universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Eignungs- und Leistungsprüfung im Sport

Schulte, Robert Werner

Berlin, 1925

6. Reaktionsmessungen an Sportlern. Von Dr. R. W. Schulte

urn:nbn:at:at-ubi:2-4675

6.

Reaktionsmessungen an Sportlern.

Von Dr. R. W. Schulte.

I. Problemstellung und Versuchstechnik bei Reaktionsversuchen[1]).

Die Ausführung willkürlicher Bewegungen mit größtmöglicher Geschwindigkeit spielt im Sport eine ganz erhebliche Rolle, besonders dann, wenn Schnelligkeits-, Geschicklichkeits- und die geistige Gewandtheit beanspruchende Uebungen betrachtet werden. Man würde diese Muskeltätigkeit (so v. Monakow) der lokomotorischen, d. h. der Fortbewegung dienenden (beim Gehen, Laufen, Springen, Schwimmen) und der Gruppe der Zielbewegungen und Fertigkeiten (beim Stoßen, Schlagen, Werfen, Boxen, Ringen usf.) zuordnen. Nach der Einteilung von Höfler gehört die schnelle Ausführung derartiger Willensakte zu den ideomotorischen Leistungen, die durch eine Vorstellung eingeleitet sind, aber erst die unterste Stufe der eigentlichen Willensvorgänge darstellen. Falls sie nicht selbständige Willensentscheidungen und feine Regulierungen während der Ausführung (wie etwa beim Boxen, Turnen usf.) erfordern und dadurch sich den höheren Gruppen der Wahl-, Entschluß-, Mehrfach-Reaktion u. ä. eingliedern, vielmehr eine einfache Beantwortung verabredeter oder erlernter Sinnesreize durch eine bestimmte Bewegung darstellen, würde man von sekundär-automatischen Bewegungen sprechen, die durch den Vorgang der Uebung stark automatisiert zu werden vermögen.

Erinnert man sich der großen Beliebtheit und der sicher einseitig übertriebenen Einschätzung des Wertes von Reaktionsversuchen für wirtschafts-psychologische Eignungsprüfungen, so mag es zuerst fast scheinen, als sei die Erforschung der Reaktionsfähigkeit auch für die Wissenschaft von den Leibesübungen von nahezu ausschlaggebender Bedeutung. Sicherlich haben wir es bei der Reaktion mit einem zentralen Problem zu tun, das uns wertvolle Einblicke

[1]) S. dazu: W. Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie, III. Bd., Leipzig, 1911 (S. 359—451).

J. Fröbes, Lehrbuch der experimentellen Psychologie, II. Bd., Freiburg, 1920, § 6, S. 391 ff., bes. S. 411 ff.

in die Zusammenhänge zwischen Körper und Geist auch im Sport eröffnet, indem die Umsetzung physischer Eindrucksvorgänge in seelische Ausdruckserscheinungen in das Forschungsgebiet der exakten psychophysischen Maßmethoden einbezogen wird. Auf der anderen Seite soll man aber nicht vergessen, daß die eigentlich interessanten und für die Leibesübungen wichtigsten Fragen erst da anfangen, wo man, an dem Verständnis des Wesens einfacher Reaktionsversuche geschult, in die höheren und komplexeren Betätigungen des menschlichen Willens exakt analysierend und strukturpsychologisch einzudringen versucht.

Die praktische Erfahrung im Turnen, im Sport, im Spiel und im Leben lehrt, daß kürzeste Willensentscheidungen oftmals (so beim Reckturner, beim Skiläufer, beim Barlauf; im Berufsleben beim Industriearbeiter, Kraftfahrer usf.) von größter Wichtigkeit sind. Es ist zweifellos, daß die natürliche Veranlagung auf die Länge der Reaktionszeit von wesentlichem Einfluß ist. In dieser Abhandlung soll die „Entschlußgeschwindigkeit" bei einfachen Reaktionsversuchen betrachtet werden, weil sie im Sport (so etwa beim Laufstart) von praktischer Bedeutung zu sein pflegt. Es sei aber ausdrücklich darauf hingewiesen, daß erst die Einbeziehung der dynamischen (Kraft-) und qualitativen Art der Ausführung sowie die Rückführung auf die biologischen angeborenen Reflex- und Instinktbewegungen des Menschen, etwa in dem Sinne, wie dies neuerdings Grünbaum[2]), Amsterdam, untersucht hat, uns für die Klärung unserer Anschauungen hinreichende Unterlagen liefert.

In der sensomotorischen Reaktionsleistung haben wir vielleicht das einfachste Schema, das uns die Beteiligung und den Zusammenhang physischer und psychischer Vorgänge erläutert. Hier kann man die Quelle der Wechselbeziehungen zwischen Außenwelt und Persönlichkeit in ihrer vereinfachten Grundform aufdecken. Hier wird die Passivität der Beeinflussung durch außer uns gesetzte Reize umgeformt in die aktive, bewußte Auswirkung der psychischen Persönlichkeit. Zunächst zwar noch in einfachster, fast noch rein biologisch anmutender Form, die uns aber die stetigen Uebergänge von dem naturwissenschaftlichen Assimilationsvorgang zu den höchstwertigen psychischen Auswirkungen der Willenskraft begreiflicher erscheinen läßt und uns Ausblicke in experimentelle Untersuchungen der menschlichen Willensfreiheit eröffnet, zum mindesten aber für die Konzentration und Steigerung des Willens, des Charakters, der gesamten Persönlichkeit, die erste natürliche, weil biologische, Grundlage bietet.

So ist auch in dem Streit der Meinungen um die Ausdeutung der typischen Verschiedenheiten bei den Ergebnissen aus Reaktionsversuchen die persönliche, philosophische, mehr nach der physiologischen oder psychologischen Seite hin orientierte Einstellung oftmals bedeutungsvoll gewesen.

---

[2]) Vgl. A. A. Grünbaum, Einige Gesichtspunkte zur Psychologie der Reaktionsvorgänge. Bericht über den VII. Kongreß für experimentelle Psychologie in Marburg (S. 120), Jena, 1922.

Durch einfache Mechanik des Nervensystems ist selbst der einfache Reaktionsvorgang ebensowenig zu erklären wie durch die rein spekulative Ausdeutung des Geisteswissenschaftlers. Vielmehr muß die biologische Entwicklungsgeschichte der Reaktionsformen, wie sie z. B. Kretschmer[3]) gegeben hat, Hand in Hand gehen mit einer exakten experimentellen Erforschung und einer gleichzeitigen Beobachtung der tatsächlichen Natur des Willensvorganges[4]).

Im Interesse eines klaren Verständnisses der bei den Leibesübungen auftretenden einfachen willkürlichen Bewegungsakte geben wir zunächst eine kurze Darstellung der Versuchsverfahren[5]).

Die alte Ansicht, daß die Willenshandlungen mit der Geschwindigkeit des Blitzes vor sich gingen, geriet ins Wanken durch Untersuchungen, die sich 1795 an eine aufsehenerregende Mitteilung des Leiters der Sternwarte von Greenwich (Maskelyne) anschlossen. Der Durchgang eines Sternes durch das Fadenkreuz des Fernrohres nämlich wurde damals nach der Auge-Ohr-Methode beobachtet, d. h. der Astronom zählt die Schläge eines Sekundenpendels und schätzt den Weg des Sternes während der in Frage kommenden Sekunde in bezug auf den Meridian ab. Da der bedauernswerte Assistent des Greenwicher Observatoriums (Kinnebrock) nun den Durchgang einen erheblichen Bruchteil der Sekunde zu spät anzunehmen pflegte, wurde er kurzerhand entlassen. Erst später wurde ihm eine wissenschaftliche Ehrenrettung zuteil durch die Entdeckung des deutschen Astronomen Bessel, daß alle Beobachter in ihrer Schätzung voneinander abweichen. Und als man versuchte, diese „persönliche Gleichung" wissenschaftlich zu prüfen — Arago's Stoppuhrversuche bei Sterndurchgängen (1842) — da fand man höchst interessante Ergebnisse, die in der Oeffentlichkeit lebhaftes Erstaunen hervorriefen.

Diese Verhältnisse, die man neuerdings (u. a. Wundt, Wirth) im „Komplikationsversuch" nachgeahmt hat, lassen sich für unsere Zwecke zunächst vereinfachen. Es hatte sich gezeigt, daß man nicht imstande ist, den optischen (räumlich bewegten) Eindruck (Stern) und den akustischen (Schall) zeitlich zusammenzulegen, daß vielmehr je nach der überwiegenden Beobachtung des einen oder des anderen eine wechselnde Feststellung des Durchganges im Sinne einer Verschiebung eintritt[6]).

Die Frage nach der Dauer des Willensvorganges, die dabei offenbar von größter Wichtigkeit ist, prüfen wir im „Reaktionsversuch": wir geben einen „Reiz", etwa ein plötzlich aufblitzendes

---

[3]) Medizinische Psychologie, Leipzig, 1922. S. 39 ff.

[4]) Vgl. dazu: Pfänder, Phänomenologie des Wollens, 1900.
Schwarz, Psychologie des Willens, 1900.
Meumann, Intelligenz und Wille, 1908.
Ach, Ueber den Willensakt und das Temperament, 1910.
E. Wentscher, Der Wille, 1910.
J. Beßmer, Das menschliche Wollen, 1915.
J. Lindworsky, Der Wille, seine Erscheinung und seine Beherrschung, 1919.

[5]) Z. T. im Anschluß an eine eigene frühere Arbeit: „Die experimentelle Untersuchung von Willenshandlungen." — „Natur", Heft 3—4, 1919.

[6]) Vgl. dazu das nächste Kapitel dieses Buches: „Die Zielbeobachtungsgenauigkeit".

Licht oder einen kurzen Schall, und lassen die Versuchsperson darauf mit einem Bewegungsvorgang antworten. Wir stellen ihr also die Aufgabe, sobald sie den Reiz wahrnimmt, so schnell wie möglich eine bestimmte Bewegung auszuführen. Wenn es uns gelingt, die zwischen jenem Reiz und der Umsetzung des Willens in die Handlung liegende Zeit exakt zu messen, so gewinnen wir damit einen zahlenmäßigen Wert für die Dauer, die der Willensprozeß im Menschen braucht. Man „reagiert" gewöhnlich durch Loslassen eines einfachen

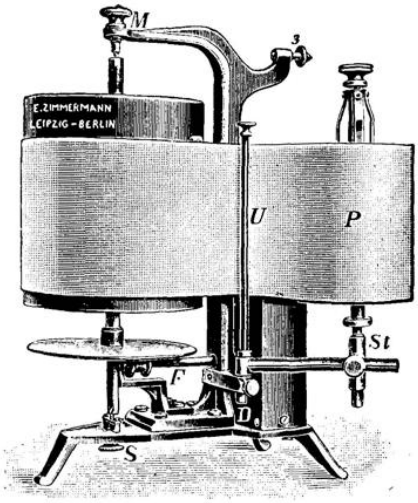

Abb. 151. Registrierapparat (Kymographion nach Baltzer-Ludwig) für psycho-physiologische Versuche.

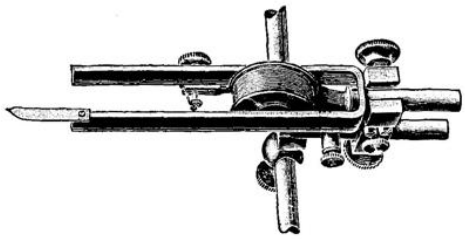

Abb. 152. Zeitschreibende Stimmgabel.

Abb. 153. Markiermagnet.

