universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Eignungs- und Leistungsprüfung im Sport

Schulte, Robert Werner

Berlin, 1925

9. Der Geschwindigkeitsverlauf bei der 100-m-Strecke. Von Dr. R. W. Schulte

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

9.

Der Geschwindigkeitsverlauf bei der 100-m-Strecke.

Von Dr. R. W. Schulte.

I.

Die Laufleistungen des Menschen sind allgemein physikalisch gekennzeichnet als Ortsbewegungen des Körpers, bei denen durch die Streckung vorher gebeugter Gelenke die Kraft des Abstoßes von einer festen Bodenfläche zur Fortbewegung benutzt wird. Im engeren Sinne stellt sich der Lauf dar als eine Fortbewegungsart, die vorwiegend durch eine Stemmtätigkeit der Beine erfolgt, bei der aber niemals beide Füße zugleich, wie beim Gehen, den Boden berühren. Während man beim Gehen den Doppelstütz als das Charakteristikum bei der Uebertragung des Schwerpunktes von einem Bein auf das andere anzusehen hat, ist das Freifliegen des Körpers das besondere Merkmal des Laufens [1]).

In bezug auf die Psychophysiologie der Leistung ist ziemlich scharf zu unterscheiden der (kurze) Schnellauf von dem Langlauf, zwischen die sich der Mittelstreckenlauf einschiebt [2]). Der Kurzstreckenlauf erfordert die Zurücklegung einer kürzeren Strecke (50, 100, 200 m) mit größtmöglicher Schnelligkeit, verlangt also eine kurzdauernde, intensivste Beanspruchung der Energie; beim (Mittel- und) Langstreckenlauf dagegen kommt es darauf an, unter tunlichster Kraftersparnis eine Dauerleistung zu vollbringen, um große Entfernungen (auch in relativ kurzer Zeit) zu überwinden. Demzufolge werden Eignung, Technik, Training und Taktik des Kurzstreckenläufers (Sprinters) und des Dauerläufers sehr verschieden sein müssen. Sie lassen sich etwa in der folgenden Uebersicht zusammenfassen:

---

[1]) Siehe F. A. Schmidt, Unser Körper. Handbuch der Anatomie, Physiologie und Hygiene der Leibesübungen. 6. Aufl. Leipzig 1923. Hier finden sich gute und klare Bemerkungen über die Laufleistung, vor allem fußend auf den wertvollen Untersuchungen von Marey und Demeny. Vgl. auch bes. G. Demeny, Mécanisme et éducation des mouvements. Paris, 1905.

[2]) Als mir bekannte beste Arbeit über den Lauf ist zu nennen das Buch des süddeutschen Läufers G. W. Amberger (Karlsruhe), „Der Lauf", Leipzig (1922). Bezüglich aller sport-praktischen Einzelheiten ist auf dieses Buch zu verweisen. S. ferner: Ph. Hainz, Der Langstreckenlauf. 2. Aufl. Berlin, 1923. — O. Krupski, Einiges über Langstreckenlauf. Berlin, 1921.

	Eignung	Technik	Training	Taktik
Kurzstreckenlauf (Schnellauf)	Schnellkraft-tüchtige Muskulatur Lebhaftes Temperament, große Bewegungsschnelligkeit, kurze Reaktionszeit, gespannteste Konzentration	i.allg. Fußspitzen- oder Sohlenlauf	Einübung eines guten Starts und Erlangung einer möglichst hohen Geschwindigkeit, Steigerung der Schrittschnelligkeit	„Tempolauf" = die ganze Strecke wird mit möglichst großer Geschwindigkeit durchlaufen
Langstreckenlauf (Dauerlauf)	Funktionstüchtigkeit von Herz und Lunge Ruhiger, zäher, ausdauernder Typ	Fersen - Sohlenlauf, Beugelauf, Armarbeit, Atemregulierung	Einübung der Energieausnutzung, Steigerung der Länge der Laufstrecke	„Spurtlauf" = Anpassen der Leistung an den Energievorrat, willkürliche taktische Tempobeschleunigungen

Die so gekennzeichneten typischen Unterschiede werden auch in der Eignungs- und Leistungsprüfung des Läufers richtig erfaßt werden müssen. Die sportliche Anthropometrie hat (so Krümmel und Kohlrausch [3]) charakteristische Kurz- und Langstreckenläufertypen herausgeschält, die rein physikalisch-technisch durch ihre Körpermaße und deren Proportion (insbesondere die Schrittlänge) mehr oder weniger für die Erzielung hervorragender Leistungen veranlagt sind. Auch der Konstitutionslehre und klinischen Forschung (Herzuntersuchung, Röntgendiagnostik, Orthodiagraphie usf.) eröffnen sich bei der vergleichenden Betrachtung etwa des typischen Sprinters und des Marathonläufers reizvolle und für die biologische Körpererziehung wichtige Probleme. Zu der temperamentlichen Veranlagung und psychischen Eignung des Kurzstreckenläufers sollte die vorhergehende Abhandlung dieses Buches einen Beitrag liefern.

Was die tatsächliche praktische Leistung anbetrifft, so ist an die interessanten anatomisch-physikalischen Untersuchungen des Bewegungsmechanismus zu erinnern, wie sie etwa in den Arbeiten von W. und E. Weber, Marey, Carlet, Demeny, Fischer, Braune, Fick, Strasser u. a. ihren Niederschlag gefunden haben. Die vielfach (so von G. Kolb) angewandte klinisch-physiologische Untersuchung des Herzschlages mit dem Cardiographen, des Pulses mit dem Sphygmographen, des Blutdruckes mit dem Sphygmomanometer oder Plethysmographen [4]) hat sich, der Natur der Untersuchungsverfahren entsprechend, auf die Feststellung der Einwirkung durch die Laufleistung beschränkt, konnte dagegen den Verlauf der Veränderung von Atmung und Herztätigkeit während der Leistung selbst nicht feststellen, obgleich dies gerade

[3]) C. Krümmel, W. Kohlrausch, Sporttypen. „Mitteil. der Gymnast. Ges. Bern", Jan./Febr. 1923. „Die Sportschule", Heft 2, 1921.

