

Untersuchungen über die geistige Entwicklung der Schulkinder.

Von

E. W. SCRIPTURE,
Yale University.

Mit 20 Figuren im Text.

Obwohl ausgedehnte statistische Messungen über die Körperverhältnisse der Schulkinder schon von den Physiologen und Anthropologen gemacht worden sind, hat man über das Wachstum der geistigen Fähigkeiten bei Schulkindern meistens nur allgemeine, der experimentellen Grundlage entbehrende Betrachtungen angestellt. Um diese Lücke auszufüllen, habe ich psychologische Messungen an den Schulkindern der Stadt New Haven, Conn., U. S. A., anstellen lassen. Dieselben sind unter meiner Leitung von Dr. PH. J. A. GILBERT ausgeführt worden. Der ausführliche Bericht über die gesammelten That- sachen ist in meinen *Studien* erschienen.¹ Eine allgemeine Bearbeitung des Materials vom Standpunkte des Psychologen werde ich hier zu geben versuchen.

Versuchsmethoden.

Zwölfhundert Kinder aus den Volksschulen New Havens, Conn., U.S.A., im Alter von 6 bis 17 Jahren, fast genau 50 Knaben und 50 Mädchen jedes Jahrganges, wurden acht Prüfungen unterzogen. Es wurden nämlich untersucht: 1. Muskelsinn, 2. Empfindlichkeit für Helligkeitsunterschiede, 3. Einfluß der Suggestion, 4. Schnelligkeit bei willkürlichen Bewegungen, 5. Ermüdung bei denselben, 6. Zeit einer einfachen Reaktion, 7. Zeit einer Reaktion mit Unterscheidung und Wahl, 8. Zeitschätzung.

¹ GILBERT, Researches on the mental and physical development of school children. *Stud. from the Yale Psychol. Lab.* 1894. II. 40.

Bei einer anderen Gelegenheit wurde 9. die Empfindlichkeit für Tonänderung bestimmt — freilich durch wenig zahlreiche Versuche.

Bei der Ausgleichung der Messungen ist als Mittel der von LAPLACE¹ theoretisch diskutierte und von FECHNER² für Kollektivgegenstände vorgeschlagene Zentralwert gebraucht worden. Die Eigenschaften dieses Mittels habe ich von praktischen Gesichtspunkten aus eingehend erläutert.³

Den Zentralwert für eine Reihe von n Messungsergebnissen bestimmt man dadurch, daß man, von dem numerisch größten (resp. kleinsten) anfangend, die Resultate der Größe nach bis zum $\frac{n+1}{2}$ ten Resultate abzählt. Dieser Zentralwert wird als Mittel statt des arithmetischen Mittels gebraucht. Er hat nicht nur viele Vorzüge vor dem arithmetischen Mittel, sondern ist auch, theoretisch betrachtet, für statistische Messungen der allein richtige Mittelwert.

Außer dem Mittelwert kann man auch die mittlere Variation der einzelnen Beobachtungen als charakteristische Größe gebrauchen. Bei Versuchen 6, 7 und 8 sind zehn Einzelmessungen auf jedes Kind gemacht. In diesem Falle hat man also die mittlere Variation der Einzelmessungen für jedes Kind und auch die mittlere Variation der Mittelwerte von dem Mittelwert für das betreffende Alter. Für die anderen Versuche fällt die erste mittlere Variation weg.

Die ganze Berechnungsweise ist also folgende. Es sei

$$\begin{array}{cccc} a_1, & a_2, & \dots, & a_n \\ b_1, & b_2, & \dots, & b_n \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ l_1, & l_2, & \dots, & l_n \end{array}$$

die ursprüngliche Einzelmessung für die Kinder des Alters r , wo alle a sich auf das erste Kind beziehen, alle b auf das

¹ LAPLACE, Mémoire sur la probabilité des causes par les événements. *Mém. de Math. et de Phys. par divers Savants, Acad. Par.*, xvi. 621 (686). Paris 1774.

² FECHNER, Über den Ausgangswert der kleinsten Abweichungssumme. *Abhandl. d. math.-phys. Kl. d. k. sächs. Ges. d. Wiss.* 1878. XI. 1. (19.)

³ SCRIPTURE, On mean values for direct measurements. *Stud. from the Yale Psychol. Lab.* 1894. II. 1.

zweite, u. s. w. Es wird zuerst der Zentralwert der Einzelmessungen bestimmt. Als Ausdruck für diese Bestimmungsweise führe ich ein $C_x = f_o (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Hier bedeuten x_1, x_2, \dots, x_n die Einzelmessungen, und C_x den Zentralwert für diese Messungen. Das Symbol f_o giebt an, daß C aus der 0 ten Potenz von x gewonnen wird. Wir haben also

$$\begin{aligned} C_a &= f_o (a_1, a_2, \dots, a_n), \\ C_b &= f_o (b_1, b_2, \dots, b_n), \\ &\vdots \\ C_l &= f_o (l_1, l_2, \dots, l_n). \end{aligned}$$

Der Kontrastwert für das betreffende Alter r ist also

$$C_r = f_o (C_a, C_b, \dots, C_l).$$

Die persönlichen mittleren Variationen sind die arithmetischen Mittel aus den einfachen Abweichungen.

Wenn wir die mittlere Variation der Messungsreihe x durch $D_x = f_1 (x)$ andeuten, haben wir

$$\begin{aligned} D_a &= f_1 ([a_1 - C_a], [a_2 - C_a], \dots, [a_n - C_a]) \\ D_b &= f_1 ([b_1 - C_b], [b_2 - C_b], \dots, [b_n - C_b]), \\ &\vdots \\ D_l &= f_1 ([l_1 - C_l], [l_2 - C_l], \dots, [l_n - C_l]). \end{aligned}$$

Das arithmetische Mittel f_1 wird für diese Berechnung gebraucht, weil es gegenüber dem Zentralwert dieselbe Stelle einnimmt, wie das Fehlerquadrat gegenüber dem arithmetischen Mittel.

Diese persönlichen mittleren Variationen sind meistens Ausdrücke für die Urteilsunsicherheit und Willensunregelmäßigkeit des Kindes. Es wird dabei vorausgesetzt, daß der mittlere Fehler des zur Prüfung gebrauchten Apparates verhältnismäßig sehr klein ist.

Die persönliche mittlere Variation für das Alter r wird als Zentralwert D_r aus D_a, D_b, \dots, D_l genommen, also

$$D_r = f_o (D_a, D_b, \dots, D_l).$$

Bei den Versuchen, z. B. 1 bis 5, wo nur eine Messung auf jedes Kind gemacht wurde, hat man keine persönliche mittlere Variation, und die Bestimmung von D bleibt aus.