Telegraphentasters, wie ihn die Abb. 162 zeigt. Als Reiz kann man die mannigfaltigsten Sinneserregungen geben, so außer den oben angeführten z. B. durch einen elektrischen Strom eine Schmerzempfindung auf der Haut hervorrufen u. dgl. m. Den Hauptwert werden wir bei unseren Versuchen auf die genaue Registrierung der zeitlichen Verhältnisse legen müssen. Zu diesem Zwecke bedient man sich einer mit berußtem Papier überzogenen, schnell rotierenden Trommel, die in ein (durch Uhrwerk oder anderen Antrieb in Bewegung gesetztes) sogenanntes „Kymographion" (s. Abb. 151) eingespannt wird und auf der eine mit einer feinen Borste versehene Stimmgabel (Abb. 152) von bestimmter Schwingungszahl (etwa 100 pro Sekunde) die Zeit aufschreibt. Darunter bringt man einen elektrischen Markiermagneten (Abb. 153) an, mittels dessen man sowohl den Reiz als auch den Moment der Reaktion graphisch genau festhält. Man schaltet nämlich, wie die schematische Skizze in Abb. 154 erläutert, diesen Markiermagneten mit dem Reizapparat und dem Reaktionstaster in einen Stromkreis hintereinander. Bei diesem ersten Schema ist als Reiz ein

Gesichtseindruck mit Hilfe einer an einen Funkeninduktor angeschlossenen Geißlerröhre gewählt. (Gewöhnliche Glühlampen kann man deshalb nicht verwenden, weil sie infolge ihrer langen „Latenzzeit" zu spät ansprechen.) Der Versuch wird dann in der Weise ausgeführt, daß wir die Versuchsperson auf den Taster drücken und dadurch dort den Kontakt

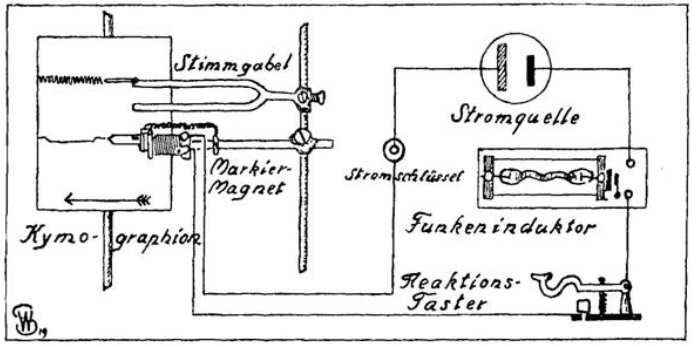

Abb. 154. Schema einer einfachen chronographischen Reaktions-Anordnung.

herstellen lassen. Nachdem sie durch ein Signal auf das bevorstehende Experiment aufmerksam gemacht worden ist, schließen wir durch Druck auf den Stromschlüssel den ganzen Stromkreis. In demselben Augenblick flammt die Geißlerröhre auf, der Markiermagnet springt an und verzeichnet die erste Marke. Gleich darauf — möglichst schnell — erfolgt auch schon die Tat des Reagenten: er läßt den Taster los. Sofort ist

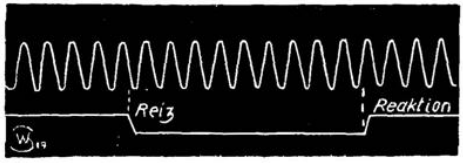

Abb. 155. Registrierte Kurve eines Reaktions-Versuches.

der Markiermagnet ohne Strom, seine Spitze springt in die alte Lage zurück und gibt damit den Moment der Reaktion an. Man bekommt also auf der Trommel des Kymographions ein Bild, wie es die Abb. 155 wiedergibt; oben die Zeitschreibung, unten die Dauer des Reaktionsvorganges. Ich habe jetzt nur nötig, die entsprechenden Schwingungen oben auszuzählen, und ich erhalte die „Reaktionszeit". (Auf der Abbildung sind es über neun Schwingungen einer auf 100 abgestimmten Gabel: die Reaktionszeit würde also etwa 0,90 Sekunden betragen.)

Wesentlich bequemer als diese Registrierung mittels des Chronographen („Zeitschreibers") gestaltet sie sich mit Hilfe des „Chronoskops" (Abb. 156), das die Zeit ohne weiteres abzulesen gestattet. Das untere große Zifferblatt dieser vielbenutzten Feinmeß-Uhr gibt $^1/_{10}$, das obere kleinere $^1/_{1000}$ Sekunde an. Vor Anstellung des Versuches wird die Tausendstel-Sekunden-Uhr, die wiederum auf dem Prinzip der schwingenden Stimmgabel beruht, durch kräftigen Zug an der Abzugsschnur in Gang gebracht. Die auf 1000 abgestimmte Gabel wird dadurch in Schwung versetzt und läßt in dem tausendsten Teil einer Sekunde jedesmal gerade eine einzige Zacke eines Zahnrades vorbei, das wegen des angehängten Gewichtes das Bestreben hat, sich zu drehen. Die Zeiger des Chronoskops stehen nun für gewöhnlich still; der Mechanismus ist aber so eingerichtet, daß im Augenblick des Reizes ein Strom geschlossen wird, welcher durch einen Magneten die Zeiger auf die beständig laufende Achse reißt. Durch die später erfolgende Reaktion wird sodann die Stromzufuhr für den Magneten wieder unterbrochen; die Zeiger schnellen in ihre Ruhelage zurück. Man braucht auf diese Weise nur die Differenz der beiden Ablesungen zu nehmen, um die gesuchte Reaktionszeit zu erhalten.

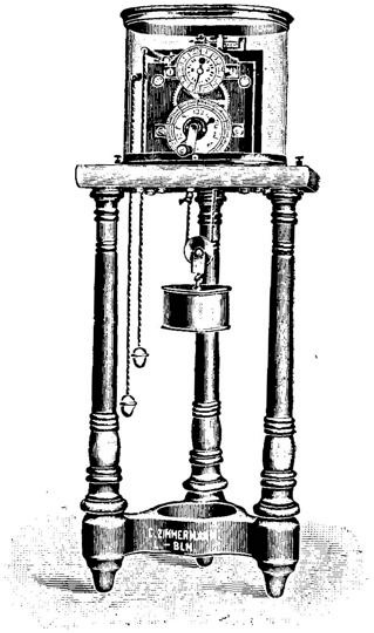

Abb. 156. Chronoskop ($^1/_{1000}$ Sek.-Uhr) nach Hipp.

Es sei also z. B. die Ablesung

	beim 1. Versuch	2. Versuch	3. Versuch	
vor dem Versuch . . .	0000	0128	0369	
nach dem Versuch . . .	0128	0369	0477	
dann ist die Reaktionszeit .	128	241	108	Tausendstel Sekunden.

Als Zeiteinheit hat man die Tausendstel-Sekunde (σ = Sigma) eingeführt; 128 σ ist also nur eine andere Schreibweise für $^{128}/_{1000}$ Sekunde.

Eine einfache Versuchsanordnung für die Benutzung des Chronoskops veranschaulicht uns die Abb. 157, in welcher als reizgebender Apparat ein Schallhammer (vgl. Abb. 158 und 159) dient. Durch Aufschlagen auf einen metallenen Amboß schließt er den zum Chronoskop führenden Strom, da ja der Reaktionstaster wie im vorigen Experiment vor Anstellung des Versuches herabgedrückt ist. (Der Stromwender hat lediglich den Zweck, die Richtung des Stromes zum Chronoskop-Magneten zu wechseln und damit den störenden Einfluß von remanentem Magnetismus zu verhindern, der das Anspringen der Zeigerkuppelung verspäten würde.)

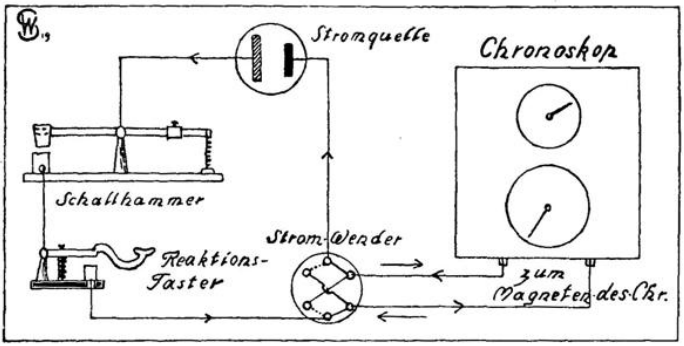

Abb. 157. Schema einer einfachen chronoskopischen Reaktions-Anordnung.

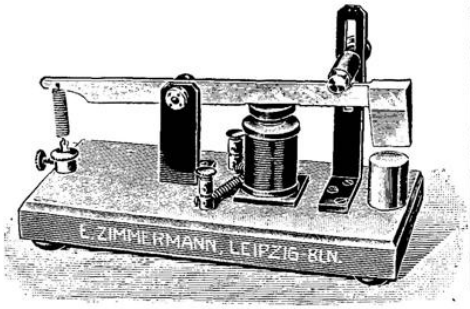

Abb. 158. Üblicher elektromagnetischer Schallhammer für Reaktions-Versuche.

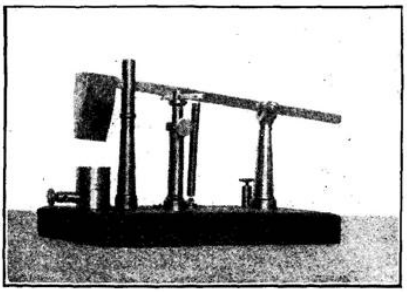

Abb. 159. Einfacher mechanischer Schallhammer (nach Schulte).

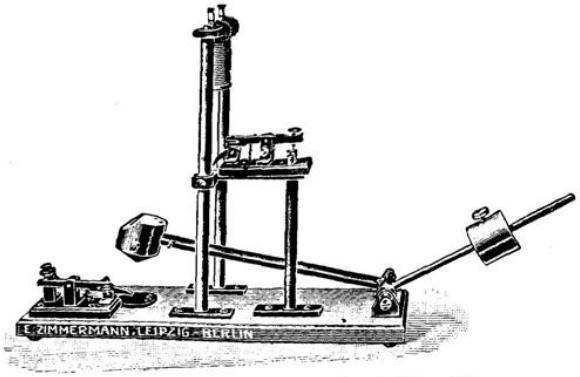

Abb. 160. Kontrollhammer (nach Wundt) zur Eichung zeitmessender Hilfsmittel.

Also wiederum ist die Anordnung leicht zu übersehen: der Schallhammer schlägt auf [7]): der Zeiger des Chronoskops wird durch dessen Magneten in das Triebwerk hineingerissen und rotiert; — der Reagent läßt den Taster los: der Zeiger schnellt in seine Ruhelage zurück und steht still, worauf dann die Ablesung erfolgen kann. Die zweite Schnur an dem Chronoskop dient schließlich zur Arretierung des Gangwerkes.

Es versteht sich von selbst, daß sowohl der bei der chronographischen Registrierung benutzte Markiermagnet als auch der Magnet der Tausendstel-Sekunden-Uhr wegen ihrer Latenz ständig auf das genaueste nachgeprüft werden müssen, und zwar geht diese Kontrolle immer wieder auf das Prinzip der (gleiche Temperatur vorausgesetzt) stets gleichmäßig schwingenden Stimmgabel zurück. Man benutzt dazu z. B. den großen Wundtschen Chronographen, der die Messung kleinster Zeiträume bis $^1/_{10000}$ Sekunde (!) erlaubt, bzw. den Kontrollhammer (s. Abb. 160), dessen Fallzeit ein für allemal genau gemessen und zur Grundlage für weitere Eichungen genommen werden kann [8]).

II. Die Ergebnisse früherer Versuche [9]).

Was sagen uns nun die auf diesem Wege gewonnenen Resultate? — Zunächst fand man, daß die Reaktionszeit stets mindestens etwa $^1/_{10}$ Sekunde beträgt und daß die Art des Reizes von Bedeutung für die Länge dieser Zeit ist. Trotz aller Schwankungen in den Ergebnissen der einzelnen Forscher kann man daran festhalten, daß Lichtreize gegenüber den Schalleindrücken eine Verzögerung der Reaktion um etwa 50 σ bewirken [10]), und daß die elektrische Hautreizung zwar etwas besser abschneidet, aber doch ebenfalls nicht ganz so kurze Zeiten wie die Darbietung von Schallreizen gestattet. Ferner ist die Stärke des Reizes von Bedeutung; denn man hat ermittelt, daß schwach gegebene, kaum merkliche (sog. „schwellige") Reize eine Verlängerung der Reaktionszeit bewirken. Am interessantesten und wichtigsten ist aber wohl die zuerst von L. Lange [11]) gemachte Beobachtung, daß es verschiedene Reaktionsweisen gibt, was man

---

[7]) In Abb. 158 ist ein elektromagnetischer Schallhammer dargestellt, der bei Stromzufuhr in den Magneten momentan angezogen wird. Wir selbst haben diesen für Reaktionsversuche unnötig teuren Reizapparat durch einen einfachen mechanischen Schallhammer ersetzt (s. Abb. 159), der bei Auslösung eines Sperrhebels durch eine Feder momentan nach unten gezogen wird und ebenfalls im Augenblick des Aufschlagens Stromkontakt gibt. Die Stärke des Schlages kann durch eine vertikale Verstellung der spannenden Feder nach Belieben des Versuchsleiters verändert werden.

[8]) Zu den Einzelheiten der Meßmethodik vgl. R. W. Schulte, Zeitmessung in wissenschaftlichen Laboratorien. Vortrag vor der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure. Mit 51 Abb. („Betrieb", März 1921, und: „Deutsche Uhrmacherzeitung", Heft 41 u. 43, Okt. 1922.)

[9]) Eine ausführliche Darstellung besonders auch der Versuchsmethodik findet sich bei Wundt, a. a. O.

[10]) Deshalb ist die akustische Reizgebung beim sportlichen Start zur Erzielung kurzer Reaktionen psychologisch durchaus richtig.