[4]) Vgl. besonders die Arbeiten von Ernst Weber, Berlin, über „Blutverschiebung".

theoretisch und praktisch besonders wichtig ist. Selbst bei subtilster Untersuchungstechnik sind die tatsächlichen Verhältnisse häufig schon dadurch verschleiert worden, daß die Versuchspersonen nicht ganz unmittelbar nach dem Laufen gemessen wurden. Auf der anderen Seite dürften die akuten, stürmischen Anfangssymptome (z. B. sofort nach dem Durchgang durchs Ziel) wiederum manchmal auf die Erkenntnis der tatsächlichen Gesetzmäßigkeiten nicht sonderlich fördernd einwirken. Da bekanntlich auch die psychische Gemütsverfassung des Sportlers sein vasomotorisches System stark beeinflußt, ist in vielen Fällen oft schwer zu sagen, was (insbesondere beim Kurzstreckenlauf) physiologische Beanspruchung und was psychische Eruption ist. Nach unseren Erfahrungen sind einfache Pulszahlbestimmungen, Messungen mit dem Riva-Rocci-Tonometer, Plethysmographen oder Spirometer zur Ableitung wissenschaftlich einwandfreier Gesetzlichkeiten meist nur von sehr untergeordneter Bedeutung und praktisch für eine Beratung und Fundierung von Training und Taktik auf exakter Grundlage ohne allzu großen Belang.

Man sollte mehr als bisher die konkrete sportliche Leistung untersuchen[5]). Die Leistung selbst, ungehemmt, spontan erzeugt, ohne hinderlichen wissenschaftlichen Apparat, scheint uns das empfindlichste Reagens für Eignung, Funktion und Beanspruchung zu sein. Bilden wir die technischen Untersuchungsmethoden aus, verfeinern wir unsere Beobachtungshilfsmittel, schmiegen wir uns bei unserer Forschung aufs engste dem natürlichen biologischen Verlauf der Leistung an, berücksichtigen wir stets die komplexe Struktur in bezug auf Anatomie, Physiologie, Psychologie und Technik der Leistung, so werden wir mit unseren Methoden nicht wirklichkeitsferne Sonderprobleme von beschränktem tatsächlichen Werte in Angriff nehmen, sondern in der gleitenden, sich verschiebenden, überkreuzenden Fülle der biologischen Variationsmöglichkeiten die großen Linien innerer Strukturprinzipien in typischen Verlaufsformen aufzeigen.

Wir sind der Ansicht, daß eine jede „Eignungs"-Prüfung abstrakt, theoretisch, transzendent sein muß, wenn sie nicht ständig an der konkreten, praktischen, immanenten Leistung in ihrem methodischen Aufbau korrigiert, ergänzt, bereichert wird. Man werfe nicht ein, daß dieses Verfahren „unwissenschaftlich" sei und daß die „reine Wissenschaft" in der streng spezialisierenden und isolierenden Loslösung und Auflösung ihren Höhepunkt finde. Gerade die komplexe Mannigfaltigkeit der Erscheinungsformen belehrt uns, daß wissenschaftlich gewonnene Gesetzmäßigkeiten nur logische Denkformen sind, abgeleitet durch Abstraktion und Vernachlässigung, durch absichtliche Eliminierung und Auswahl von Sondermerkmalen. Die Wirklichkeit kennt keine „reinen"

[5]) Meiner Kenntnis nach hat eigentlich bisher nur R. Sommer-Gießen (im Jahre 1916) an Hand eigener Versuche auf die Bedeutung der psychophysischen Meßmethoden für den Sport („Zur Psycho-Physiologie der körperlichen Erziehung", „Klinik f. psych. u. nervös. Krankheiten", X, 1) hingewiesen und (in Uebereinstimmung mit uns) auf dem VII. Psychologenkongreß in Marburg die Bedeutung der Psychologie der Leibesübungen betont. S. auch die im Geleitwort genannte Schrift desselben Autors: „Die körperliche Erziehung der deutschen Studentenschaft", „Ztschr. f. Schulgesundheitspflege", 1916, Nr. 9. (Auch separat, Leipzig.)

Laboratoriumsgesetze, weil sie der Normierung und Vorschriften nicht bedarf. In ihrem kunstvollen Rädergefüge sehen wir nur die großen Antriebsmechanismen, die offenbaren Werkkräfte und Ablaufsformen, nicht aber die feinen, minimalen, wundervollen Regulierungen. Wir dürfen über der bewußten analytischen Methodik die Synthese, die Komplexion, die Struktur nicht vergessen, wir dürfen bei der Betrachtung des Ganzen die scheinbar nebensächlichen, für den Gesamtablauf aber geheimnisvoll wirksamen Durchkreuzungen, Störungen, Summationen und Hemmungen nicht übersehen. Der Mensch ist in diesem Sinne keine rein zwangsmäßig und bestimmt laufende Maschine, sondern ein (freilich durch Gesetzmäßigkeiten gebundener, aber) durch Erbanlage, Entwicklung, Nebenumstände, durch momentane physische Verfassung und durch psychische Kausalität regulierter Organismus. Man kann strengster Empiriker sein, und man braucht doch an den tieferen Komplex-Mechanismen nicht ohne philosophische Einstellung vorüberzugehen.

Gewöhnen wir uns an die biologisch-entwicklungsgeschichtliche, psycho-physiologische Betrachtungsweise den organischen Geschehnissen gegenüber, so werden uns auch vielfach kulturwissenschaftliche, soziologische und pädagogische Erscheinungen in klarerem und hellerem Lichte erscheinen. Der typische Spezialforscher ist meist zu einseitig, zu rigoros und zu kurzsichtig eingestellt. Wissenschaft ist letzten Endes mehr als Forschung; sie ist Zusammenfassung, Zusammenschmelzung von Einzelergebnissen zu einem systematisch geordneten, logisch durchsichtigen, einheitlichen Weltbild. Ideal ist: auf dem wohlbegründeten, festen Boden der Empirie stehen und doch mit dem Haupte in die Ewigkeitsprobleme hineinragen.

