukommt. Mit einer Theorie, die besagt, daß ein Reiz im Sinnesorgan nur eine Erregung gewisser Stärke hervorgerufen haben müsse, bis diese Erregung wirke, daß also für die Wirkung nur wichtig wäre die Erreichung einer gewissen (momentanen) Stärke, steht man den oben genannten Ergebnissen ziemlich ratlos gegenüber. Denn sie läßt keinen Raum für die Möglichkeit einer Wirkung der Reizlänge in der von uns gefundenen Richtung. Die Theorie wird wohl prinzipiell anders anzusetzen sein; möglich erschiene z. B.: Anfang und Ende einer Reizwirkung sind physiologisch ausgezeichnete Punkte, die durch ein starkes Potentialgefälle gekennzeichnet sind. Dabei ist sicher nicht gleichgültig, wie weit diese Punkte auseinanderliegen: je näher sie sich liegen, desto stärker wird vermutlich die *Gesamtwirkung* sein. Dabei könnte eine gewisse Latenzzeit im Endorgan eine zu schnelle Aufeinanderfolge von Anfangs- und Endpunkt eines Reizes wieder unwirksam machen. Das würde die Tatsache verstehen lassen, daß bei Verkürzung des Reizes unter eine gewisse Zeitdauer hinab eine Verkürzung der Reaktionszeit nicht mehr eintritt.

(Eingegangen am 10. März 1923.)