[11]) L. Lange, Die einfache Reaktion auf Sinneseindrücke. „Philos. Studien," Bd. 4, S. 479 ff.

schon bei dem Problem der Registrierung von Sterndurchgängen hätte vermuten können. Man hat, so ergab sich, die „sensorielle" Reaktion, bei der das Hauptaugenmerk auf die klare und deutliche Erfassung des Sinnesreizes gelegt wird, zu unterscheiden von der „muskulären", auf die man sich in der Weise einüben kann, daß man das Bestreben hat, sofort beim ersten Auftreten des Reizes „blitzschnell" die verlangte Bewegung auszuführen. Im letzteren Falle werden die Reaktionszeiten wesentlich verkürzt und gehen bisweilen zu 80 σ herunter. Zwischen beiden Arten, der sensoriellen und der muskulären Reaktion, steht nach Wundt in der Mitte die „natürliche", welche die Versuchsperson ohne zwangsweise Einstellung handeln läßt. Man nimmt an, daß jedes Individuum vorwiegend einen bestimmten „Typus" der Reaktionsweise vertritt und daß es seine Reaktionszeiten durch Uebung nur bis zu einem gewissen Punkte verkürzen kann. Nun ist für uns die Frage der „persönlichen Gleichung" des Astronomen gelöst: jener Assistent der Greenwicher Sternwarte war eben sensorieller Reagent, wies deshalb verhältnismäßig große Reaktionszeiten auf, war aber vielleicht anderen Personen durch größere Sicherheit in der Erfassung des Reizes überlegen. Bei der Verwertung der Ergebnisse wird man sich nach alledem nicht auf eine bloße Vergleichung der gefundenen Zeiten beschränken, sondern man wird sich der Aufgabe unterziehen müssen, die persönlichen Aussagen der Beobachter zu berücksichtigen und diese insbesondere zu fragen, was sie innerlich bei der betreffenden Reaktion erlebt haben. Eine derartige qualitative Analyse, die früher fälschlicherweise allein angewandt wurde, muß deshalb der quantitativ messenden ergänzend zur Seite treten.

Um die Durchgangsversuche zu erklären, hat man Apparate konstruiert, bei denen ein Zeiger ziemlich schnell über eine Skala streicht, wozu an einer bestimmten Stelle, welche von der Versuchsperson anzugeben ist, ein Schallreiz, etwa ein Glockenzeichen, ertönt. Oder aber man gibt den Auftrag, den auf einem ebensolchen Zifferblatt rasch rotierenden Zeiger durch einen elektrischen Unterbrecher an einer befohlenen Stelle festzuhalten. Dabei zeigt es sich, daß man der abwartenden Reaktion, die den Reiz erst ruhig herankommen läßt und naturgemäß Verzögerungen aufweist, die „antizipierende" gegenüberzustellen hat, bei welcher der Antrieb zur Willenshandlung vorweggenommen und in dem zuletzt angeführten Beispiel der Zeiger oft sogar vor der gewünschten Stelle arretiert wird.

Von Einfluß auf die Länge der Reaktionszeit ist, wie andere Versuche lehrten, auch die Darbietung eines Vorsignals[12]), und zwar ist dies von besonders günstiger Wirkung bei der muskulären Reaktion, welche eben die ganze Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt und für welche eine Vorbereitung auf die verlangte Höchstleistung um so wünschenswerter ist. Dabei ist es zur Kontrolle der Aufmerksamkeit sehr angebracht, sog. Vexier- oder Täuschungsversuche einzuschalten, bei denen der erwartete Reiz ausbleibt oder zu einem anderen Zeitpunkt als gewöhnlich erfolgt; auch in diesem Falle reagiert der ohne Ueberlegung

[12]) Im Sport das Startkommando: „Auf die Plätze — — fertig — Schuß!!"

handelnde oder vorschnell losschießende Beobachter, ohne sich über das wirkliche Eintreten des Reizes klar zu werden. Sehr interessant sind die von verschiedenen Forschern angestellten Störungsversuche: die Ablenkung ist am größten bei disparaten (ungleichartigen) Reizen, z. B. wenn ein Lichtreiz und ein Nebengeräusch gleichzeitig auf die Versuchsperson einwirken. Dann kann die Reaktionszeit bis auf den doppelten Betrag anwachsen.

Die Kraepelinsche Schule[13]) hat sich durch die Untersuchung des Einflusses von bestimmten Anregungsstoffen und Giften auf die Reaktionszeit verdient gemacht. Alkohol, Aether und Chloroform ließen, in kleinen Dosen verabreicht, anfangs eine Verkürzung, dann eine Verlängerung der Reaktionsdauer, in größeren Mengen jedoch eine bloße Verlängerung erkennen, was ja mit den praktischen Erfahrungen über die Wirkung dieser Stoffe durchaus übereinstimmt. Die wirksamen Bestandteile von Kaffee und Tee erzeugten stets eine Herabsetzung der Reaktionszeit, dürften also immerhin eine wenigstens vorübergehende Erhöhung der Leistung im Gefolge haben. Damit ist natürlich nicht ausgemacht, ob und inwiefern auch diese Genußmittel nicht eine sonstige biologische Schädigung des Organismus hervorrufen.

So einfach nun ein gewöhnlicher Reaktionsvorgang auch scheinen mag — es wäre verfehlt, ihn für einen einheitlichen Ablauf seelischer Prozesse zu halten, denn er setzt sich aus mehreren, sehr verschiedenartigen Teilvorgängen zusammen: und zwar dem rein physiologischen Moment der Erregung des Sinnesorgans, der Fortleitung der Empfindung bis ins Großhirn und ihrer Verarbeitung in der Großhirnrinde, weiter aus dem psychischen Prozeß des Eintritts in das Blickfeld und den Blickpunkt des Bewußtseins. Der umgekehrte absteigende Weg ist ähnlich: die Auslösung des Willensvorganges ist rein psychisch, die Leitung auf den motorischen Nervenbahnen zum Muskel physiologischer und die Ausführung der Bewegung endlich physiologischer bzw. physischer Natur. Diesen ganzen Komplex zu analysieren, wird wohl kaum jemals durch das Experiment möglich sein; das Körperliche bietet uns stets eine unüberwindliche Schranke dar, die uns den Einblick in den Ablauf psychischer Funktionen verschließt. Wie wir uns auch sträuben mögen: — über Analogieschlüsse kommen wir auf diesem Gebiete vorläufig nicht hinweg.

Wohl aber vermögen wir, wie Donders und Wundt zuerst versucht haben, höhere psychische Prozesse einzuschieben und durch Ermittlung des zeitlichen Zuwachses deren Dauer zu bestimmen. Auf diese Weise hat man für eine einfache Erkennung und Unterscheidung zwischen zwei verschiedenen Reizen den Wert von annähernd 40 σ, für eine zusammengesetzte Erkennung bis zu 400 σ gefunden. Aehnliche Zahlen ergeben sich für einfache oder komplexe Wahlhandlungen, wenn wir etwa die Aufgabe stellen, von zwei möglichen

---

[13]) Siehe Kraepelin, Ueber die Beeinträchtigung einfacher psychischer Vorgänge durch einige Arzneimittel, 1892 (s. auch „Philos. Studien", Bd. 1, 1883, S. 573 ff.).

Dehio, Ueber den Einfluß des Koffeins und des Tees usw. Diss. Dorpat, 1887. „Kraepelins Psychol. Arbeiten", Bd. 1, 3, 4 (Teebestandteile, Alkohol u. a.)

Reizen den einen zu beantworten, auf den anderen aber nicht zu reagieren. Besonders hohe Werte (etwa 800 σ) beansprucht die Assoziationszeit: man soll mit einem zugerufenen Wort ein anderes assoziieren, z. B. kann das Reizwort „Himmel" die Reaktion „Wolke" auslösen oder auf „Stuhl" die Reaktion „Tisch" erfolgen usw.

Nun darf man nach all diesen Erörterungen aber nicht etwa glauben, daß die experimentelle theoretische Willenspsychologie ohne praktische Bedeutung sei. Man kann im Gegenteil geradezu den Astronomen Bessel als den Begründer der „angewandten Psychologie" betrachten, seit er den Durchgangsversuchen mit psychologischem Rüstzeug zu Leibe rückte. Man benutzt die Reaktionsversuche ferner zur Untersuchung der Denkvorgänge (Würzburger Schule) oder zur Anstellung von Ermüdungsmessungen, wobei man in der Verlängerung der Reaktionszeit ein brauchbares Mittel zur Erkennung der steigenden Ermüdung besitzt oder die Dauertat mit Hilfe des „Ergographen" (s. Kapitel 5) während eines längeren Zeitraumes untersucht. Für die psychiatrische Diagnostik[14]) sind des weiteren die Reaktionszeiten von Interesse, gestatten sie doch unter Umständen wertvolle Schlüsse auf den pathologischen Zustand des zu Untersuchenden. Besonders interessant ist auch die neuerdings ausgebildete Tatbestandsdiagnostik[14]), die es — eine gewisse Vorsicht ist noch immer geboten — durch Verwendung von bestimmt gegebenen Assoziationsversuchen ermöglicht, die Spuren aufzudecken, die ein bestimmtes Vergehen in der Seele des Täters hinterlassen hat.

Von allergrößter Bedeutung endlich ist die experimentelle Untersuchung des Willens für das Wirtschaftsleben in seinen mannigfachsten Formen geworden. Zuerst waren es die Amerikaner, die beim Ausbau des Taylorsystems sich auch der Reaktionsversuche bedienten, um die Arbeiter auf ihre Fähigkeiten hin zu untersuchen. Vor allem stellen heute die Berufe des Kraftfahrers, des Straßenbahnführers und des Eisenbahners an das Willensleben hohe Ansprüche. Hier hängt von der Geistesgegenwart und schnellen Reaktionsfähigkeit häufig das Leben einer Anzahl von Menschen ab. Es ist daher höchst wünschenswert, daß die Anwärter auf solche Berufe vor ihrer Ausbildung bzw. Einstellung von Fachpsychologen eingehend untersucht werden. Das Militär hat mit der psychologischen Eignungsprüfung von Fliegern, Funkern, Kraftfahrern und meßtechnischem Personal den Anfang gemacht, die Dresdener Eisenbahndirektion ist mit einem Prüfungslaboratorium für Eisenbahner und die Große Berliner Straßenbahn dann mit einem für Straßenbahnführer gefolgt. Auch bei den technisch-industriellen Eignungsprüfungen an Lehrlingen und Arbeitern pflegt die Untersuchung der Reaktionsfähigkeit (für das Bedienen von Maschinen usf.) eine hervorragende, freilich heute noch nicht eindeutig klargelegte Rolle zu spielen.

---

[14]) Vgl. R. Sommer, Lehrbuch der psychopathologischen Untersuchungsmethoden. — Ders., Kriminalpsychologie, Leipzig, 1904. — R. W. Schulte, Streiflichter aus der experimentellen Kriminalpsychologie. (Mit 10 Abb.) „Natur", XI. Jahrgang, Heft 17/18, 1920. (Auch in der „Polizeischule", Nr. 12/13, 1921.)

III. Reaktionsversuche im Sport.

Beispiele für eindeutig einfache Reaktionsversuche gewahren wir im Sport bei dem Start besonders des Kurzstreckenläufers (Abb. 161), des Schwimmers, wo eine ganz bestimmte verlangte Bewegung (nach vorbereitender Einleitung durch ein Vorsignal zur Anspannung der höchsten Aufmerksamkeit) auf ein bestimmtes, bekanntes und erwartetes (hier akustisches) Signal hin zu erfolgen hat. Schöne Beispiele bieten auch das sofortige Verfolgen des Gegners beim Abschlagen auf die vorgestreckte

Abb. 161. Startübung (große Reaktionsschnelligkeit) im Sport.

Hand, die exakte rhythmische Ausführung von Freiübungen nach gegebenem (optischem) Eindruck, das schnelle Reagieren auf (taktile) Reize beim Drittenabschlagen und ähnliche Fälle. Die meisten sonstigen schnellen Reaktionsleistungen im Sport erfolgen selten auf einfache, plötzlich auftauchende, verabredete Reize, sondern entsprechen mehr der dauernden subjektiven Verfolgung eines Bewegungsvorganges, sei es des eigenen Körpers oder eines fremden Objektes. (Kopf-, Salto-, Schraubensprünge, Skisprünge, Uebungen am Reck, Barren, Pferd — auf der anderen Seite die Leistungen des Fechters, Boxers, Ringers, Jiu-Jitsu-Kämpfers, Tennis-, Fußball-, Hockey-, Rugbyspielers usf.). Schon die Leistung des Fußballtorwächters stellt stets eine kompliziertere Wahlhandlung dar, bei der verschiedene Reaktionsformen in bezug auf Art und Form der Entscheidung möglich sind, wenngleich die Reaktionszeit selbst dabei eine beträchtliche Rolle spielt. Auch im Berufsleben sind ganz reine Reaktionsleistungen ziemlich selten (man denke etwa an den Straßen- oder Hochbahnführer, der auf ein gegebenes Signal hin abfahren soll) und meist den Durchgangsbeobachtungen (so bei der Bedienung von Drehbänken,

Stanzen, Bohrmaschinen) oder komplexen Dauerbeachtungen (beim Kraftfahrer, Flieger, Kranführer usf.) angenähert, die ihren Abschluß besonders bei den Verkehrsberufen in selbständigen Entscheidungsvorgängen auf Grund der jeweiligen Situation finden.