Gegenüber vielfach herrschender Schulmeinung muß einmal bewußt und nachdrücklich darauf hingewiesen werden, daß Wissenschaft im höchsten und vollkommensten Sinne nicht identisch ist mit scholastischer Bibliotheks-Gelehrsamkeit, daß wir uns heute nicht mehr den Luxus gestatten dürfen, auf nebensächlichen, unsere Erkenntnis nur wenig fördernden Fragestellungen „herumzureiten". Das Verständnis für die Praxis und die Liebe zu praktischen Problemen, die Teilnahme an den Dingen des öffentlichen, politischen, sozialen und kulturellen Lebens muß tiefer mit der Wissenschaft verwurzelt sein, als wir es zumeist finden. Volksbildung, Volkserziehung und Volkskultur reichen näher denn je an uns heran und stellen ihre Postulate: Gebt uns Wahrheit, Verständnis und Hilfe! [6])

---

[6]) Man kann dabei von einer Aesthetik der wissenschaftlichen Darstellung reden. Die klare Aufrollung der Probleme, die folgerichtige Entwicklung und Schilderung der Methoden und die schlechthin notwendige Ableitung der Ergebnisse wie ihre kritische Diskussion und ihre Einreihung in den Zusammenhang der Forschung sind leider noch nicht so zum Allgemeingut geworden, wie es im Interesse besonders der aufnehmenden Menschen erforderlich wäre. Wer sich hier für auserwählt hält, der gehe an ernste Volkshochschularbeit oder vor das Rundfunksender-Mikrophon!

Uns erscheint dieser Hinweis auf Ziel und Aufgabe aller Wissenschaft nicht unwesentlich gerade für unsere Sportforschung. Gerät doch der Sportwissenschaftler häufig — mit Recht oder Unrecht — in den Verdacht, wirklichkeitsferne Spielerei zu treiben. Wir wollen sehen lernen und lehren, Verständnis und Begreifen schaffen, aufmerksam machen und praktisch helfen, bessern, erziehen. Dafür dürfen wir niemals den Gesamtzusammenhang aus dem Auge verlieren.

Wir sprachen von der Bedeutung der praktischen Leistungsuntersuchung für die Gewinnung wissenschaftlicher Ergebnisse. Wir haben diese Forderung übertragen auf die Untersuchung des Geschwindigkeitsverlaufes bei der 100-m-Strecke. Die Arbeitsleistung beim Kurzstreckenlauf, in Meterkilogramm ausgedrückt, ist wohl die größte, zu der unser Körper für eine kurze Zeit überhaupt fähig ist. Nun ist die Laufzeit bzw. Laufgeschwindigkeit abhängig zunächst von der Schrittdauer oder genauer von der Zeit des Abstemmens vom Boden (schnellere Kontraktion der Beugemuskulatur), und, wie Marey zeigt, von der Schrittlänge, die proportional der Laufgeschwindigkeit wächst [7]). Weiter spielt die Versorgung des Körpers durch das Kreislaufsystem, der Stoffwechsel und die Regulierung der Atmung gerade für die kurze Strecke eine besondere Rolle. Endlich ist die angespannte Aufmerksamkeits- und Willensarbeit kurz vor dem Laufen und besonders während des Laufes selbst in bezug auf den Energieverbrauch des organischen Kräftehaushaltes beim Sprinter von entscheidender Bedeutung.

F. A. Schmidt hat durch eine interessante und dankenswerte Zusammenstellung [8]) an den Weltrekordleistungen im Laufen gezeigt, daß diese sportlichen Höchstleistungen ein guter wissenschaftlicher Ausdruck dafür sind, was der menschliche Bewegungsmechanismus tatsächlich zu leisten vermag. Als besonders wichtig erscheint die von Schmidt abgeleitete Tatsache, daß eine Laufstrecke von rund 100 m diejenige ist, bei der die größtmögliche mittlere Laufgeschwindigkeit zu erzielen ist. Diese aus einer systematischen Zusammenstellung der Höchstleistungen (bei Strecken von 45,7 m bis zu 25 744 m) gewonnenen Ergebnisse haben sich bei unserer experimentellen Untersuchung der Anlaufgeschwindigkeit beim Weitsprung in ähnlicher Weise bestätigt und sind interessanterweise auch von wissenschaftlich-praktischer Seite [9]) auf Grund theoretisch-physikalischer Erwägungen und Berechnungen und sportlicher Erfahrungen bekräftigt worden. Wenn Schmidt für die Weltrekordleistung im 100-m-Lauf 10,4 Sekunden angibt (für die Strecke von 91,4 m würde die auf 100 m umge-

---

[7]) Aus diesem Grunde ist es auch zweckmäßig, die Schrittlänge durch die Technik der Beinarbeit tunlichst zu steigern.

[8]) A. a. o.: Vgl. dazu auch: Ferd. Hueppe, Hygiene der Körperübungen, Leipzig 1922, S. 43/44: „Der ganze 100-m-Lauf ist von Anfang an ein durchgehender Spurt, so daß die besondere Art der Entwicklung der Höchstgeschwindigkeit durch Konzentration des Willens vom Start bis zu dem Ziele ganz anders beurteilt werden muß als ein Spurt bei einem längeren Lauf".

[9]) B. Mahler, „Monatsschrift für Turnen, Spiel und Sport", 1922.

rechnete Laufgeschwindigkeit sogar nur 10,12 Sekunden betragen), so entspricht das einer mittleren Metergeschwindigkeit von $\frac{100}{10,4} = 9,61$ m/sec. Das bedeutet nicht etwa, daß dem menschlichen Organismus nicht eine noch größere Laufgeschwindigkeit pro Metersekunde möglich wäre: man muß die geringere Anfangsgeschwindigkeit mit in Rechnung setzen, die das Gesamtergebnis naturgemäß beeinträchtigt. Bei unseren eigenen Geschwindigkeitsmessungen haben wir im Maximum der momentan erreichbaren und erreichten Geschwindigkeit pro Metersekunde höhere Werte gefunden (bis zu 12,35 m), die aber wohl nur für ganz kurze Zeiten beibehalten zu werden vermögen. Bei unseren nachher zu besprechenden Ergebnissen ist eine mittlere Geschwindigkeit von 10,00 m über eine Strecke von 20 m hin schon eine Ausnahmeleistung, die einer darauffolgenden stärkeren Erschöpfung Platz machte.