Die statistische mittlere Variation ist ein Ausdruck für die Homogenität der jeweilig zusammen verrechneten Kinder. Sie wird für das Alter r folgendermaßen bestimmt:

$$E_r = f_1 ([C_a - C_r], [C_b - C_r], \dots, [C_i - C_r]).$$

1. Unterschiedsempfindlichkeit für gehobene Gewichte. Der Apparat bestand aus 10 Pappzylindern, 23 mm im Durchmesser und 38 mm in der Länge, mit Blei und Pappe gefüllt. Der leichteste wog 82 g; die anderen unterschieden sich durch successive Stufen von 2 g, der schwerste wog also 100 g. Das leichteste Gewicht wurde als Normalgewicht gehoben, und das Kind sollte ausprobieren, welcher Zylinder von demselben Gewicht wie das Normalgewicht war. Man erhält dadurch eine Ziffer für die Unterschiedsschwelle. Die genaueren Methoden für die Bestimmung der Unterschiedsschwelle kann und darf man bei solchen statistischen Untersuchungen nicht anwenden. Die Genauigkeit der Methoden ist dem geringeren Grade der Urteilssicherheit angepaßt.

Die Resultate sind in folgender Tabelle I zusammengefaßt.

Tabelle I.
Gehobene Gewichte.

<i>A</i>	<i>M</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>G</i>
6	14.8	5.2	13.0	16.8
7	13.6	4.4	13.2	13.2
8	11.4	4.6	12.2	11.0
9	10.0	4.4	10.2	10.0
10	8.8	4.4	8.6	9.2
11	8.6	3.8	10.2	7.6
12	7.2	3.0	7.6	7.6
13	5.4	3.0	6.0	5.6
14	5.6	3.0	5.2	7.2
15	6.8	2.2	6.2	7.2
16	6.6	2.4	6.0	6.8
17	5.8	2.6	6.0	6.4

A, Alter.
M, eben merklicher Unterschied in Gramm für das betreffende Alter.
E, statistische mittlere Variation.
B, eben merklicher Unterschied, Knaben allein.
G, eben merklicher Unterschied, Mädchen allein.

Die Resultate finden in Fig. 1 graphischen Ausdruck.

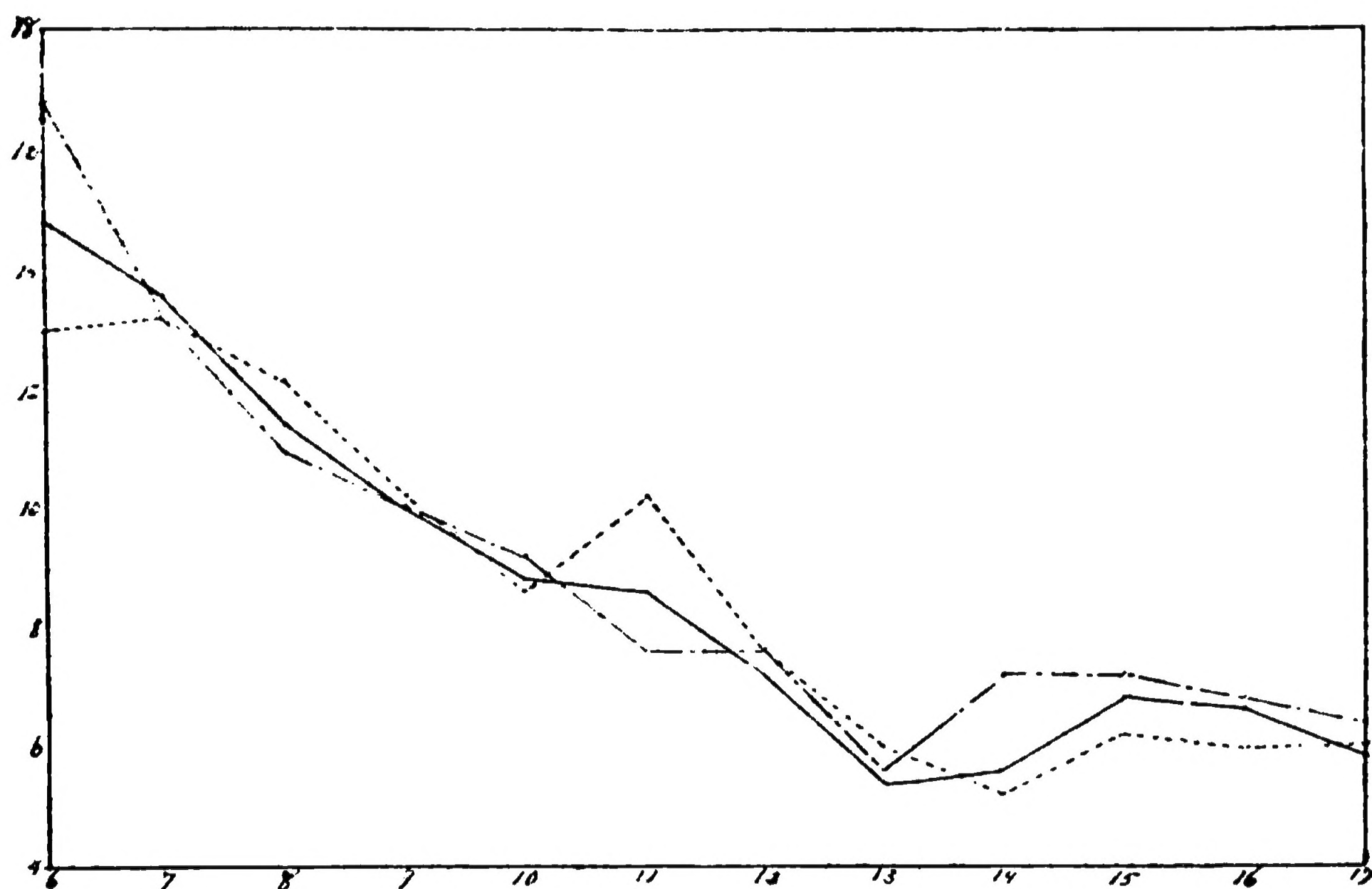


Fig. 1.

Unbemerkte Gewichtsunterschiede.

..... Knaben.

— . — . — Mädchen.

———— Knaben und Mädchen.

Die Unterschiedsempfindlichkeit wächst also ungefähr proportional dem Alter bis etwa zum 13. oder 14. Jahre, nach welchem das Kind wenig gewinnt oder sogar verliert.

Die Homogenität der Anzahl Kinder in Bezug auf die Unterschiedsempfindlichkeit für Gewichte wächst bis etwa zum 15. Jahre. (Fig. 2.)