Je komplexere Anforderungen die Sportart stellt, um so größere Durchkreuzungen können sich einmengen: man vergleiche z. B. einen einfachen, fast mechanisch ablaufenden Sprinterstart mit den taktischen Finten, Scheinstößen und formalen Verschiebungen, wie sie etwa der Boxer oder Fechter dauernd aufwendet. Dabei sei zugleich auf die Wechselbeziehungen zwischen Reaktionsart einerseits und Auffassungsgabe, Intelligenz und Temperament andererseits hingewiesen. Besonders das psychische Tempo, das einen wesentlichen Bestandteil der Temperamentsanlage ausmacht, dürfte in interessantem Zusammenhang mit der Reaktionsleistung stehen. Mit der persönlichen Wertigkeit scheint die Reaktionsgeschwindigkeit an sich wenig zu tun zu haben, da neben der Quantität der Leistung (eben der Zeit) auch die Qualität (die Zuverlässigkeit, Besonnenheit, Sicherheit, Regelmäßigkeit, Bereitschaft) gerade bei den zusammengesetzteren Reaktionsformen von grundlegender Bedeutung sein dürfte. Man muß sich nach unseren Erfahrungen davor hüten, den Begriff der „kurzen Leitung" im Sinne einer schnellen, einfachen Reaktionshandlung ohne weiteres auf das Gebiet der geistigen Veranlagung zu übertragen. Ebenso wie bei den Gedächtnisleistungen scheint die Reaktionsschnelligkeit zwar in gewisser innerer, aber nicht eindeutig bestimmbarer Korrelation zu anderen zentralen psychischen Leistungen zu stehen. Auch zeigt es sich immer wieder, daß die Versuchstechnik für die Gewinnung und Ausdeutung der Ergebnisse von entscheidender, verändernder Bedeutung sein kann. Die höheren und zusammengesetzten Reaktionsformen, wie Zuordnungsreaktion, Wahlhandlung, Mehrfachhandlung, Reihenhandlung, die Beziehung der willkürlichen Bewegungen zu Reflex, Instinkt, Trieb, Automatie, endlich die Uebergänge zu den eigentlich zentralen Vorgängen der Entschließung, die Begriffe Geistesgegenwart, Entschlußkraft, Willensenergie, Mut usf. sollen in ihrer Bedeutung für die Leibesübungen später an anderer Stelle geschildert werden.

Zur Klärung der Frage, welche Rolle die Reaktionszeit im Sport tatsächlich spielt, wurden von uns während der Stadionkurse der Deutschen Hochschule für Leibesübungen im Sommer 1920 insbesondere Leichtathleten, Schwimmer und Fußballer (insgesamt 40 Versuchspersonen) in 50 Doppelreihen in bezug auf die Reaktion der rechten und linken Hand bzw. des rechten und linken Fußes untersucht [15]). Die Prüfungen wurden in einem ruhigen Raum des Laboratoriums mit Hilfe des Hippschen Chronoskops und akustischer Reizdarbietung nach einer Vorsignalzeit von 1 Sekunde durchgeführt. Hier und da eingeschaltete Vexier- oder Kontrollversuche mit heterogenen Reizen dienten der Ausschaltung von Antizipationen. Die Instruktion lautete, möglichst schnell zu reagieren. Es

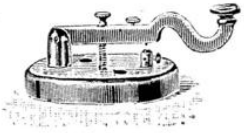

Abb. 162. Reaktions- (Morse-) Taster.

[15]) Durchführung und Auswertung der Versuche: W. Nolte.

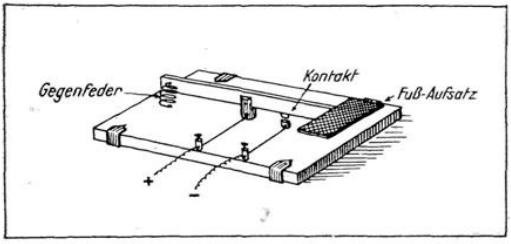

Abb. 163. Reaktions-Fußhebel (Schulte).

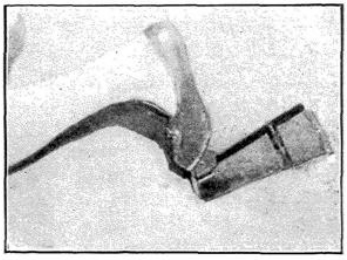

Abb. 164. Start-Fußhebel.

wurde ein möglichst gleichmäßiges ungestörtes Verhalten der Versuchspersonen angestrebt, die sich mit besonderer Lust und Liebe den Prüfungen widmeten. Zur Ausführung der Reaktionen der Hand (rechts und links) diente der übliche Reaktionstaster (Abb. 162); für die Fußreaktionen wurde ein besonderer Hebel (s. Abb. 163—165) verwendet[16]). Eine Anzahl von Vorversuchen diente der volkommenen Anpassung der Prüflinge an die Versuchsaufgabe.

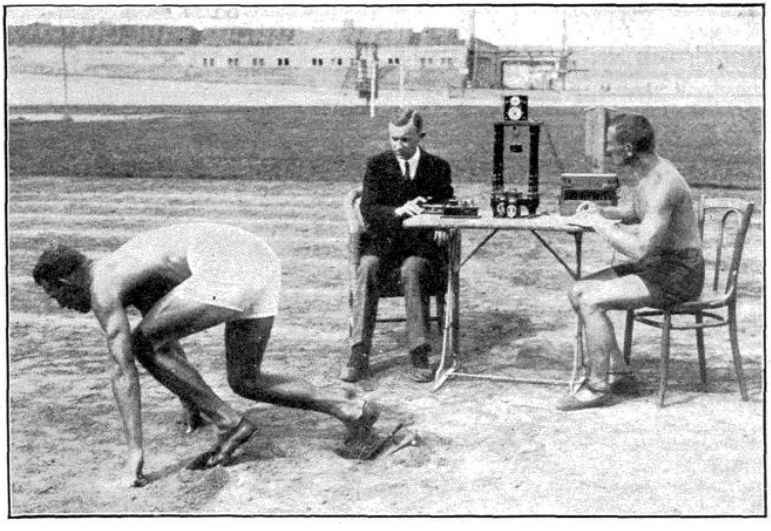

Abb. 165. Versuchsanordnung zur Reaktionsmessung beim Start.

Die Ergebnisse unserer Versuche gehen aus den Kurventafeln in Abb. 166 und 167 hervor. In Abb. 166 sind in den 29 Einzelbildern die Reaktionszeiten für 29 Sportler in bezug auf die Ausführung durch die rechte und linke Hand angegeben, und zwar sind die Leistungen der Güte nach, von 1 anfangend, geordnet; bei gleichen Mittelwerten der Reihen entscheidet die Regelmäßigkeit der Aufeinanderfolge der Einzelzeiten, von links anfangend. Bewertet sind für jede Versuchsperson 10 Reaktionen mit dem rechten bzw. linken Zeigefinger. Die Zeiten

[16]) Die Anordnung zur Prüfung der Stoßschnelligkeit von Fußballspielern geht aus R. W. Schulte, „Leib und Seele im Sport", Abb. 8, hervor.

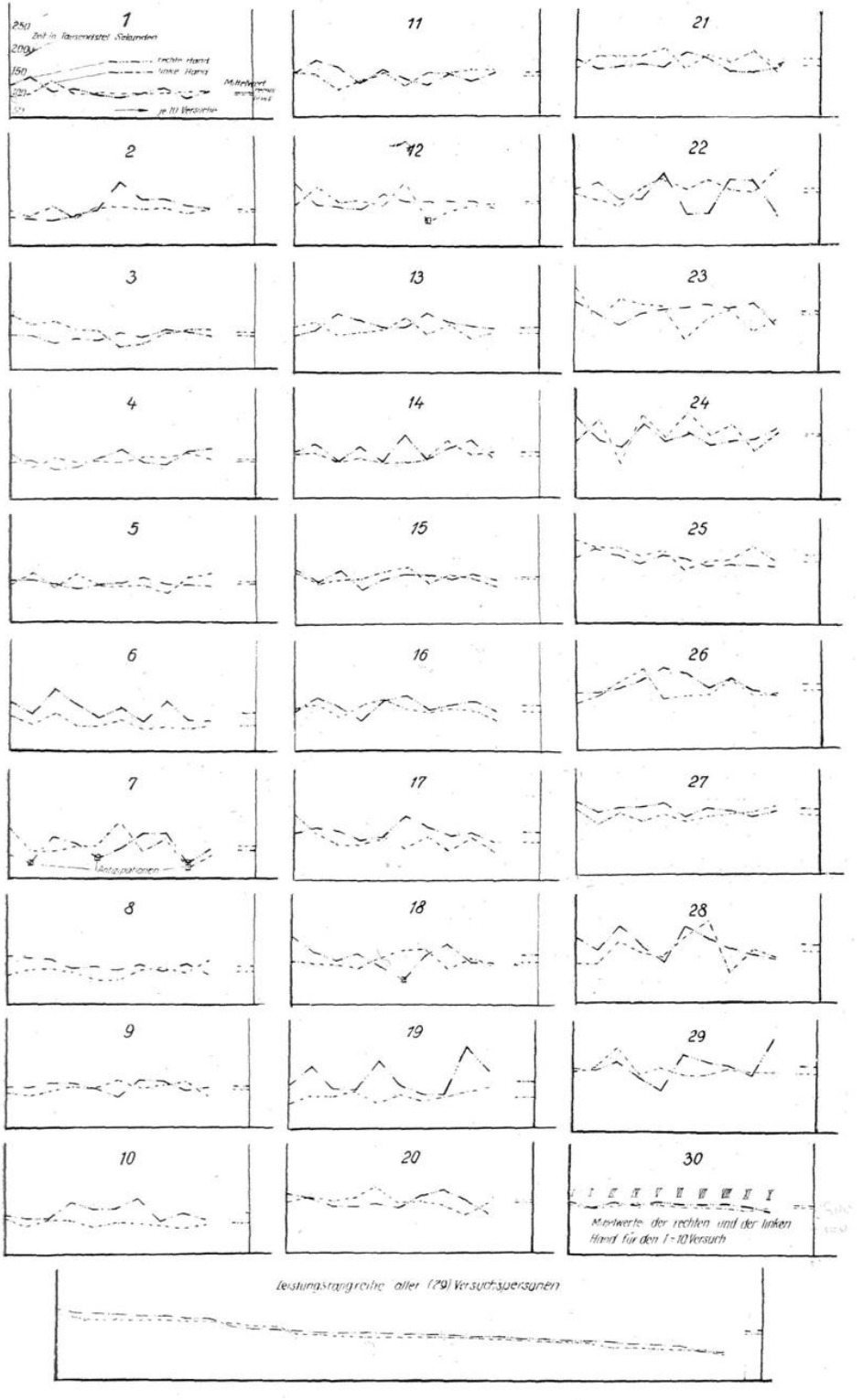

Abb. 166. Ergebnisse von Reaktionsversuchen an Sportlern. (Rechte und linke Hand.)

sind in Tausendstel Sekunden angegeben, eine kleine wagerechte Linie rechts gibt den jeweiligen Mittelwert an. Eine Mittelwertkurve für den ersten bis zehnten Versuch links und rechts gibt die Zusammenfassung der Personalzeiten, eine Leistungsrangreihe der Mittelwerte aller Prüflinge die gesamte Variationsbreite der individuellen Unterschiede an. Die zugehörige Tabelle erläutert, unter Zugrundelegung der Ordnungszahlen auf der Bildtafel, die beruflichen und sportlichen Vorbedingungen der Versuchspersonen.