II.

Uns interessierte der Geschwindigkeitsverlauf bei der 100-m-Strecke vor allem wegen seiner physiologischen Wichtigkeit und seiner Beziehungen zu Technik, Training und Taktik. Eine derartige Untersuchung war von uns schon seit Jahren geplant; da sie wegen der fest einzubauenden Apparatur in dem durch öffentliche Veranstaltungen ständig beanspruchten Deutschen Stadion nicht vorgenommen werden konnte, wurde sie bei der Preußischen Polizeischule für Leibesübungen [10]) in Spandau durchgeführt. Entsprechende Versuche an Skiläufern vor dem Sprung von der Schanze plante auch Herr Kollege Dr. Kohlrausch von der Deutschen Hochschule für Leibesübungen für einen Wintersportkurs im Gebirge; er konnnte sie aber leider wegen technischer Schwierigkeiten an Ort und Stelle nicht durchführen. Wir glauben auch, daß es vielleicht nicht unmöglich sein und praktisch genügen dürfte, in diesem letzteren Fall auf die Messung selbst zu verzichten und aus Film- und Zeitlupenaufnahmen bei Berücksichtigung einer möglichst genau der schiefen Ebene entsprechenden Anlaufstrecke die Fahrtgeschwindigkeit aus Beschleunigung, Neigung und Reibungs-Koeffizient zu ermitteln und in Beziehung zur Bewegungsbahn des Körperschwerpunktes zu setzen. Eine Ergänzung unserer eigenen Arbeiten und eine Brücke zwischen unseren Reaktionsmessungen an Sportlern und dieser Untersuchung des Geschwindigkeitsverlaufes bei der 100-m-Strecke dürfte die Untersuchung von Herrn Privatdozent Dr. Schilf (Physiologisches Institut der Universität Berlin) darstellen, den die Frage interessierte, welche mechanische Kraft beim Start aufgewandt und wann nach dem Ablauf die Maximalgeschwindigkeit des Kurzstreckenläufers erreicht wird.

Unsere eigenen Untersuchungen erstreckten sich auf die recht beträchtliche Zahl von 60 Läufern, die mit Hilfe folgender Versuchsanordnung gemessen wurden. Quer über die Laufstrecke von 100 m

[10]) Im Rahmen der Arbeiten der „Psychotechnischen Hauptprüfstelle für Sport und Berufskunde". Herrn Pol.-Oberstwachtmeister Wessig und den beteiligten Herren der Preußischen Polizeischule ist für die stete wohlwollende Hilfe der beste Dank zu sagen.

Länge wurden in Abständen von je 20 m dünne Fäden gespannt, die zu Kontakten (s. Abb. 209) führten. Die Fäden wurden im Augenblicke des Durchganges abgerissen, so daß eine Kontaktfeder einen Metallhebel an einer Metallfläche vorbeischleifen ließ, wodurch ein kurzer exakter Stromschluß erzeugt wurde. Die abgebildete Konstruktion der Kontaktgebung hat sich

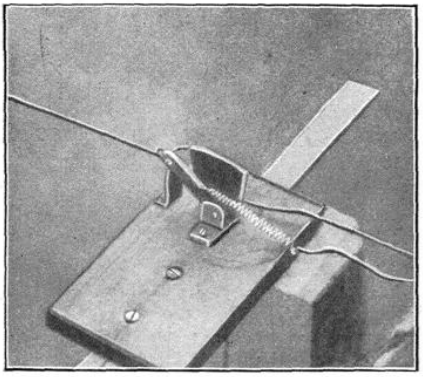

Abb. 209. Abreißkontakt für Laufgeschwindigkeitsmessungen.

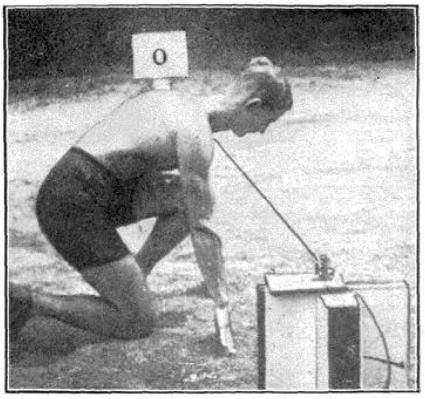

Abb. 210. Startkontakt.

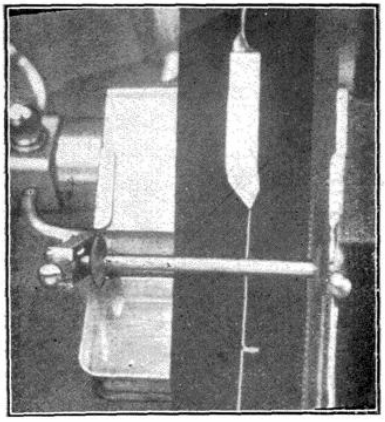

Abb. 211. Markiermagnet und Geschwindigkeitskurve.

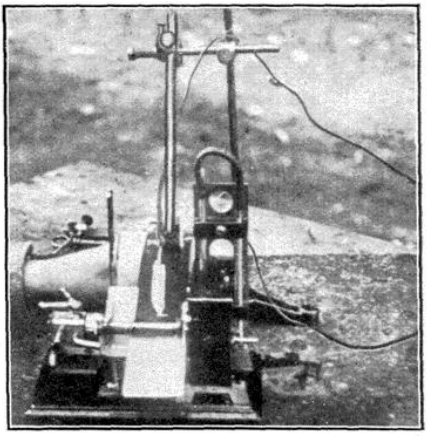

Abb. 212. Registrierapparat.