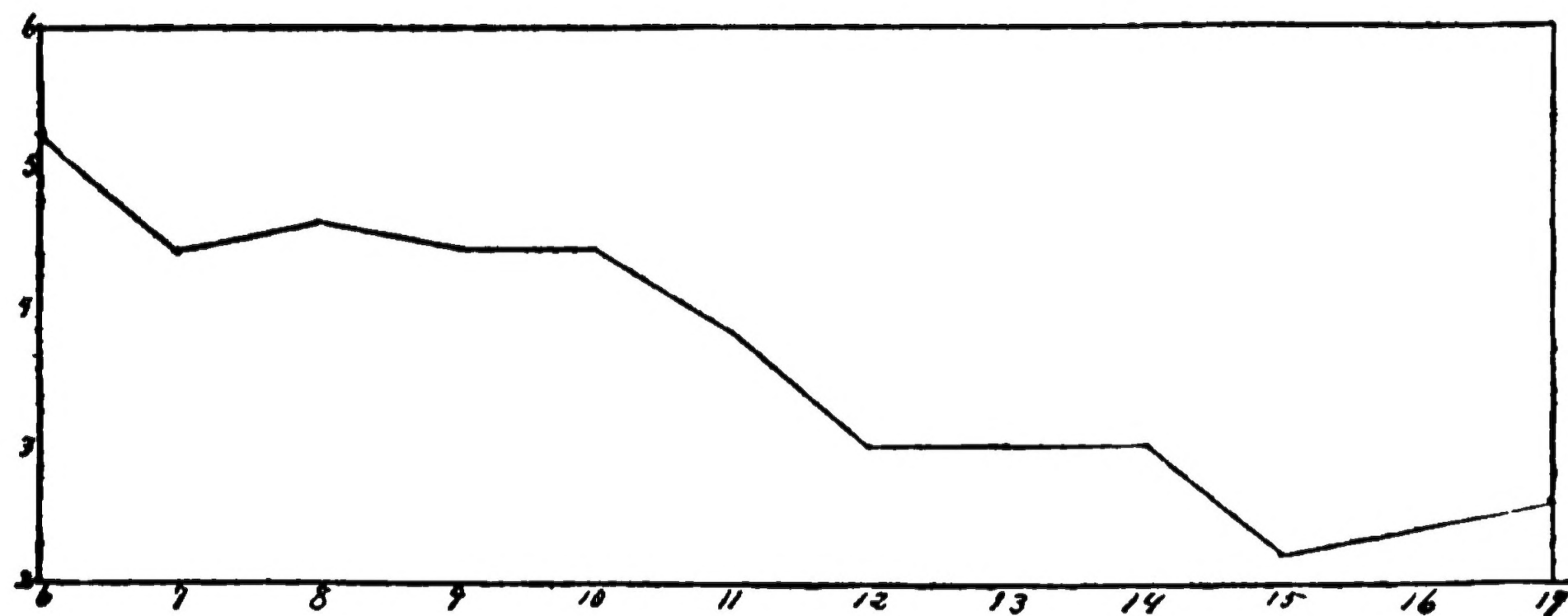


Fig. 2.

Statistische mittlere Variation, unbemerkte Gewichtsunterschiede.

2. Unterschiedsempfindlichkeit für Helligkeit. Zehn Kreisstücke aus rotem Tuch von 3 cm Durchmesser waren so gefärbt, daß sie eine eng abgestufte Reihe bildeten. Der hellste Kreis war dem Kinde vorgelegt, und man verlangte, es solle alle ganz gleichen Kreise auswählen. Die Anzahl der gewählten Kreise giebt eine Zahl für die Unterschiedsempfindlichkeit des Kindes.

Die Resultate sind in Tabelle II und in Figg. 3 und 4 wiedergegeben.

Tabelle II.
Helligkeitsunterschiede.

<i>A</i>	<i>K</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>G</i>
6	9.6	1.8	8.8	9.6
7	9.0	2.1	8.3	9.6
8	8.3	2.3	9.6	7.0
9	6.8	2.2	6.1	6.6
10	5.4	1.9	6.0	5.2
11	5.4	1.7	6.0	4.9
12	5.1	1.5	4.8	5.1
13	4.6	1.7	5.2	4.1
14	4.7	1.4	4.8	4.6
15	4.4	1.1	4.1	4.6
16	4.3	1.3	4.3	4.0
17	3.9	1.4	4.0	4.9

A, Alter.

K, Anzahl der unbemerkten Unterschiedsstufen.

E, statistische mittlere Variation.

B, Unterschiedsstufen, Knaben allein.

G, „ „ Mädchen allein.

In Bezug auf die Homogenität der Kinder findet man fast keinen Unterschied unter den verschiedenen Altern. (Fig. 4.)

3. Macht der Suggestion. Das speziell gewählte Beispiel einer Suggestion war der Einfluß der gesehenen Größe eines Objekts auf die Schätzung seines Gewichtes durch den Muskelsinn. Der Apparat bestand aus einer Reihe zylindrischer Gewichte, Fig. 5, von 28 mm Länge. 14 Gewichte, „Einheitsreihe“, waren alle von 35 mm Durchmesser, aber unterschieden sich voneinander durch ihre Schwere; das leichteste wog 15 g und das schwerste 80 g. Ganz ohne Kenntnis dieser Thatsache mußte das Kind durch Probieren dasjenige Gewicht aus der