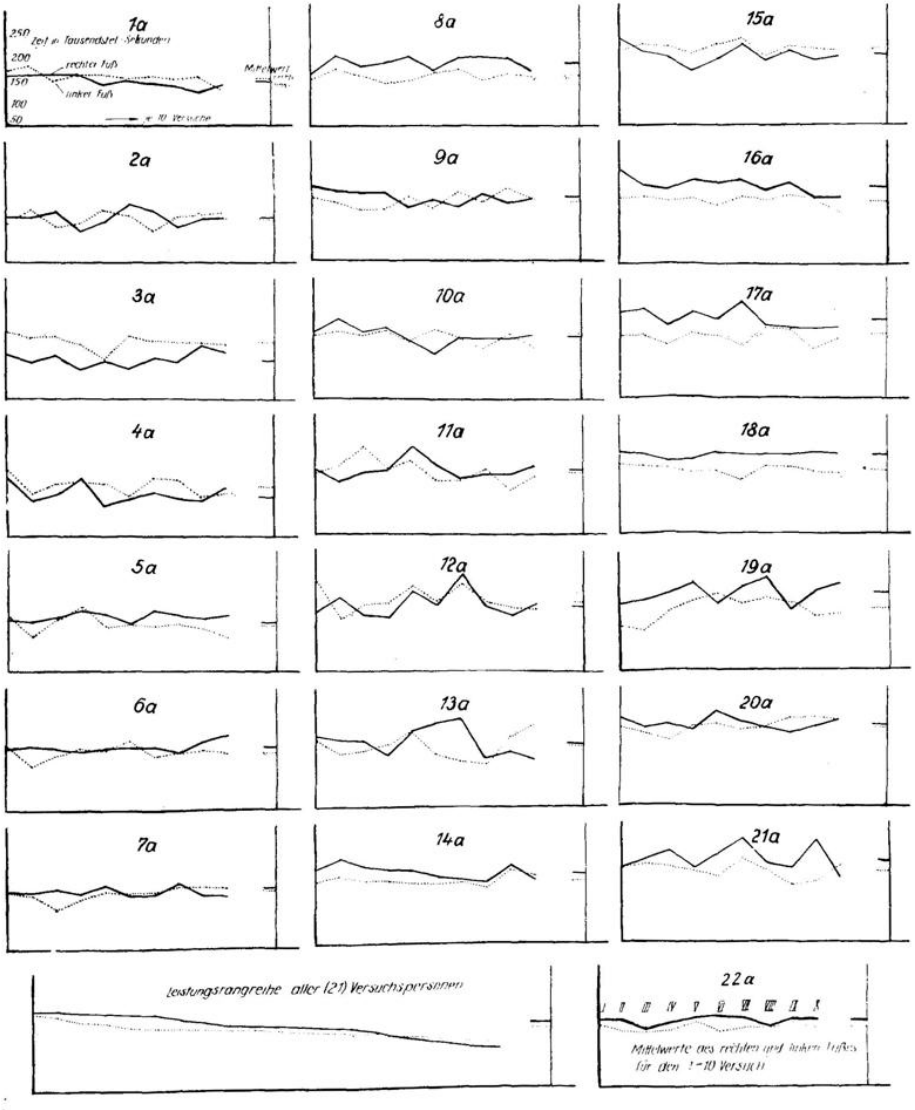

Abb. 167. Ergebnisse von Reaktionsversuchen an Sportlern. (Rechter und linker Fuß.)

Tabelle 1.

Zu den Reaktionsleistungen (rechte und linke Hand) der Abb. 166.

Nr.	Alter	Beruf	Sportart	Seit Jahren
1	40	Schwimmlehrer	Schwimmen	20
2	20	stud. rer. gymn.	Leichtathletik, Laufen	7
3	34	Schwimmeister	Schwimmen	20
4	29	stud. rer. gymn.	Leichtathletik	1/2
5	22	Angestellter	a) Schwimmen b) Leichtathletik	a) 10 b) 1
6	20	Beamter	a) Schwimmen b) Leichtathletik	a) 13 b) 2
7	39	Turnlehrerin	a) Schwimmen b) Turnen	a) 6 b) 25
8	44	Arzt	Schwimmen u. Leichtathletik	25
9	18	Kaufmann	a) Schwimmen b) Leichtathletik	a) 10 b) 3
10	24	Bergmann	Schwimmen	10
11	25	Schuhmacher	Schwimmen	12
12	21	stud. phil.	a) Schwimmen b) Leichtathletik	a) 9 b) 5
13	39	Elektrotechniker	a) Turnen b) Schwimmen	a) 25 b) 10
14	20	stud. med.	Leichtathletik	7
15	30	Schwimmlehrer	Schwimmen	15
16	19	Volontär	a) Schwimmen b) Leichtathletik	a) 8 b) 2
17	31	Studienrat	a) Turnen b) Schwimmen	a) 20 b) 12
18	21	Handlungsgehilfe	Schwimmen (Boxen, Ringen)	10
19	27	Unter-Feldwebel	a) Schwimmen b) Turnen c) Leichtathletik	a) 14 b) 16 c) 8
20	33	Kaufmann	Schwimmen	25
21	27	Tischler	Schwimmen und Turnen	20
22	27	Mechaniker	Fußball und Boxen	5
23	21	Kaufmann	a) Schwimmen b) Fußball	a) 12 b) 9
24	32	Kaufmann	a) Turnen b) Schwimmen	a) 22 b) 16
25	17	Mechanikerlehrling	gelegentlich Sport	
26	33	Professor	a) Turnen b) Fechten	a) 13 b) 10
27	29	Stadtsekretär	Schwimmen	17
28	20	stud. med. dent.	a) Schwimmen b) Hockey c) Leichtathletik	a) 11 b) 6 c) 2
29	23	Angestellter	Schwimmen	12

In gleicher Weise zeigt Abb. 167 die Ergebnisse von 21 Sportlern in bezug auf die Reaktion von rechtem und linkem Fuß; die entsprechende Tabelle enthält wiederum die Personalangaben und erläutert in der letzten Spalte, welche Versuchspersonen bereits in bezug auf die Reaktion der oberen Gliedmaßen geprüft wurden.

Tabelle 2. (Zu Abb. 167).

Nr.	Alter	Beruf	Sportart	Seit Jahren	Auf Tab. 1 ha die Versuchsperson
1a	23	cand. med.	Fußball	10	
2a	18	Kaufmann	Schwimm., Leichtathl.	10, bzw. 3	Nr. 9
3a	28	Musiklehrer	Fußball	13	
4a	39	Turnlehrerin	a) Schwimmen b) Turnen	a) 6 b) 25	Nr. 7
5a	24	Bergmann	Schwimmen	10	Nr. 10
6a	33	Professor	a) Turnen b) Fechten	a) 13 b) 10	Nr. 26
7a	20	stud. chem.	Fußball	10	
8a	39	Elektrotechniker	a) Turnen b) Schwimmen	a) 25 b) 10	Nr. 13
9a	30	Schwimmlehrer	Schwimmen	15	Nr. 15
10a	25	Eisenbahnanwärter	Fußball	10	
11a	22	Dreher	Leichtathletik		
12a	27	Architekt	a) Fußball b) Flugsport	a) 12 b) 3	
13a	27	Mechaniker	Fußball und Boxen	5	Nr. 22
14a	25	Offizier a. D.	Fußball	10	
15a	34	Kaufmann	Fußball	16	
16a	28	Eisenbahngehilfe	Fußball	15	
17a	21	Handlungsgehilfe	Schwimmen (Boxen, Ringen)	10	Nr. 18
18a	29	Stadtsekretär	Schwimmen	17	
19a	32	Kaufmann	Turnen, Schwimmen	22, bzw. 16	Nr. 24
20a	17	Mechanikerlehrling	gelegentlich Sport		Nr. 25
21a	24	Bankbeamter	a) Schwimmen b) Leichtathletik c) Fliegen	a) 11 b) 7 c) 3	

An die früher erwähnte Untersuchung von Lange im Wundtschen Laboratorium in Leipzig hat sich eine ausgedehnte Diskussion angeschlossen, ob die muskuläre und die sensorielle Form der Reaktion individuelle Typen der Reaktionsweise darstellen (so Baldwin [17]), Farcand,

[17]) Types of reaction. „Psychological Review", vol. 2, 1895, S. 259.
Weitere Literatur s. bei Wundt, a. a. O., u. The type-theory of reaction. „Mind", V, 1896.
S. auch Titchener: The type-theory of the simple reaction. „Mind", IV, V, 1895/96.

Hill, dagegen Angell und Moore). Flournoy [18]) gab später im Anschluß an diese „Typentheorie" vier Grundformen an: die motorische, zentrale, indifferente und sensorielle, W. Stern unterscheidet einen objektiven und subjektiven Reaktionstypus, Meumann einen impulsiven und intellektuellen (beobachtenden). Auf Grund der Versuche von Alechsieff [19]) und Bergemann [20]) nahm Wundt eine mittlere „natürliche" Reaktionsweise an, die den meisten Menschen eigentümlich sei, und insbesondere Deuchler [21]) hat unter Benutzung der Grundsätze der sog. „Kollektivmaßlehre" im Gegensatz zu den älteren Versuchen, die sich mit wenigen Versuchen begnügten, die Wichtigkeit der Ausführung zahlreicher planmäßiger Einzelversuche und ihrer Verrechnung nach den Gesichtspunkten der psychophysischen Methodik (Durchschnittswerte, Streuungsmaße usf.) betont [22]).

Uns selbst interessierte weniger die Ableitung theoretisch-allgemeiner Typenformen als die Untersuchung der Reaktionsschnelligkeit zahlreicher Individuen in bezug auf ihre Variationsbreite, ferner auf Uebung, Ermüdung, Konstanz der Leistung, Unterschiede der Zeiten für die oberen und unteren Gliedmaßen, für rechts und links. Daneben kann die spätere Untersuchung einiger weniger hervorragender Rekordleute in großen Versuchsreihen neuen Aufschluß geben, etwa wenn man unsere berühmten Boxer, Fechter, Fußballtorwächter, Tennisspieler usf. prüfen würde. Insbesondere würden auch Entwicklungskontrollen der Reaktionszeit während eines Sportunterrichtsganges oder während eines scharfen Trainings von besonderem Interesse sein.

Zu den Ergebnissen! Wie aus Abb. 166 hervorgeht, finden wir die von Salow [23]) angegebene Tatsache, daß die Reaktion mit der linken Hand etwas kürzere Zeiten als die mit der rechten ergibt, fast durchweg, besonders deutlich aus Bild 6, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 27, 28, 29 sowie der untenstehenden Leistungsrangreihe, bestätigt. Vielleicht mag diese Tatsache beim Boxkampf eine Rolle spielen. Das Entsprechende gilt nach Abb. 167 für den Fuß.

Vergleicht man die Einzel- und besonders die Mittelwerte der Reaktionen von Hand und Fuß miteinander, so zeigt sich, daß die Zeiten für die Fußreaktionen durchschnittlich 50 σ höher liegen, was auf die längere motorische Leitungsbahn sowie auf geringere Uebungsfähigkeit der Beinmuskulatur zurückzuführen wäre.

Aus der Aufeinanderfolge der Einzelzeiten bei den verschiedenen Versuchspersonen geht die Verbesserung der Leistung bei zunehmender

---

[18]) Observations sur quelques types de réaction simple. Genève, 1896.

[19]) Reaktionszeiten bei Durchgangsbeobachtungen, „Philos. Studien", Bd. XVI, 1900, S. 15 ff.

[20]) Reaktion auf Schalleindrücke, nach der Methode der Häufigkeitskurven bearbeitet. „Philos. Studien", Bd. I, 3/4, S. 179 ff.

[21]) Beiträge zur Erforschung der Reaktionsformen. „Psychol. Studien", Bd. 4, 1919, S. 353 ff.; 5, 1910, S. 163 ff.; 8, 1913, S. 117 ff.

[22]) Ausführliche Diskussion bei Wundt, a. a. O., S. 394 ff.

[23]) Untersuchungen zur uni- und bilateralen Reaktion, „Psychol. Studien", Bd. 7, 1912, S. 1 ff., 8, 1913, S. 501 ff.

Uebung hervor, sobald sich die Kurve nach unten senkt. Besonders ausgesprochene Beispiele dafür sind Abb. 166, Bild 1, 3, Abb. 167, Bild 1a, 10a, 14a. Insgesamt betrachtet, ist der Uebungszuwachs bei den von uns vorgenommenen je zehn Versuchen, wie aus der Abb. 167, Bild 30, und Abb. 167, Bild 22a, hervorgeht, nicht allzu erheblich, was in gewissem Sinne für eine relative Konstanz der typischen Reaktionsformen spricht.

Die Verschiedenheit der Einzelzeiten bei derselben Versuchsperson (die sog. „Streuung") entspricht der Zuverlässigkeit der Apperzeptionseinstellung und ist abhängig von den „Dispositionsschwankungen". Von hervorragender Gleichmäßigkeit der Reaktionszeit sind die Prüflinge in Abb. 166, Bild 1, 3, 4, 5, 8, 9 (auch 27 trotz absolut genommen langer Zeit), in Abb. 167, Bild 1a, 5a, 6a, 7a, 14a, 18a u. a.; typisch schwankend, unzuverlässig, ohne die Fähigkeit gleichmäßiger Willenskonzentration, etwa die Versuchspersonen in Abb. 166, Bild 7 (bei sehr kurzer Reaktionszeit), 19, 24, 28, 29, in Abb. 167, Bild 12a, 19a, 21a. Im allgemeinen machen die Verlaufsformen der Fußreaktionen einen etwas stetigeren Eindruck.

Geringe Ermüdungserscheinungen durch Abnahme der Konzentrierungsfähigkeit kennzeichnen sich als Längerwerden der Reaktionszeit deutlich in Abb. 166, 19 rechts, 29 rechts und Abb. 167, 19a rechts, 21a rechts.