uns nach mehrfachen Umänderungen als die einfachste, zweckmäßigste und sicherste ergeben und darf für ähnliche Untersuchungen empfohlen werden. Abb. 210 zeigt die Startstellung eines Läufers gerade vor dem Startkontakt. Alle 6 Kontakte (0, 20, 40, 60, 80, 100 m) sind parallel geschaltet und führen zu einem Markier-Elektromagneten, der durch die momentanen Stromschließungen aus seiner Ruhelage jeweils kurz abgelenkt wird und sofort

wieder zurückschnellt (s. Abb. 211). Für die Registrierung der Kurven wurde das Zimmermannsche Reise-Kymographion (s. Abb. 212) verwendet, das neben der Kontaktmarkierung eine fortlaufende Zeitmarke in Abständen von je ⅕ Sekunde auf einen sich nach vorn aus dem Apparat herausschiebenden berußten Papierstreifen aufzeichnet[11]). Nach der Gewinnung werden die Streifen mit alkoholischer Schellacklösung fixiert. Die Auswertung erfolgte mit Hilfe einer übergelegten durchsichtigen Meßschablone. Aus der Ermittlung der räumlichen Abstände und der Berücksichtigung der Zeitintervalle zwischen den einzelnen Kontaktmarken ergibt sich die jeweilige durchschnittliche Laufgeschwindigkeit für je 20-m-Strecken[12]).

Die Versuchspersonen waren Offiziere und Beamte der Preußischen Schutzpolizei, weiterhin einige Berliner Kurzstreckenläufer sowie Teilnehmer der Stadion-Schülerkurse der Deutschen Hochschule für Leibesübungen. Im ganzen legten wir Wert darauf, ein möglichst gemischtes Versuchspublikum zu bekommen, in dem gute Meisterläufer ebenso wie Anfänger vertreten waren. Die Versuche fanden in Spandau auf der Laufbahn der Preußischen Polizeischule bei völliger Abgeschlossenheit und Ruhe statt. Da die einzelnen Versuchspersonen im allgemeinen allein liefen, ohne „gezogen" zu werden, spielt das Wettkampfmoment bei unseren Versuchen keine Rolle; wir haben dagegen die psychophysiologische Anstrengungskurve wohl ziemlich rein erhalten, da wir den Auftrag gaben, „auf Tempo" zu laufen, d. h. von Anfang an mit möglichst maximaler Kräfteanspannung. Eine Beeinträchtigung durch die feinen, leicht nachgebenden Abreißfäden ist bei der großen Wucht und Geschwindigkeit der Läufer nicht eingetreten.

In der folgenden tabellarischen Uebersicht sind die Läufer ihrer Leistung nach hintereinander aufgeführt.

Die Gesamtzeiten für die 100 m sind aus den mittleren Geschwindigkeiten berechnet, nicht etwa abgestoppt. Bei gleichzeitiger Abstoppung würden die Werte vermutlich um einige Zehntelsekunden größer, da die Reaktionszeit des Läufers auf das Signal hin sowie die Latenzzeit des Zielrichters eine gewisse Rolle spielen. Wir haben auf das Abstoppen verzichtet, um nicht unkontrollierbare neue Werte in unsere Messungen hineinzubekommen. Uns interessierten auch hier weniger die absoluten Zeiten (die von 11,16 Sekunden bis 14,39 Sekunden schwanken), als vor allem die Variationsbreite und Leistungsverteilung sowie die individuelle Gestaltung des Verlaufes der Geschwindigkeit.

---

[11]) Schaltet man in den Stromkreis des Markiermagneten einen Morsetaster, so läßt sich die Apparatur zur Registrierung aufeinanderfolgender Zieldurchgänge bei Massenläufen verwenden. So habe ich bei den deutschen Kampfspielen 1922 auf Anregung von Herrn Dr. Diem für die Deutsche Sportbehörde für Leichtathletik auf diese Weise die Leistungen der 1500-m-Läufer bestimmt, so daß sich für die Punktwertung im Mehrkampf genaue Anhaltspunkte ergaben.

[12]) Die viel Sorgfalt und Geduld erfordernde Durchführung der Versuche sowie ihre Auswertung wurde von Herrn stud. med. E. Walter mit Unterstützung von Herrn W. Nolte vorgenommen.

Versuchsperson Nr.	Mittlere Geschwindigkeiten (in m/sec.) für die Strecke von					
	0—20 m	20—40 m	40—60 m	60—80 m	80—100 m	100 m = Zeit
1	6,45	9,30	9,75	9,75	9,52	11,16
2	6,35	9,30	8,89	9,30	8,89	11,43
3	6,90	9,30	9,52	8,69	9,09	11,49
4	6,63	8,89	9,30	9,30	9,30	11,51
5	6,90	9,52	8,89	9,52	8,51	11,53
6	5,88	8,51	8,89	9,30	9,52	11,61
7	7,27	8,89	7,55	10,00	8,51	11,84
8	6,35	9,52	8,33	9,30	8,51	11,90
9	5,88	8,69	9,30	9,30	8,69	11,94
10	5,71	8,89	9,52	7,55	7,55	12,11
11	5,97	8,33	9,00	9,09	8,50	12,22
12	6,45	9,52	8,33	8,51	8,00	12,31
13	6,63	8,51	8,51	8,33	8,51	12,34
14	4,08	7,41	9,52	10,00	9,30	12,40
15	5,97	9,30	8,00	8,51	8,51	12,41
16	5,97	8,33	8,89	8,16	8,89	12,42
17	5,97	9,30	8,00	8,89	8,00	12,45
18	5,88	8,51	8,51	8,33	8,89	12,46
19	6,35	9,30	8,00	8,89	7,55	12,48
20	6,63	8,51	8,51	8,33	8,00	12,50
21	5,48	9,52	8,33	8,33	8,33	12,52
22	5,97	8,51	8,00	8,89	8,51	12,54
23	6,35	8,89	7,14	8,33	8,51	12,65
24	5,71	8,69	8,16	9,09	7,83	12,66
25	5,88	8,33	8,89	8,33	8,00	12,68
26	5,50	8,50	8,50	8,90	8,00	12,69
27	5,88	8,69	8,33	8,16	8,16	12,75
28	5,10	7,83	9,30	8,69	8,33	12,77
29	6,15	8,51	7,55	8,33	8,51	12,80
30	6,15	8,69	8,00	8,51	7,69	12,80
31	5,71	8,33	7,55	9,30	8,00	12,88
32	5,97	8,00	8,00	8,51	8,33	12,89
33	5,97	8,89	8,89	8,51	6,45	12,91
34	5,80	7,69	8,16	8,89	8,16	12,92
35	5,97	8,33	8,51	7,83	7,83	12,99
36	7,02	8,00	7,55	7,83	8,00	13,00
37	6,15	8,00	7,83	8,51	7,83	13,05
38	5,97	8,33	8,16	7,69	8,16	13,05
39	5,55	8,00	7,83	8,33	8,51	13,08
40	5,55	8,51	8,33	7,69	8,00	13,13
41	5,88	8,33	8,00	6,90	8,89	13,15
42	5,63	8,00	8,00	7,69	8,51	13,21
43	6,06	8,16	7,41	8,89	7,27	13,23
44	5,88	7,83	7,69	8,16	8,16	13,25
45	5,80	7,55	7,55	8,33	8,33	13,31
46	5,97	8,00	8,00	7,69	7,67	13,34
47	5,71	8,33	7,41	7,83	8,16	13,35
48	5,88	8,00	7,83	8,16	7,55	13,36
49	5,71	7,69	8,00	8,00	8,00	13,36
50	5,88	7,69	7,69	8,33	7,69	13,41
51	5,97	8,00	8,00	8,00	7,27	13,42
52	5,88	8,00	7,41	7,69	8,16	13,46
53	6,25	8,00	7,69	7,69	7,41	13,49
54	5,63	7,69	7,83	8,00	7,83	13,50
55	5,88	7,83	7,69	7,83	7,41	13,64
56	5,48	7,69	7,27	8,51	7,55	13,69
57	5,26	7,55	7,41	8,16	8,33	13,79
58	5,55	7,14	7,14	8,33	7,69	13,92
59	6,15	7,00	7,14	7,69	7,02	14,31
60	5,33	7,14	7,55	7,55	7,14	14,39