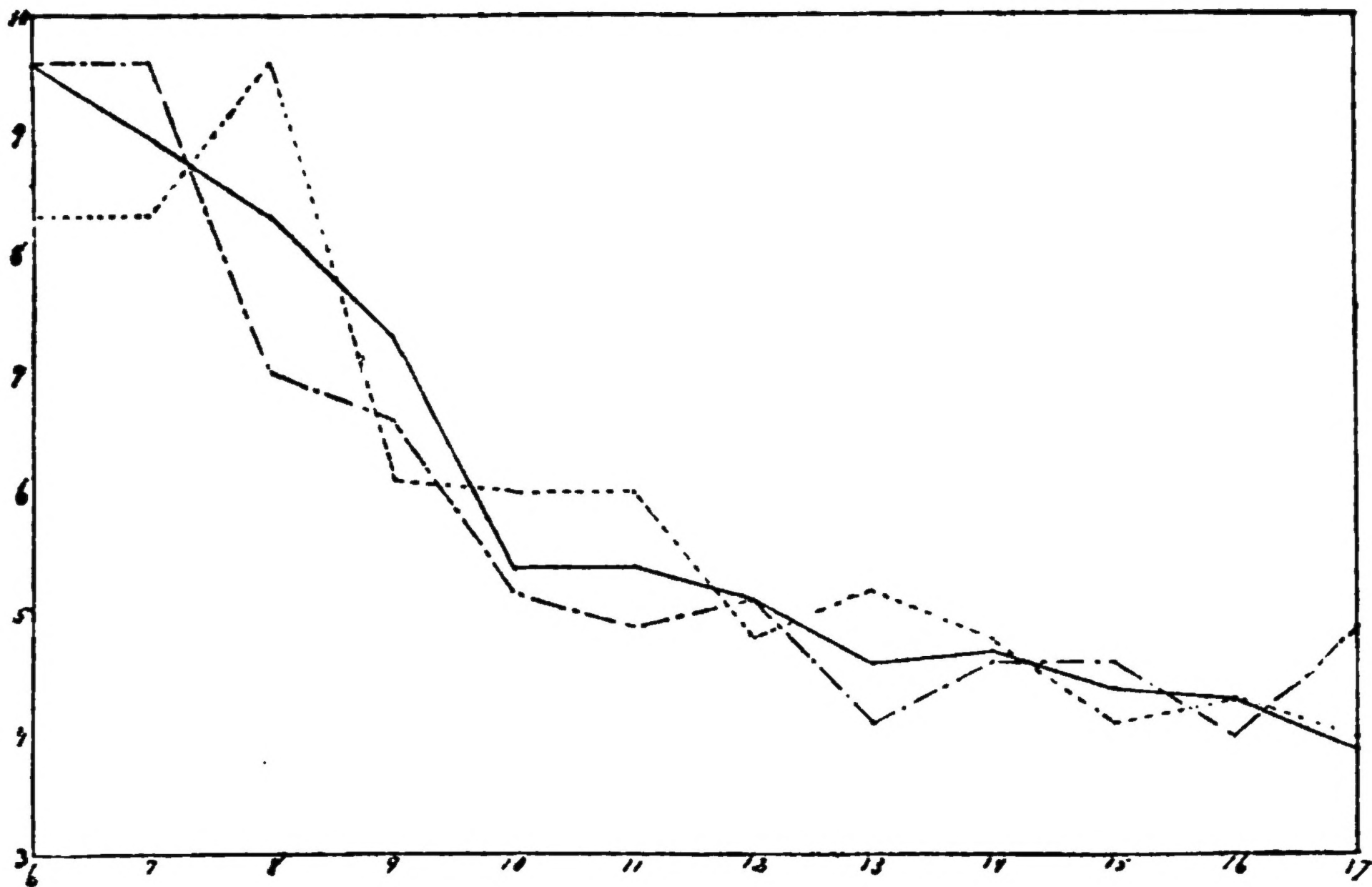


Fig. 3.

Unbemernte Helligkeitsunterschiede.

- Knaben.
- . - . - Mädchen.
- Knaben und Mädchen.

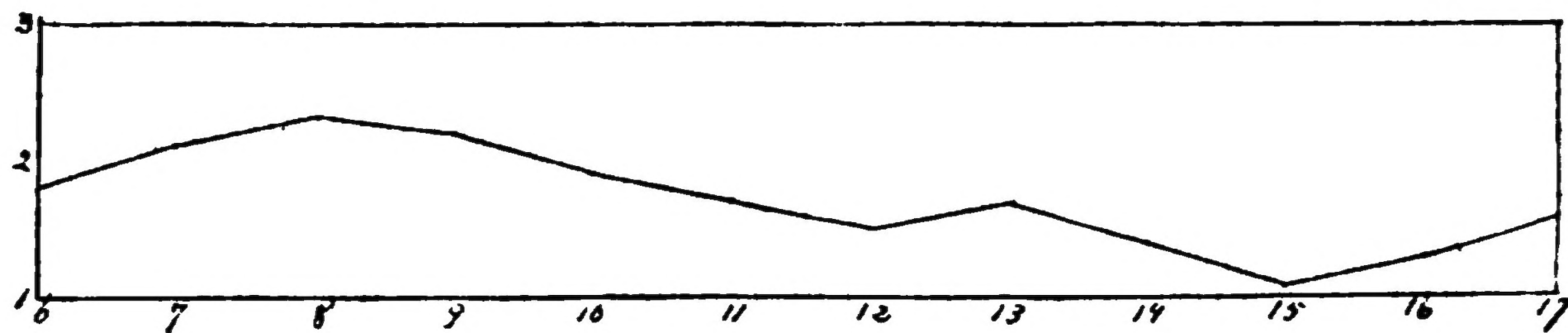


Fig. 4.

Statistische mittlere Variation für unbemernte Helligkeitsunterschiede.

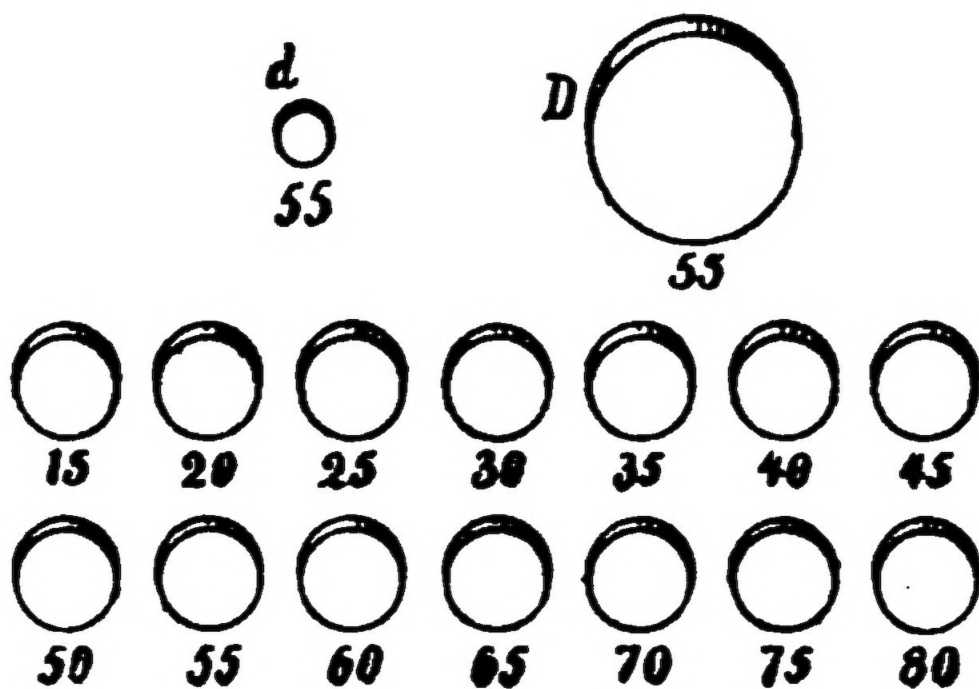


Fig. 5.

Suggestionsklötze.

Einheitsreihe wählen, welches gleich schwer wie ein anderes Gewicht von 22 mm Durchmesser, und auch dasjenige, welches gleich schwer wie eines von 82 mm Durchmesser, erschien.

Für die Einheitsreihe haben wir also 14 Gewichte von konstantem Durchmesser $\delta = 35$ mm und von den Schweren

$$p_1 = 15 \text{ g}; p_2 = 20 \text{ g}; \dots; p_{14} = 80 \text{ g},$$

mit dem konstanten Unterschied

$$p_1 - p_1 = 5 \text{ g}.$$

Für das kleinste Gewicht war der Durchmesser $d = 22$ mm und die Schwere $w = 55$ g.

Für das größte war der Durchmesser $D = 82$ mm und die Schwere $w = 55$ g.

Das Urteil des Kindes war: das Gewicht dw sei gleich einem Gewicht δp_k , und das Gewicht Dw sei gleich einem Gewicht δp_i .