Unsere Ergebnisse bestätigen im wesentlichen die Typentheorie [24]). Die Vermutung Lehmanns, daß der Uebergang von sensorieller zu motorischer Reaktion einfach Sache der Uebung sei, scheint nicht zuzutreffen. Im Gegensatz zu ihm, der individuelle Verschiedenheiten in der Reaktionszeit nicht feststellen konnte, tritt bei uns eine reiche Abstufung und Differenzierung auf, sowohl was die Reaktionszeit anbetrifft: in quantitativer, wie auch, wenn wir die Streuung und Uebung berücksichtigen, in qualitativer Hinsicht. Die in theoretischen Laboratoriumsversuchen künstlich isolierten Extremtypen treten bei unserer natürlichen variationsstatistischen Untersuchung nicht auf, vielmehr finden wir, wenn wir uns die beiden Leistungsrangreihen in Abb. 166 und 167 betrachten, einen stetigen Uebergang der Werte, der dem von Wundt angeführten großen Streuungsbereich der mittleren, natürlichen Reaktionsweise entspricht. Die Variationsbreite für die Handreaktionen geht von 105 bis 210 σ, die für die Fußreaktionen von 130 bis 220 σ, die Mittelwerte sind 155 bzw. 175 σ. Vergleicht man diese Werte mit denen der Fachliteratur, so ergibt sich, daß der Sportler durchschnittlich etwas geringere Zeiten aufweist als der nicht besonders stark Leibesübungen treibende Mensch. Nach unten hin scheinen sich die Zeiten bei hervorragenden Sportlern erheblich abzukürzen: so finden wir bei guten Fußballern oder Leichtathleten mit lebhaftem Temperament häufig Reaktionszeiten (für akustische Reaktion) von 100 bis 110 σ, die kürzesten Zeiten (etwa 85 bis 90 σ, keine Antizipationen) fand ich gelegentlich anderer Versuche bei einem Boxer und Ringer, der äußerlich in seiner Bewegungsform keinen besonders lebhaften Ausdruck zeigte. Typisch sind in Abb. 166, Bild 7, die bei einer sehr kurz reagierenden Turnlehrerin auftretenden Antizipationen.

---

[24]) Vgl. dazu Grundland, Reaktionsversuche am Federergographen, „Arch. f. d. ges. Psychologie", Bd. 35, 1916, S. 252 ff.

Was wir in der differentiellen Psychologie „Typen“ nennen, sind immer extreme Kristallisationen besonderer Eigentümlichkeiten. Meist haben wir bei der variationsstatistischen Betrachtung und Ableitung unserer Ergebnisse mehr einen ständigen Uebergang in quantitativer und qualitativer Hinsicht. Will man die oberen und unteren Grenzwerte als „typisch“ auffassen, so mag die Bezeichnung der kurzen oder langen „Leitung“ im Sinne der Reaktionsschnelligkeit bestehen bleiben. Auch bei Betrachtung der Streuungswerte des Individuums finden sich stets Uebergänge, Ausgleichungen, Abrundungen statt starrer schematischer abstrahierter Formeln.

Eins scheint besonders wichtig zu sein: daß sich nämlich trotz langjähriger, dauernder, oft durch scharfes, systematisches Training bis aufs äußerste getriebener Uebung die Versuchspersonen trotzdem nicht nach der Richtung des schnellen, motorischen Reaktionstypus hin entwickelt haben. Falls die natürliche Veranlagung, der angeborene „Typus“, sich mit fortschreitender Uebung ganz oder erheblich verändern würde, müßte bei einer derart intensiven und unablässigen Beanspruchung des sensomotorischen Systems, wie wir es im Sport haben, die Variationsbreite ganz wesentlich zusammenschrumpfen. Sicher würde eine Untersuchung der komplexen Reaktionsformen ein anderes Bild geben: eine hochgradige Uebung. Bei den einfachen Reaktionsweisen ist dies nicht der Fall[25]): sie bleiben erhalten, die psychologische Eignungsprüfung würde hier besonders ertragreich sein, zumal uns zahlreiche Einzelversuche an Sportlern aller möglichen Richtung in den verschiedenen Jahren unserer Tätigkeit aufschlußreiche Erkenntnisse gegeben haben. Besonders Uebertrainingserscheinungen waren in diesem Sinne lehrreich, ferner Nikotin- oder Alkoholerscheinungen, arteriosklerotischer Befund, hochgradige Erschöpfung, Lust oder Abneigung, Interesse, Lebhaftigkeit, Gebrauch von stimulierenden Mitteln, Kampfesfreude usf.

Wenn man den symptomatischen Wert von Reaktionsversuchen für Eignungsprüfungen in Sport und Beruf in Betracht zieht, so möchten wir eigentlich auf Grund unserer Erfahrungen vor einer unangebrachten Ueberschätzung warnen. Reaktionsprüfungen, von Laien unkritisch und ohne Kenntnis der Spezialarbeiten angewandt, sind häufig absolut wertlos. Die Versuchstechnik erfordert Berücksichtigung aller möglichen Umstände, die Aufmerksamkeitsrichtung kann durch eine falsche Instruktion, durch störende Geräusche, durch suggestive Beeinflussung von seiten des Versuchsleiters häufig grundlegend verändert werden und zu mißverständlichen Ergebnissen führen. Für die Praxis empfiehlt sich mehr die Ausführung einfacher Stichprobenversuche bei komplexeren Bewegungsleistungen, insbesondere Gewandtheitsübungen (Ballzuwerfen usw.).

Sehr vorsichtig sollte man sein, wenn es gilt, Werturteile bei der Ableitung von Reaktionszeiten zu fällen. Die Franzosen haben im Kriege ihre Flieger und Maschinengewehrschützen wesentlich nach der Schnelligkeit bei Ausführung einfacher Reaktionsbewegungen ausgewählt. Unsere

[25]) Allerdings würden weiter fortgesetzte Reaktionsversuche mit denselben Versuchspersonen die Variationsbreite durch zunehmende Uebung noch mehr oder weniger herabgesetzt haben.

deutschen Eignungsprüfungen beweisen häufig das Gegenteil: wir haben erstklassige Flieger und Kraftfahrer gefunden, die ziemlich langsam, aber dafür gleichmäßig, ruhig und sicher reagieren. Auf der anderen Seite ist aber auch festzustellen, daß kurze Zeiten sehr häufig mit guter Allgemeinintelligenz, besonders schneller Auffassungsgabe u. ä. Hand in Hand gehen. Personen mit geringerer Reaktionsschnelligkeit sind dafür häufig tiefer, eindringender, klarer beobachtend. Im Sport entscheidet immer die Analyse der tatsächlichen komplexen Leistung: so muß der Boxer, der Fußballtorwächter, der Stürmer usf. auf jeden Fall eine kurze Reaktionszeit haben, falls man von ihm erstklassige Leistungen verlangt, aber stets in harmonischer Mischung mit Beobachtungs-, Intelligenz- und höheren Willensfunktionen. Leute mit Neigung zu Antizipationen sind typisch für „Schieberstarts", bei denen sie zu früh vom Ablauf losschießen.

Es ist sehr interessant, einmal die beiden Tabellen durchzugehen. Aus Tabelle 1 geht hervor, daß Berufssportler und Turner (auf Grund ihrer natürlichen Veranlagung) vorwiegend kurze Zeiten haben, daß Berufsvertreter aus mehr geistig arbeitenden Berufen trotz nebenher betriebener Betätigung in den Leibesübungen durchschnittlich länger reagieren, daß die Schwimmer in bezug auf ihre Reaktionszeit keine deutlich ausgesprochenen Merkmale aufweisen, sondern sich auf die ganze Leistungsbreite verteilen, während die Leichtathleten etwas mehr zu kürzeren Reaktionszeiten hin neigen.

Aus Tabelle 2 ergibt sich folgendes: bei den Versuchspersonen, die auf die Reaktionszeiten für die oberen und unteren Gliedmaßen geprüft wurden, stimmen beide Rangreihen in hohem Maße (eine gewisse Ausnahme Nr. 26 auf Tabelle 2) überein: die Reaktionsschnelligkeit scheint eine durchgehende, allgemein zentrale, vom peripheren Muskel- und Nervensystem ziemlich unabhängige Eigentümlichkeit zu sein. Die Fußballer haben, durchschnittlich genommen, deutlich kürzere Fußreaktionszeiten als die übrigen Sportler, besonders Schwimmer. Die praktische Erfahrung bestätigt durchaus diese Ergebnisse: es scheinen hier natürliche Auslese (Neigung) und eine gewisse relativ geringfügige Uebung mitzuwirken.

Wie aus beiden Tabellen ersichtlich ist, spielt das Alter keine eindeutige Rolle, etwa in der Weise, daß mit zunehmenden Jahren eine Verkürzung der Reaktionszeit oder bei einer gewissen Grenze eine Abnahme eintreten würde. Doch dürften für diese Feststellung unsere Versuche noch nicht umfassend genug sein.

Das praktische Ergebnis? Die Untersuchung der Reaktionszeit bei einfachen Sinnesreizen (ähnlich unseren akustischen würden optische bei Boxern, Fechtern, Tennisspielern usf., taktile bei Turnern, Stafettenläufern, Skispringern u. ä. zu wählen sein) dürfte, vorsichtig und kritisch angewandt, aufschlußreich und wegen der großen Konstanz der Erhaltung der typischen Unterschiede auch prognostisch wertvoll sein. Sobald Differenzen zwischen dem Laboratoriumsergebnis und der komplexen Sportleistung auftreten, sollte man sich der Tatsache erinnern, die Lasurski und Rumianzew (in St. Petersburg) feststellten und die wir selbst sehr häufig bestätigen konnten, daß die Grundfunktion der psychi-

schen Bewegungsschnelligkeit Abarten aufweist, die, wie Meumann sagt, „miteinander verwandt und doch voneinander verhältnismäßig unabhängig sind". So fanden wir ebenso wie Lasurski bei sportlichen und beruflichen Eignungsprüfungen häufig Menschen, die bei relativ schneller einfacher Reaktion eine langsame Erkennungs-, Zuordnungs-, Wahl- oder Mehrfachreaktion aufwiesen. Wir kommen damit auf Gesichtspunkte, die in der nächsten Abhandlung von der Bewegungsschnelligkeit beim Kurzstreckenlaufen genauer ausgeführt werden. Zwischen den Grenzwerten: impulsiv, rasch, gespannt, „geladen" und langsam, abwartend, beobachtend, behäbig findet sich eine reiche Stufenfolge von Reaktionstypen, die im Sinne typischer Anforderung, Leistungssteigerung und Höchstleistung gerade im Sport häufig quantitativ und qualitativ von grundlegender Bedeutung sind.

Bei der praktischen Betätigung in den Leibesübungen ergibt es sich, daß die Reaktionsweise nicht eine konstante ist, sondern dauernden Schwankungen, Verkürzungen und Verlängerungen unterworfen ist, die biologisch, physiologisch und psychologisch gekennzeichnet sind. Jede einsichtsvolle „Turn- und Sport-Therapie" wird sich dies zunutze machen und darauf hinweisen, daß (nach den Ergebnissen der Kraepelinschen Schule) allzu große allgemeine Ermüdung körperlicher oder geistiger Art (Uebertraining, Ueberanstrengung, Erschöpfung) die Reaktionsschnelligkeit vermindert. Der Alkohol hat in kleineren Gaben eine zunächst erregende, verkürzende, dann deutlich lähmende, herabsetzende Wirkung. Größere Dosen Alkohol haben eine schnelle und dauernde Herabsetzung der sensomotorischen Leistung zur Folge. Brustmann und Herxheimer haben einen Meinungsaustausch darüber gehabt, ob der Alkohol für Sportsleute von günstigem oder schädlichem Einflusse sei. Während Brustmann mit mäßigen Dosen Alkohol bei Sprintern eine zweckmäßige Erhöhung der Lebhaftigkeit und eine Beschwichtigung allzu große Unruhe vor dem Start erzielen konnte, stellte Herxheimer bei Messung der Laufzeiten von 100-m-Läufern fest, daß der Alkohol, auch in ziemlich geringen Mengen genossen, die Zeiten verschlechtert. Brustmannn untersuchte die günstige narkotisch-stimulierende Wirkung mehr vom psychologischen Standpunkte aus, während Herxheimer die schädliche hemmende, physiologisch sich auswirkende Beeinflussung der praktischen Leistung betrachtete [26]).

Koffein, Kola, Tee, Kaffee, vielleicht auch Phosphate, haben auch nach unseren zahlreichen eigenen Versuchen eine ausschließliche Verkürzung zur Folge; da toxische Wirkungen seltener auftreten, dürften diese Mittel dem Alkohol unbedingt vorzuziehen sein, falls man bei Hochleistungen ihre Hilfe nicht entbehren mag.

---

[26]) H. Herxheimer, Zur Wirkung des Alkohols auf die sportliche Leistung. „Münch. mediz. Wochenschr.", Heft 5, 1922. — Ders., Zur Wirkung des Koffeins auf die sportliche Leistung. „Münch. mediz. Wochenschr.", Heft 57, 1922. Die psychologische Untersuchung des Einflusses von Alkohol, Koffein, Kola, Kalziumsalzen, Natriumphosphat u. a. auf sportliche Leistungen ist von uns vielfach vorgenommen worden.