Mehr als 6 Kontakte auf der Laufstrecke anzubringen, schien uns für unsere Untersuchung unzweckmäßig, da wir den allgemeineren Verlauf der Geschwindigkeit kennenlernen wollten. Natürlich kann man (wie bei der Schilfschen Problemstellung) zur Prüfung des Maximums der Anfangsgeschwindigkeit die Strecke 0—20 m beliebig unterteilen.

Die mitgeteilte Tabelle enthält die genauen rechnerisch ermittelten Zahlenwerte. Die folgende Abb. 213 zeigt die Ergebnisse in graphischer Wiedergabe, und zwar in der Weise, daß die Abszisse

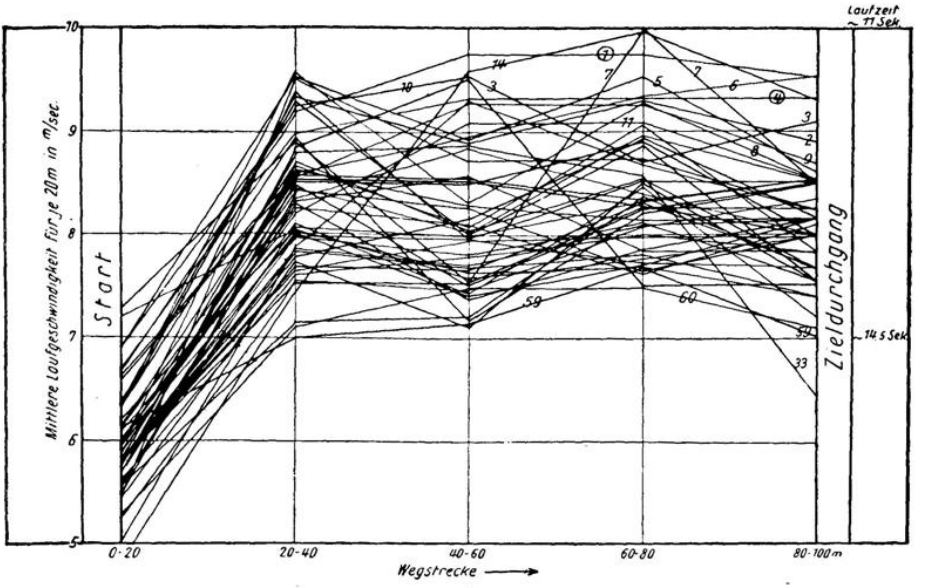

Abb. 213. Ergebnisse von Massenuntersuchungen des Verlaufes der Geschwindigkeit beim 100-m-Lauf.

die Wegstrecke vom Start bis zum Zieldurchgang und die Ordinate die zugehörige mittlere Laufgeschwindigkeit für je 20 m in Metersekunden angibt. Es ist zu betonen, daß, da immer nur Abstände von je 20 m herausgegriffen wurden, der wirkliche Geschwindigkeitsverlauf, wenn man mehr Zwischenwerte mit untersuchen würde, sich weicher, abgerundeter, mit stetigeren Uebergängen kennzeichnen müßte.

Im Interesse einer besseren Uebersicht sind in der zeichnerischen Darstellung 10 Einzelkurven weggelassen und außerdem, um ein Zusammenfallen einiger Verlaufsformen zu vermeiden, einige Kurvenpunkte um ein weniges verschoben worden. Dadurch werden die Gesamtverhältnisse klarer und übersichtlicher. Bei einigen typischen guten und schlechten Kurven entspricht die zugefügte Zahl der Ordnungszahl der Tabelle.

Es ergibt sich:

1. Die Laufgeschwindigkeiten (bezogen auf eine Strecke von 20 m) schwanken bei günstigsten äußeren Umständen fast genau zwischen 5 und 10 m/sec.

2. Die durchschnittliche Laufgeschwindigkeit des erwachsenen Menschen bei der 100-m-Strecke steigt bei maximaler Anstrengung von 0 m/sec. (im Augenblicke des Startens) auf etwa 6, um dann schnell auf etwa 8 m/sec. anzusteigen und auf dieser Höhe einigermaßen konstant zu bleiben.