Die thatsächlichen Unterschiede im Gewicht waren $v_k = p_k - w$ und $v_i = p_i - w$. Die Größen v_k und v_i sind die Resultate der Größenunterschiede der betreffenden Zylinder (d. h. die Verknennung jener Gewichtsgrößen beruht auf dem Einfluß der Verschiedenheit der Raumgröfse). Da alle Zylinder von der gleichen Länge waren, sind die Größenunterschiede durch die Unterschiede in Flächeninhalt der Zylinderenden auszudrücken, namentlich

$$u_k = \frac{\pi}{4} (\delta^2 - d^2)$$

und

$$u_i = \frac{\pi}{4} (D^2 - \delta^2).$$

Der Gesamtunterschied zwischen dem größten und kleinsten Zylinder ist also $S = u_k + u_i$, und das Resultat dieses Unterschiedes ist $H = v_k + v_i$. Die Gröfse H wird unmittelbar durch den Gewichtsunterschied zwischen den zwei Zylindern bestimmt, welche das Kind als gleich dem kleinen und dem großen auswählt.

Die Gröfse H ist eine Funktion des Größenunterschiedes und des Alters, also $H = f(S, A)$. Wir nehmen S konstant zu

$$\frac{\pi}{4} (82^2 - 22^2) = 1037 \text{ qmm.}$$

Der Ausdruck der Funktion $H = f(A)$ findet sich in Tabelle III und in Fig. 6.

Tabelle III.
Einfluß der Suggestion.

A	H	E	B	G
6	42.0	17.0	43.5	42.5
7	45.0	15.5	43.5	43.5
8	47.5	13.5	45.0	49.5
9	50.0	10.5	50.0	49.5
10	43.5	12.5	40.0	44.0
11	40.0	11.5	38.5	40.0
12	40.5	9.0	38.0	41.0
13	38.0	9.0	37.0	38.0
14	34.5	9.5	31.0	33.5
15	35.0	10.5	33.0	38.0
16	34.5	10.0	32.0	38.5
17	27.0	12.0	25.0	31.0

A, Alter.
H, Einfluß der Suggestion in Gramm, Knaben und Mädchen.
E, statistische mittlere Variation.
B, Einfluß der Suggestion, Knaben.
G, " " " Mädchen.

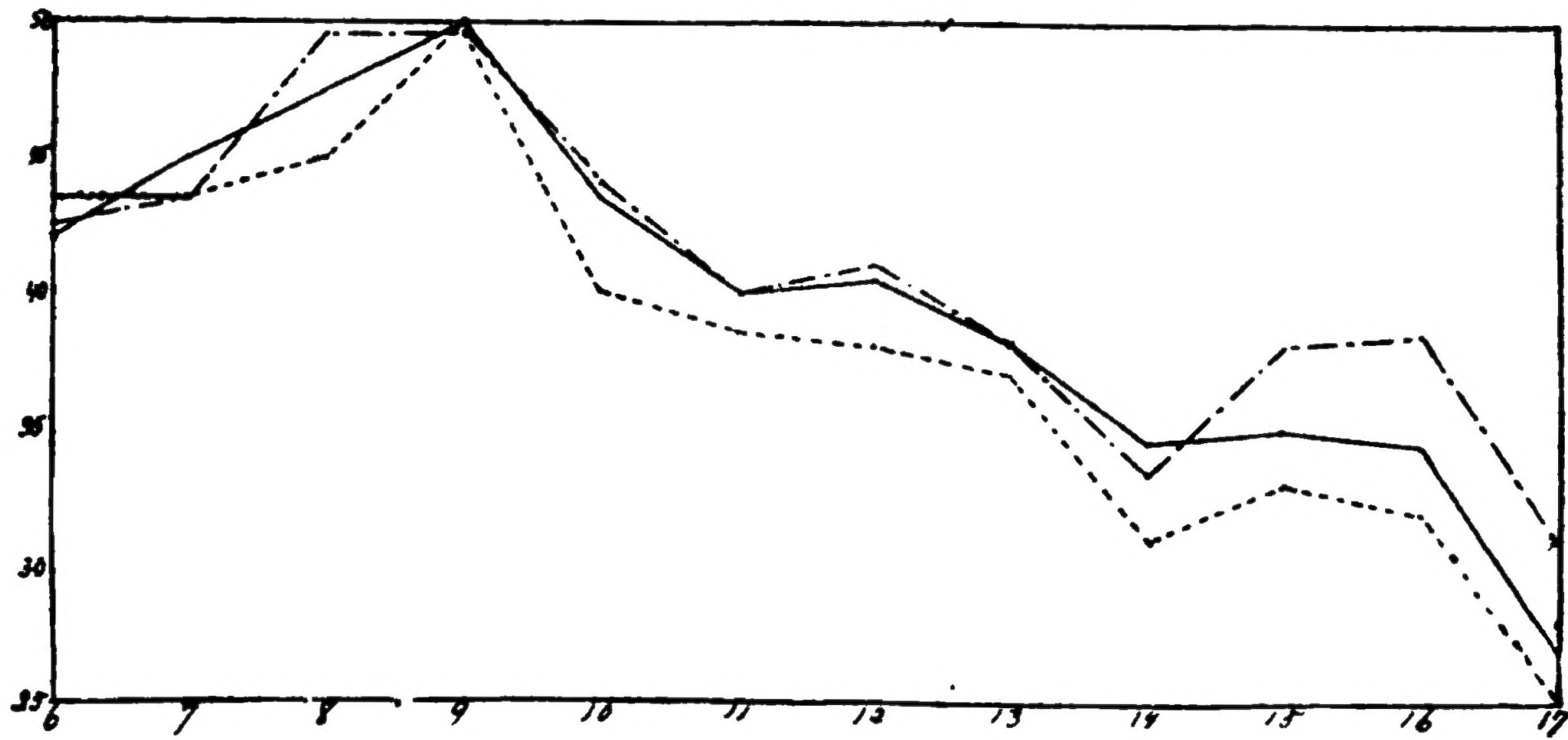


Fig. 6.
Einfluß der Suggestion.
..... Knaben.
— . — . — Mädchen.
———— Knaben und Mädchen.