Unlustgefühle, Unbehagen, Abgespanntheit, Langeweile, Stumpfheit, Verdrossenheit, Gleichgültigkeit, Befangenheit usf. wirken auf die Reaktionszeit verschlechternd, während Lustgefühle wie froher Eifer, Begeisterung, Kampfesfreude, Interesse, Aufgehen im Spiel usf. besonders bei der Jugend auch die Reaktionsleistung günstig beeinflussen.

Sehr wichtig ist die Erziehung zur gespanntesten Konzentration auf sensomotorische Leistungen[27]), die durch Kommandos bei Freiübungen, durch Schulung der Aufmerksamkeit bei Kombinations- und Kampfspielen, beim Ski- und Wasserspringen, beim Boxen, Ringen, Fechten usf. zu erheblicher Leistungsverbesserung führen kann.

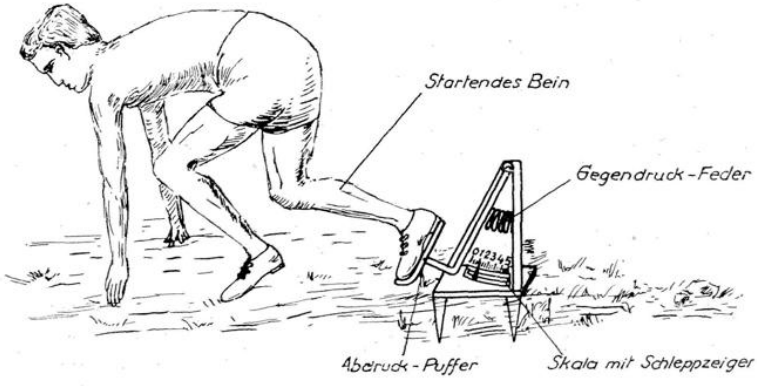

Abb. 168. Startkraftprüfer (nach Schulte).

In den vorstehenden Ausführungen wurde nur von dem zeitlichen Ablauf, der Extensität, der Reaktion gesprochen. Schon eingangs wurde erwähnt, daß daneben die dynamische und die formale Art der Ausführung, d. h. die Kraftaufwendung und die Sicherheit und Geschicklichkeit praktisch eine nicht minder bedeutsame Rolle spielt. Für den Sprinter z. B. ist die Kraft des Abstoßes aus dem Startloch heraus[28]) für die Erzielung eines guten Abkommens neben der Reaktionszeit sicherlich von hoher Bedeutung. Und für den Fußballtorwächter etwa sind Schnelligkeit, Kraft und Genauigkeit der Reaktion unerläßlich, wenn es gilt, den aufs Tor

[27]) Vgl. den entsprechenden Abschnitt des Buches R. W. Schulte, Konzentration, Gedächtnis, Arbeitskraft. Erscheint 1925.

[28]) Wir haben dafür einen „Startkraftprüfer" angegeben, der durch einen Schleppzeiger die Kraftgebung festhält. (Abb. 168.) Mit diesem Problem befaßt sich in Zusammenarbeit mit uns Herr cand. ing. A. Wilkens (Sportpsychologische Untersuchungsstelle Aachen). Die dynamische Wirkung beim Abstoß aus dem Startloch wurde u. a. von Herrn Privatdozent Dr. Schilf vom Physiolog. Institut der Universität Berlin mit unserem „Federsprungbrett" untersucht und ist von ihm außerdem mechanisch berechnet worden.

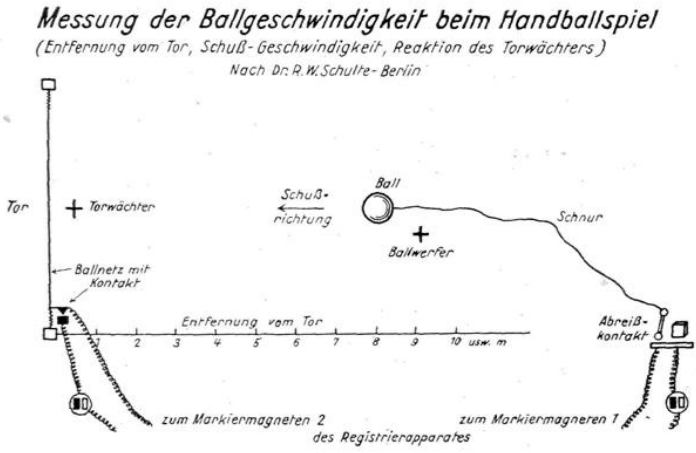

Abb. 169.

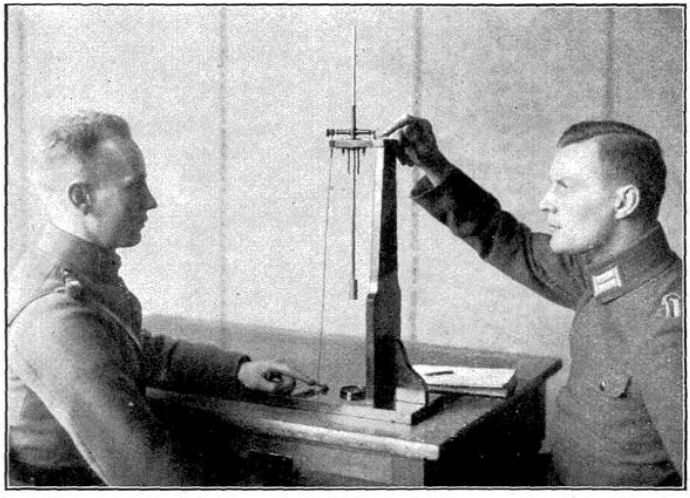

Abb. 170. Fall-Reaktionsprüfer I (nach Schulte).
Der rechts sitzende Versuchsleiter läßt als Reiz die in der Führung laufende Stange fallen, die der Prüfling mit seinem Reaktionstaster möglichst schnell bremsen soll. Die Länge der Fallstrecke entspricht der Entschlußzeit.

geschossenen Ball sicher abzuwehren[29]). Die Reaktion darf nicht zu spät kommen, sie muß aber auch mit der zweckmäßigen Kraft erfolgen, sonst wird zwar der mit großer Wucht anfliegende Ball berührt, aber nicht sicher „gehalten", und endlich ist die Genauigkeit und die feine Regulierung der Reaktionsbewegung (neben der Aufmerksamkeitsverteilung) notwendig, um etwa den Ball in einer unschädlichen Richtung abzulenken, falls man sich ihm nicht mehr mit dem ganzen Körper entgegenwerfen kann. Der Sportbetrieb bietet eine unendliche Fülle derartiger und ähnlicher graduell abgestufter Reaktionsbewegungen, deren Reichhaltigkeit und Mannigfaltigkeit dem psychologisch geschulten Blick immer wieder Anlaß zu neuen und interessanten Beobachtungen zu bieten vermag (s. Abb. 170 bis 182). Besonders charakteristisch sind die bei erwarteten Reizen auftretenden „Erwartungsschwankungen", die sich häufig in typischen Ausdrucksbewegungen (Zittern der Muskulatur, Unruhe, erhöhter Bereitschaftsstellung usf.) kundgeben, manchmal sogar beim Publikum (Zuschauer beim Boxen oder Fußballspiel) auf suggestivem Wege oder dem hoher Einfühlung charakteristische „Mitbewegungen" auslösen. Man kann diese Tendenz der Einstellung auf den kommenden Reiz im Experiment untersuchen und insbesondere bei den zu Antizipation neigenden Versuchspersonen die Beziehungen zwischen dieser Bereitschaft und der tatsächlichen voreiligen Reaktion feststellen, etwa mit Hilfe von Tastern, die nicht bloß die momentan erfolgende Reaktion, sondern auch die vorher erfolgenden kleinen unwillkürlichen Bewegungen registrieren. Die praktische Erfahrung zeigt uns die typischen Unterschiede, lehrt aber zugleich, daß es allmähliche Uebergänge

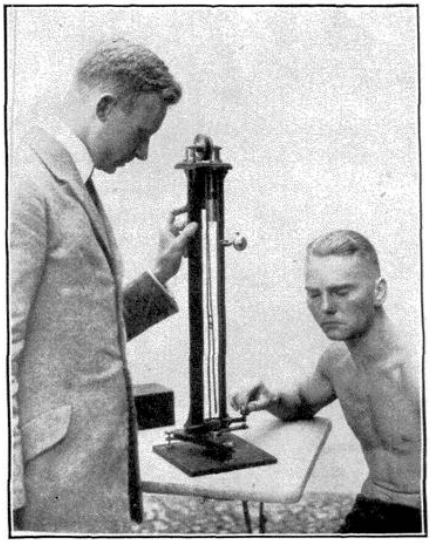

Abb. 171. Fall-Reaktionsprüfer II
(Fall-Chronograph nach Schulte).
Das fallende Gewicht verzeichnet auf einer pendelförmig aufgehängten Schreibfläche eine gerade Linie, die im Augenblick der Reaktion einen Knick erfährt[30]).

[29]) Auf Anregung von Herrn Dipl. Sportlehrer E. Zerbe haben wir s. Zt. eine besondere Versuchsanordnung (Abb. 169) entworfen, um festzustellen, ob beim Ballwurf auf das Tor (aus einer kurzen Entfernung gemäß den Spielregeln für Frauen) es dem Torwächter im Handballspiel überhaupt psychologisch noch möglich ist, den Ball abzufangen. Es wurde die Wurfzeit durch elektrische Kontakte gemessen und mit der Reaktionszeit verglichen. Die noch nicht abgeschlossenen Versuche sollen fortgesetzt werden.

[30]) Vgl. R. W. Schulte, Neukonstruktionen von Apparaten zur praktischen Psychologie. (Vorläuf. Bericht: „Psychol. Mitteilungen", 1921; — Bericht des VII. Kongr. f. experimentelle Psychologie, Marburg. Jena, G. Fischer 1922). Im „Beiheft z. Zeitschrift f. angew. Psychol.", Nr. 29. Mit 16 Abb. J. A. Barth, Leipzig 1922. (Auch im „Betrieb", Heft 4, 1921.)

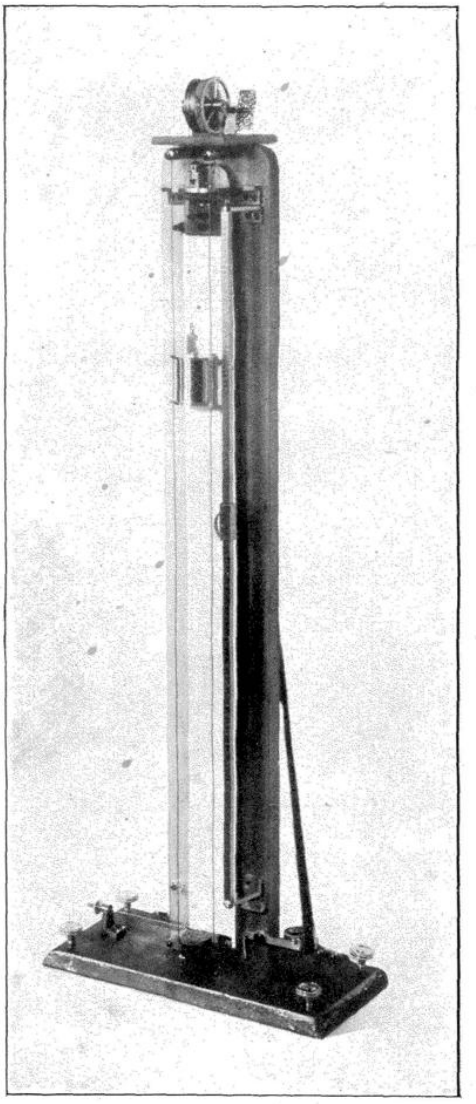

Abb. 172. Präzisions-Fall-Reaktionsprüfer.
(Schulte).

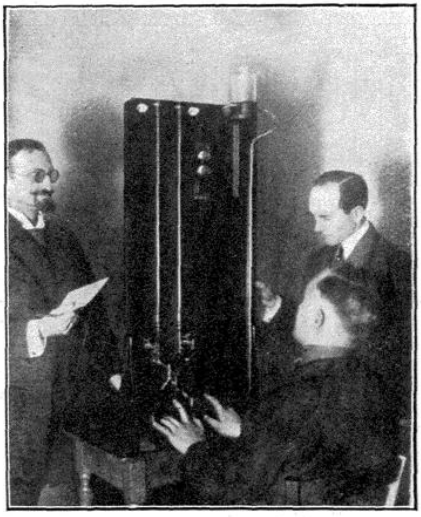

Abb. 173. Reaktionsprüfer für Wahlhandlungen (Wasserstrahl - Reaktionsprüfer, nach Schulte). In U-Röhren emporschießende Wassersäulen sind möglichst schnell abzustoppen.