3. Das allgemeine psychophysiologische Bild der Geschwindigkeitsleistung, variationsstatistisch betrachtet, ist folgendes: die anfängliche Variationsbreite von 5—7 m/sec. im ersten Fünftel der Laufstrecke bleibt auch späterhin ziemlich genau erhalten; vielleicht ist eine geringe Tendenz vorhanden, dieses Maß der Variationsbreite (durch größere Mannigfaltigkeit in der Ermüdung) auf 7—10 m/sec. zu vergrößern. Der generelle Verlauf ist sehr kennzeichnend so:

   0—20 m = 5—7 m/sec.,
   20—100 m = 7—10 m/sec.

4. Das Maximum der Geschwindigkeit bei vollster Anspannung aller Kräfte scheint nicht vor 40 Metern erreicht zu werden, was sich mit unseren Messungen an Weitspringern, die doch mit intensivster Anstrengung anlaufen, sowie mit der Ansicht des Meisterläufers R. Rau deckt und auch unseres Wissens von Amerikanern festgestellt worden ist. Auch die früher von Schmidt mitgeteilten Ergebnisse scheinen dafür zu sprechen, daß der Sprinter eine gewisse Anzahl von Sekunden braucht, um sich bis zur höchsten momentanen Geschwindigkeit „einzulaufen". Praktische Sportler berichten manchmal, daß häufig die Maximalgeschwindigkeit noch später, bei etwa 60 bis 70 m erreicht wird, was auch in unseren Befunden seine Bestätigung findet. Fast durchweg, so bei der Analyse der Weitsprung-Anlaufgeschwindigkeit, wie auch im vorliegenden Falle, zeigt sich, daß nach spätestens 80 Metern, oft schon früher, wohl regelmäßig ein Nachlassen der Geschwindigkeit infolge zunehmender Ermüdung eintritt. Die von Schilf mitgeteilte Tatsache[13]), daß die Maximalgeschwindigkeit schon nach etwa 1 Sekunde erreicht werde, konnten wir nicht feststellen; sie dürfte wohl auch nur für ganz ausnahmsweise hoch qualifizierte Läufer zutreffen, die in hervorragender Weise auf Start trainiert haben.

---

[13]) E. Schilf u. W. Sauer, Ueber die Geschwindigkeit von Hundertmeterläufern und die dabei entwickelten Kraft- und Arbeitsverhältnisse. „Pflügers Archiv f. d. ges. Physiol.", Bd. 200, Heft 3/4, 1923. Da diese Autoren Läufer mit dem „als Gesamtlaufzeit guten Durchschnitt" von 13—14 Sek. und nur „einige Läufer, deren Zeit für 100 m zwischen 12 und 13 Sek. lag" (S. 244), untersuchten, glauben wir, daß deren Ergebnisse sicher eine wertvolle Ergänzung unserer Arbeit darstellen, jedoch nicht, daß sie sporttechnisch und rekordphysiologisch als allgemeingültig aufzufassen sind.

5. Von 0—20 und 20—40 m steigt die Laufgeschwindigkeit in fast gesetzmäßig geregelter, konstanter, schön gleichmäßiger Weise; der Anstieg der Geschwindigkeit scheint hier nur von der persönlichen Veranlagung, von Technik und Training abzuhängen; Ermüdungseinflüsse, Taktik u. a. spielen keine nennenswerte Rolle.

6. Von etwa 40 Metern ab tritt eine größere Leistungsdifferenzierung ein: die Ermüdung spielt eine größere Rolle, die Willensanstrengung gleicht sie z. T. aus oder überkompensiert sie; die Taktik spielt eine Rolle, insofern ein Zurückhalten mit dem Energievorrat Kraft für einen Spurt übrig läßt.

   Die Ergebnisse liefern eine Fülle von dauernd in einander übergehenden Typen und Mischformen, die durch verschiedenartige körperliche oder geistige Eignung, durch Technik, Training oder Taktik bedingt sind.

7. Der Endbereich von 80—100 m liefert im wesentlichen zwei kennzeichnende Verlaufsformen: einmal den mehr oder weniger stark erschöpften Typ, der sich in einem Abfall der Geschwindigkeit äußert, und dann einen Endspurt-Typ, der aber im allgemeinen nur noch relativ geringe Zusatz-Geschwindigkeit aufzubringen vermag. Diese Fälle gehören mehr den unteren Geschwindigkeitswerten an, während die höherstehenden schon bis an das Ende ihrer Leistungsfähigkeit gegangen sind. Auch einige Fälle von durchgehend gleichmäßiger Geschwindigkeit finden sich.

8. Ein ähnliches Bild zeigt die Strecke zwischen 20—40 und 40—60 m; die anfangs stark vorschießenden Läufer büßen im Durchschnitt an Geschwindigkeit ein, einige wenige zunächst zurückhaltende schnellen kräftig empor, der große Durchschnitt der unteren und mittleren Leistungen bleibt hier als häufigster Typ auf fast genau gleicher Höhe.

9. Die Verlaufsformen im Bereich zwischen 40—60 und 60—80 m zeigen nach der vorherigen Einbuße fast durchweg einen sehr charakteristischen, z. T. äußerst stürmischen Anstieg: der Läufer hat sich „eingelaufen", sein „Wille zum Sieg" bricht durch. Einige schwach fallende Kurven und eine lebhaft stürzende vermögen dieses allgemeine Bild nicht zu verwischen.

10. Ganz allgemein dürfte der Geschwindigkeitsverlauf bei der 100-m-Strecke vielleicht folgender sein: zuerst steiler Ansieg nach dem Start, dann ein gewisser Ermüdungsrückgang, mehr oder weniger kräftiger Spurt, endlich geringere Schlußerschöpfung bis zum Durchgang durchs Ziel.