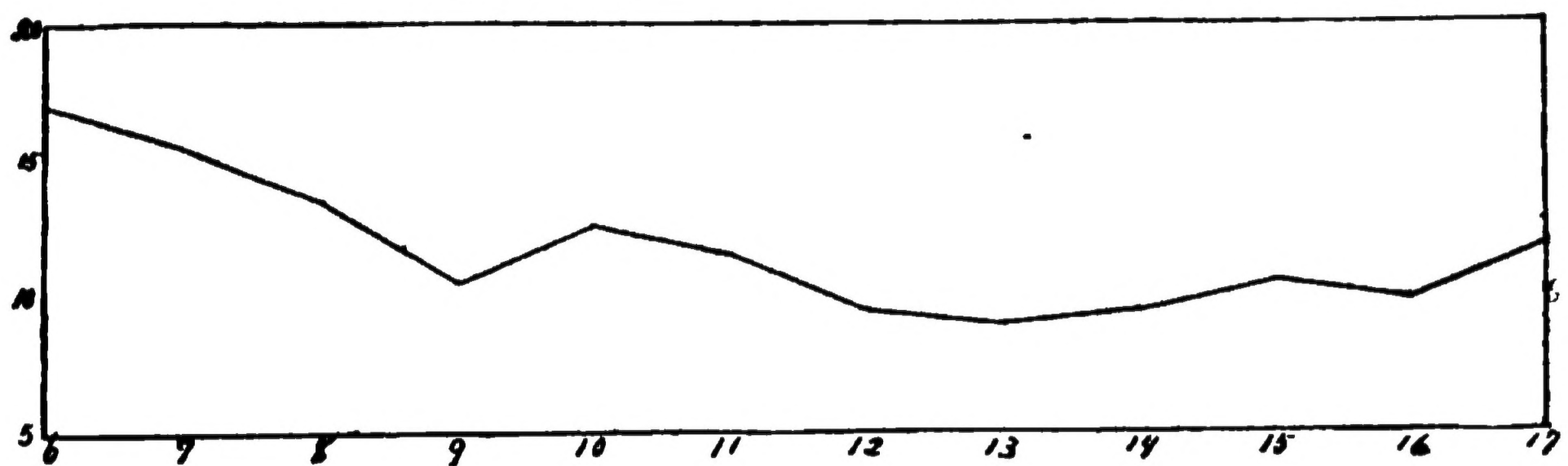


Fig. 7.

Statistische mittlere Variation für Suggestionseinfluss.

Die Homogenität der untersuchten Kinder blieb fast durchaus konstant. Die Mädchen sind von der Suggestion in fast jedem Alter mehr beeinflusst als die Knaben.

4. Schnellste Wiederholung von Bewegungen. Das Kind sollte auf den Knopf eines kleinen, leicht beweglichen elektrischen Schlüssels möglichst schnell, aber leicht schlagen.

Dieser Schlüssel, *n* in Fig. 8, ist mit einem EWALDSchen Chronoskop (oder Zähler) verbunden, welches die Zahl der Schläge angiebt. Dadurch wurde die Anzahl der Schläge während 5 Sekunden bestimmt.

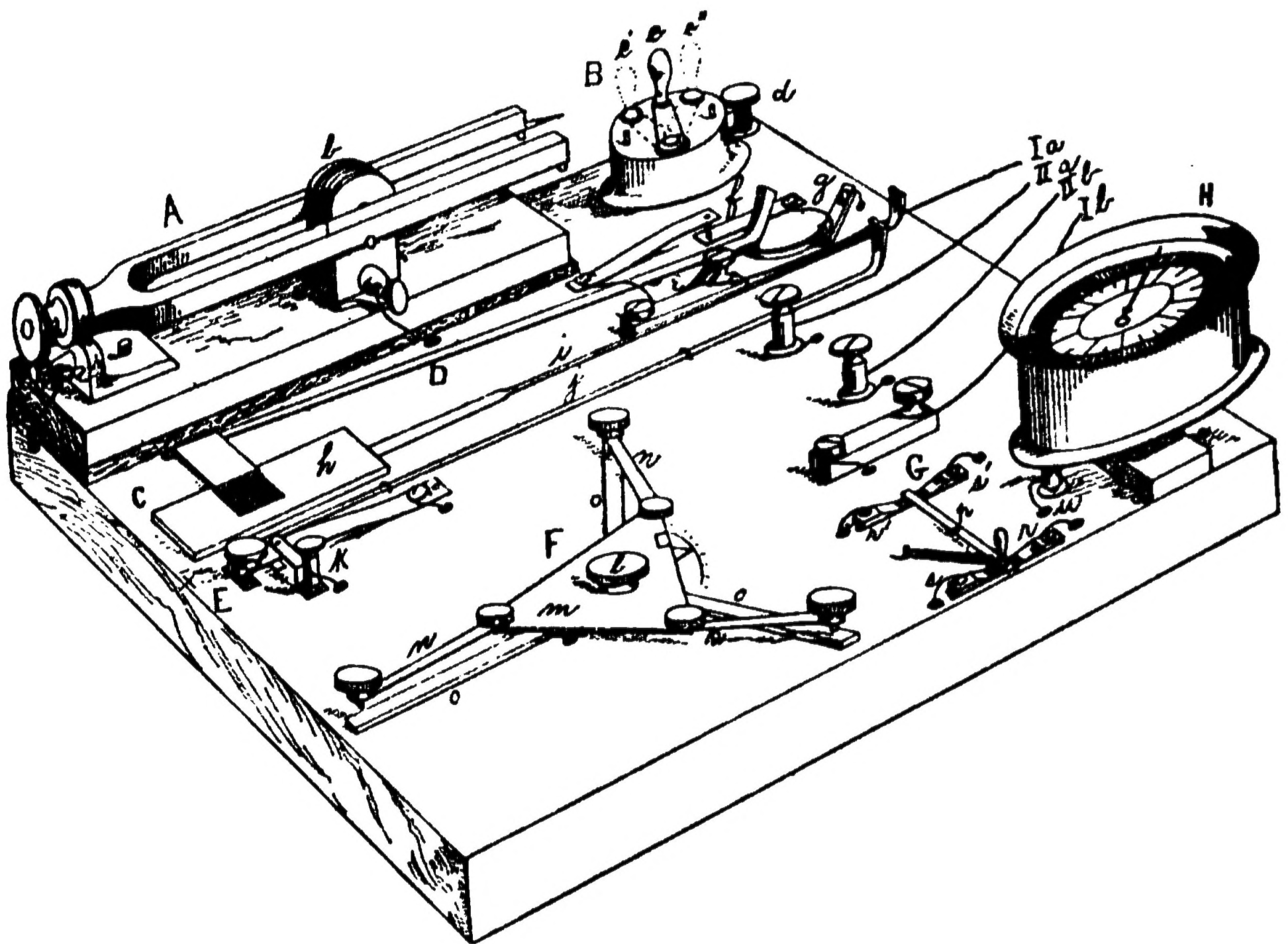


Fig. 8.

Apparat zur Bestimmung 1. der Anzahl schnell wiederholter Bewegungen, 2. der einfachen Reaktionszeit, 3. der Unterscheidungs- und Wahlzeit und 4. der Zeitschätzung.

Tabelle IV und Figg. 9 und 10 geben die Resultate. Die Knaben leisten in jedem Alter ausnahmslos mehr als die Mädchen. Die Homogeneität ist fast konstant.

Tabelle IV.
Schnell wiederholte Bewegungen.