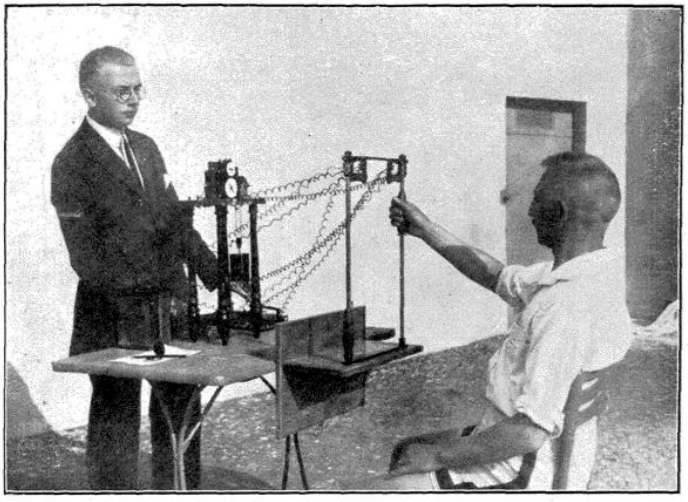

Abb. 174. Zweihand-Reaktionsprüfer (nach Schulte). Herabfallende Handgriffe sind möglichst schnell wieder hochzuschieben.

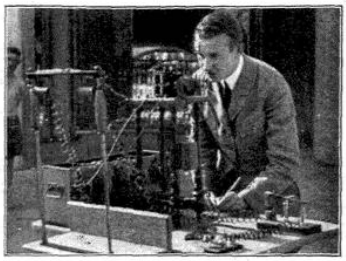

Abb. 175. Ablesung der Zeiten beim Zweihand-Reaktionsprüfer.

gibt, daß insbesondere auch die Reaktionsweise des Einzelmenschen, so sehr sie konstante Grundeigenschaften aufweisen mag, doch nicht etwas Starres, Formelhaftes, Zwangsmäßiges ist, sondern sich mit einer Fülle von Modifikationen und Besonderheiten in den Gesamtablauf der Dinge einordnet.

Hohe Reaktionsschnelligkeit und -sicherheit ist biologisch wertvoll. Mögen uns in der Schnelligkeit der Ausführung manche Tiere (z. B. die pfeilschnell auf ein Beutestück herabstoßende Möwe[32]) übertreffen, in der Eingliederung der Reaktionsweise in die kom-

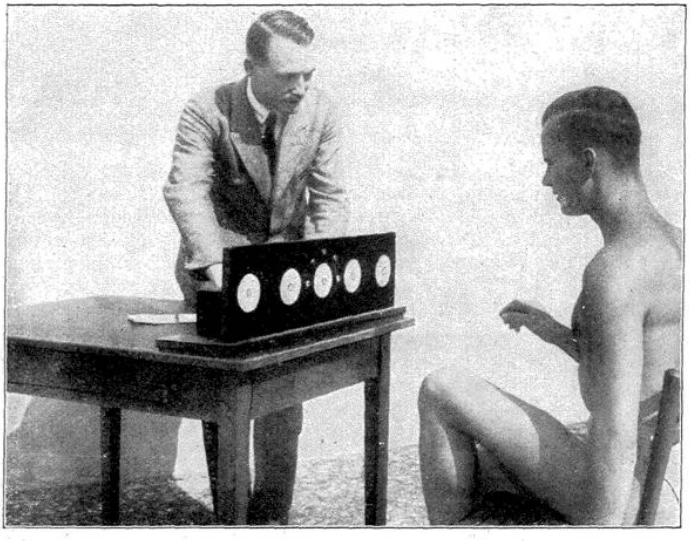

Abb. 176. Reizbrett für Mehrfachhandlung. (Nach Schulte.)
Reiz-Lampe: links, rechts: linken, rechten Arm heben; halblinks, halbrechts: linkes, rechtes Bein heben; Mitte: Kopf nicken. Gleichzeitig aufblitzende Reize sollen durch gleichzeitige Ausführung der entsprechenden Mehrfach-Reaktion beantwortet werden [31]).

plexe psycho-physiologische Form der Willensausführung als Ausdruck der Gesamtpersönlichkeit und in der bewußten Schulung dieser Fähigkeiten durch wertvolle Leibesübungen steht der Mensch einzig da.

---

[31]) Vgl. R. W. Schulte, Einfaches Reaktionsbrett für Zuordnungs-, Wahl- und Mehrfachhandlung. (Mit 1 Abb.) „Maschinenbau/Betrieb", Heft 18, Aug. 1922.

[32]) Vermutlich besonders durch die physiologischen Vorteile des Körperbaues und der Kürze der Nervenleitungen vom Sinnesorgan und zum ausführenden Muskelsystem.

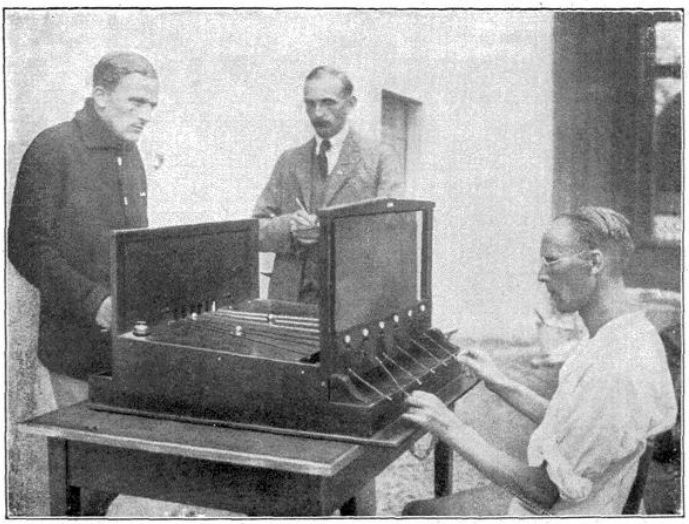

Abb. 177. Automatische Versuchsanordnung zur Prüfung der Verteilung der Aufmerksamkeit bei Reaktionsversuchen. (Nach Schulte). Reizgebung durch Kontaktströme, die von herabrollenden Kugeln ausgelöst werden. Die Kugeln sollen durch Betätigung der jeweils entsprechenden Klappen durchgelassen werden. Andernfalls prallen sie nach rückwärts ab und werden als Fehler gezählt.

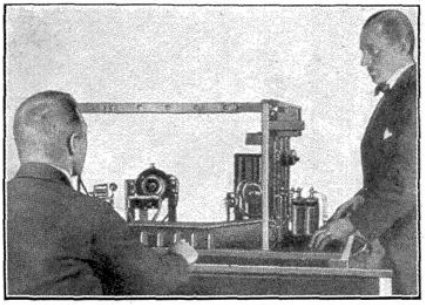

Abb. 178. Große Versuchsanordnung zur Feststellung von Konzentration, Ablenkbarkeit, Schreckhaftigkeit und Tatbereitschaft *). (Nach Schulte).

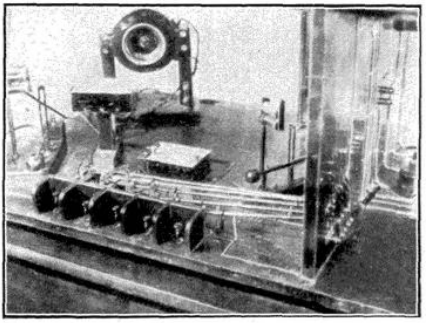

Abb. 179. Konstruktion der großen Anordnung.

Der Versuchsleiter läßt nacheinander kleine Glühlämpchen aufleuchten, die der Prüfling möglichst schnell und richtig auszuschalten hat, ohne sich durch Knall- und Blitzreize, Scheinwerferlicht, Sirenengeheul usf. stören zu lassen.

*) Vgl. R. W. Schulte, Eine Anordnung zur Prüfung von Reaktion Verteilung der Aufmerksamkeit, Konzentration und Schreckhaftigkeit. (Mit 4 Abb.) „Maschinenbau/Betrieb", 1923.

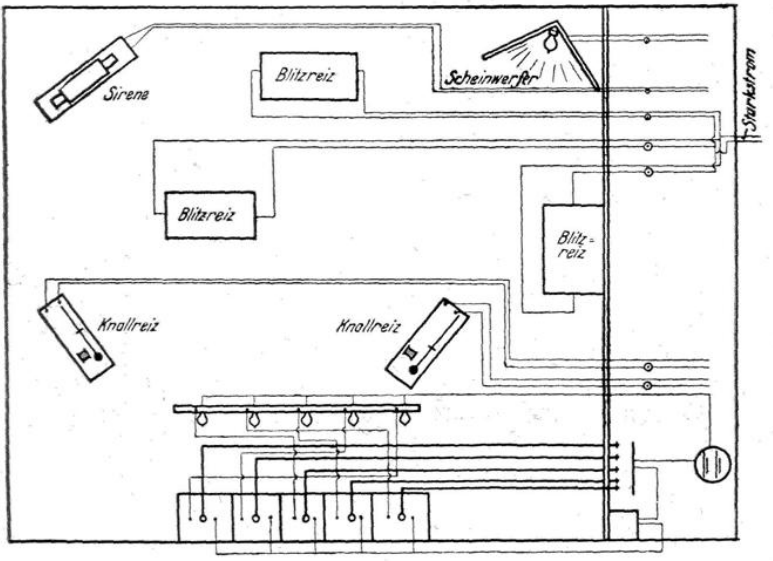

Abb. 180. Grundbrett (schematisch) der großen Anordnung.

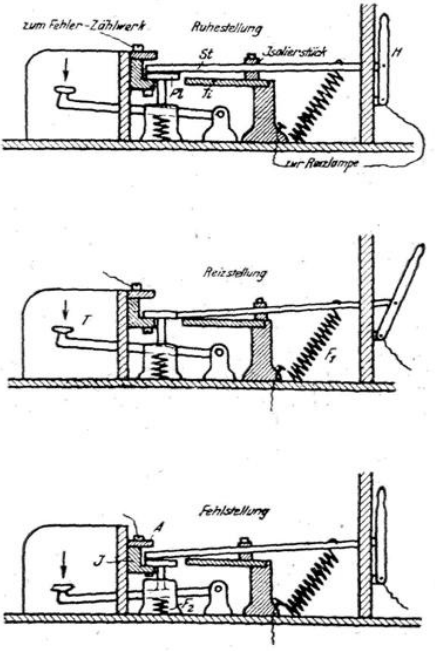

Abb. 181. Automatischer Reizreaktionshebel-Mechanismus der großen Anordnung.

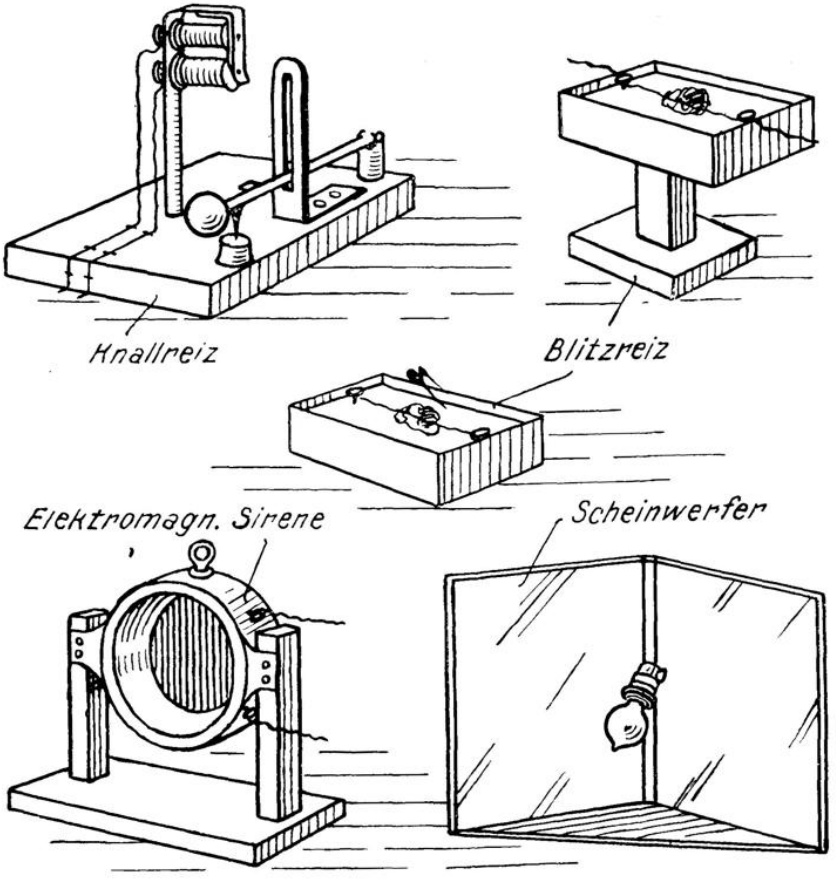

Abb. 182. Einzelteile der großen Anordnung.