11. Betrachten wir einzelne individuelle Fälle! Die Kurvenformen 1 bis 11, auch 14 seien als gute Gesamtleistungen hervorgehoben. Am wichtigsten sind die Kurven 1 und 4, die von dem bekannten Kurz- und 400-m-Streckenläufer Herrn v. Massow stammen, der als Sportlehrer in Spandau tätig war: steiler Anfangsanstieg, weiterer, wenngleich schwächerer Anstieg; bei 60 m ist die Höchstgeschwindigkeit

erzielt, mit der beinahe „unter Garantie“ weitergelaufen wird. Ein Schulbeispiel für die Leistung des gut geeigneten, gut trainierten und technisch und taktisch richtig laufenden Sprinters. Es ist schade, daß der bekannte deutsche Meister Rau infolge seines Unfalles damals nicht von uns ebenfalls untersucht werden konnte.

Den Durchschnittsfall eines guten Läufers scheint die Zickzackkurve 5 darzustellen, der 2 und 8 ganz ähnlich sind. 3 ist folgender Typus: Anfangsspurt, Nachlassen zwischen 60 und 80 m, Endspurt. 6 ist scheinbar gut, könnte aber vermutlich durch Training mehr erreichen, er steigert ganz systematisch von Anfang bis zu Ende, biologisch nicht unrichtig, für die kurze Strecke aber technisch wohl

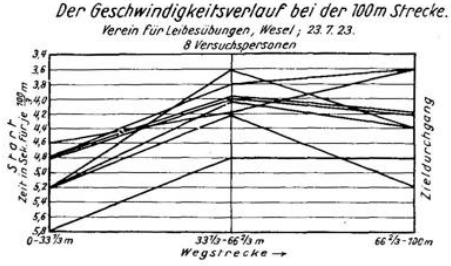

Abb. 214.

nicht die absolut beste Art und Weise. 7 ist vielleicht der interessanteste individuellste Einzelfall: mächtige Schwankungen, dabei die absolut höchste Momentangeschwindigkeit, die ihm trotz seiner Unstetigkeit doch noch einen guten Platz sichert. Fast das gerade entgegengesetzte Bild zeigt 10; 9 ist noch gut, sollte aber zum Schluß, wenn möglich, noch spurten; genau dasselbe finden wir bei 11. Die Kurve 14 entspricht einem gut veranlagten Läufer, der aber von einem regelrechten sportlichen Start noch keine Ahnung hat.

Unter den schlechten Läufern seien folgende herausgegriffen: 59 und 60 sind träge Typen von geringer Bewegungsgeschwindigkeit, — „ungeeignet“. Fall 33 muß, weil untrainiert oder wegen körperlicher Behinderung, versagen (übernormal starker Abfall, vielleicht ist sportärztlich Vorsicht geboten).

An dieser Stelle sei auch eine kleine Messung an 100-m-Läufern mitgeteilt (Abb. 214), die von Herrn E. Kühler bei einem Sportfest in Wesel gewonnen wurde. Die Zeiten wurden durch 3 Bestimmungen an 8 Versuchspersonen durch 8 verschiedene Beobachter mit Hilfe von ⅕-Sek.-Stoppuhren festgestellt. Der allgemeine Verlauf bestätigt ganz unsere eigenen exakten Untersuchungen.

12. Als praktisches Ergebnis läßt sich festhalten: Zweck des 100-m-Schnellaufes ist die Bewältigung der Strecke in kürzester Zeit. Sporttechnisch am wertvollsten erscheint die möglichst baldige Erreichung einer möglichst

hohen Laufgeschwindigkeit und deren Beibehaltung bis zum Schluß, so wie es etwa die Kurven 1 und 4 (v. Massow) zeigen. Im wirklichen Wettkampfe wird dazu ein Endspurt vor dem Zielband treten. Schwankungen in der Laufgeschwindigkeit beruhen jedenfalls auf falscher Technik der Bein- und Armarbeit, auf unrichtiger Körperhaltung oder Atemführung, ungenügendem oder unzweckmäßigem Training, ungeeigneter psychischer Einstellung (Ablenkung, Nachlassen der Willenskonzentration, Unlustgefühlen, mangelndem Willen zum Sieg usf., bzw. Apathie, Beeinflussung durch den vorwärts drängenden, in guter Form befindlichen Gegner, Störung durch Zuruf aus dem Publikum u. ä.), endlich auf tatsächlicher oder nicht überwindbarer vorzeitiger Erschöpfung der Körperkraft (Untrainiertsein der Beinmuskulatur mit Schmerzgefühlen, Atemnot, Herzklopfen, Zyanose, Schwindelgefühl u. ä.).

In bezug auf die persönliche Technik und Taktik, auch beim Training, wird man, wie die nächste Arbeit zeigen wird, zwischen Schnellauf einerseits und Mittel- und Langstreckenlauf andererseits scharf unterscheiden müssen. Ein anfängliches Zurückhalten mit der Kraft wird sich bei einer Zeit, wo es auf Zehntelsekunden ankommt, zu Ungunsten des Läufers rächen. Rein theoretisch und psychologisch erscheint es am zweckmäßigsten, von Anfang an gleich in die größte Laufgeschwindigkeit hineinzukommen, um den Gegner zu überholen, aus der Fassung zu bringen, unsicher zu machen. Lieber dann nach der Mitte das Tempo ein wenig mäßigen, um dann in einem Endspurt sich mit letzter Anstrengung ins Zielband zu werfen. Aber die Taktik des reinen Tempolaufens ohne jegliche Rücksichtnahme auf die Konkurrenz scheint für die ganz kurze Strecke (50 m) doch als das in jedem Falle Richtigste und auch für die 100-m-Strecke als das im Durchschnitt Empfehlenswerteste. Wie beim Start, so werden auch bei der Kräfteverteilung während des Laufes erfahrene Sprinter sich ihre eigene Methode selbst ausarbeiten und sichern. Immerhin ist es durchaus nicht unmöglich, durch eine streng wissenschaftlich fundierte Untersuchung und bis in kleinste Einzelheiten geregelte Trainingsüberwachung die Leistungen auch unserer hervorragendsten Sprinter sporttechnisch noch etwas zu steigern. Unseres Erachtens spielt dabei, wie auch Beobachtungen von seiten erfahrener Sportärzte zeigen, die psychologische Seite gerade beim 100-m-Lauf (im Gegensatz etwa zu der 400-m-Strecke!) eine ungleich wichtigere Rolle als die rein physiologische oder klinische Ueberwachung und Anleitung.