<i>A</i>	<i>T</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>G</i>
6	20.8	2.4	21.0	19.7
7	22.5	2.9	22.8	21.2
8	24.4	2.9	24.9	23.9
9	25.4	2.5	25.8	25.0
10	27.0	2.8	27.7	26.9
11	29.0	3.3	29.7	27.8
12	29.9	3.3	30.3	29.6
13	28.9	2.8	29.8	28.1
14	30.0	3.6	31.2	28.0
15	31.1	3.0	31.3	29.8
16	32.1	3.3	33.0	31.8
17	33.8	2.9	35.0	31.5

A, Alter.

T, Zahl der Schläge während 5 Sekunden, Knaben und Mädchen.

E, statistische mittlere Variation.

B, Zahl der Schläge, Knaben allein:

G, Zahl der Schläge, Mädchen allein.

5. Ermüdung. Nach dem vorangegangenen Versuch liefs man das Kind ohne Unterbrechen weiter schlagen. Nachdem es 40 Sekunden geschlagen hatte, nahm man wieder eine Bestimmung der Anzahl der Schläge während 5 Sekunden vor. Man hat also für jedes Kind zwei Bestimmungen: einmal die Anzahl der Schläge während 5 Sekunden zu Anfang und dann die Anzahl während 5 Sekunden zu Ende einer Periode von 45 Sekunden. Ein Vergleich der zwei Bestimmungen gewährt ein Urteil über die Wirkung der Ermüdung.

In Tabelle V geben die Zahlen den Prozentverlust während der letzten Periode im Vergleich mit der ersten. Die graphische Darstellung wird in Figg. 11 und 12 gegeben.

Die Knaben ermüden viel schneller, als die Mädchen.

Die Homogeneität der Kinder wächst mit zunehmendem Alter.

Tabelle V.
Ermüdung bei schnell wiederholten Bewegungen.

<i>A</i>	<i>F</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>G</i>
6	21.4	8.1	22.8	21.3
7	21.0	8.9	22.5	20.2
8	24.0	7.3	24.7	23.3
9	21.0	7.1	22.5	20.7
10	22.0	7.5	22.7	19.0
11	20.0	6.2	20.3	18.0
12	16.0	6.3	18.0	14.0
13	14.5	6.4	15.8	14.7
14	14.0	6.5	17.8	12.0
15	12.7	5.8	13.8	11.5
16	14.7	5.2	15.3	11.7
17	13.8	5.3	14.5	13.5

A, Alter.

F, Prozentverlust, Knaben und Mädchen.

E, statistische mittlere Variation.

B, Prozentverlust, Knaben allein.

G, " Mädchen, " .

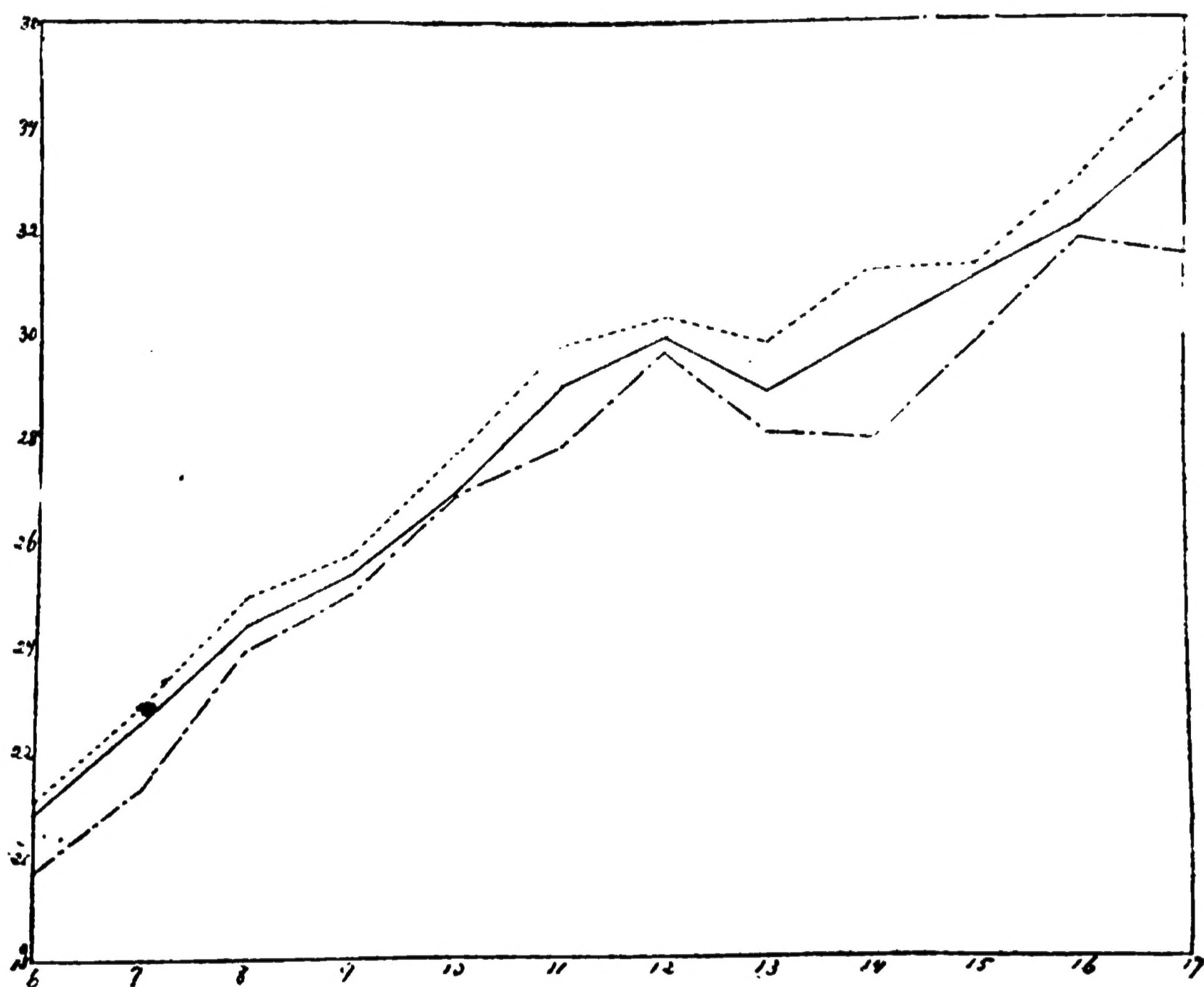


Fig. 9.

Zahl der Bewegungen.

..... Knaben.

— . — . — Mädchen.

———— Knaben und Mädchen.

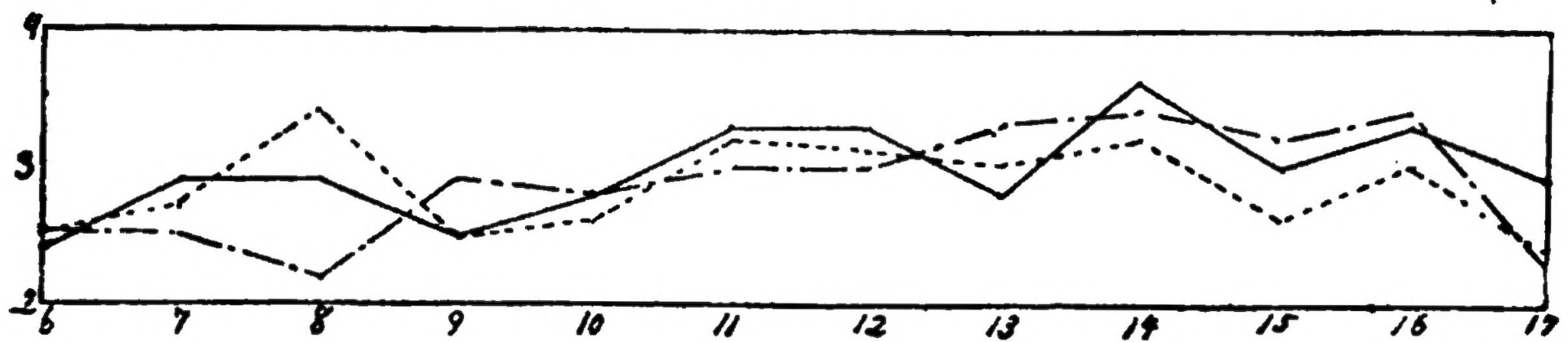


Fig. 10.

Statistische mittlere Variation der Zahl der Bewegungen.

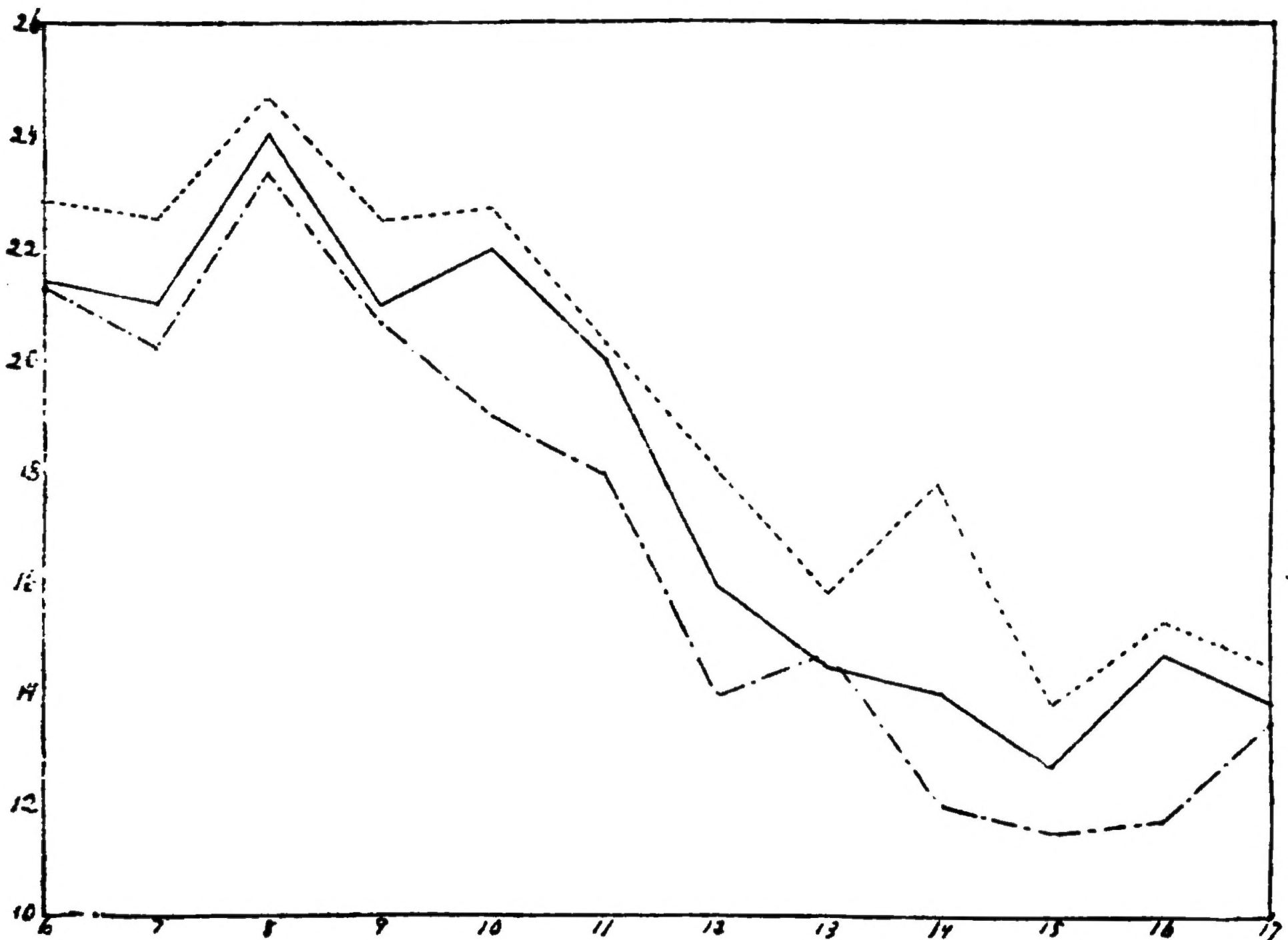


Fig. 11.

Ermüdung bei schnell wiederholten Bewegungen.

..... Knaben.
 -.-.-.- Mädchen.
 ——— Knaben und Mädchen.

6. Reaktionszeit. Mit dem EWALDSchen Zähler *H*, der Stimmgabel *A*, dem Exponierapparat *C* und dem Schlüssel *E* (Fig. 8) sind Messungen der Zeit einer einfachen Reaktion auf Licht gemacht worden. Da zehn Messungen auf jedes Kind gemacht wurden, entspricht die Art der Ausgleichung vollständig dem oben entwickelten Schema.

Wir haben also hier auch eine mittlere Variation für jedes Individuum, welche als ein Ausdruck der persönlichen Regelmäßigkeit aufgefaßt werden kann.

Die Resultate sind in Tabelle VI enthalten; die Zahlen sind in Hundertstel-Sekunden gegeben. Um ein Beispiel des Unterschieds zwischen arithmetischem Mittel und Zentralwert zu zeigen, wurden für diese Tabelle beide ausgerechnet. Das arithmetische Mittel ist durchweg gröfser als der Zentralwert; dies zeigt das Vorhandensein von einzelnen, sehr divergierenden, grofsen Werten unter den Zahlen. Dieser Unterschied zwischen arithmetischem Mittel und Zentralwert ist schon als Mafs der vorhandenen Unregelmäfsigkeiten gebraucht worden; er hat aber keinen Vorzug vor der statistischen mittleren Variation.

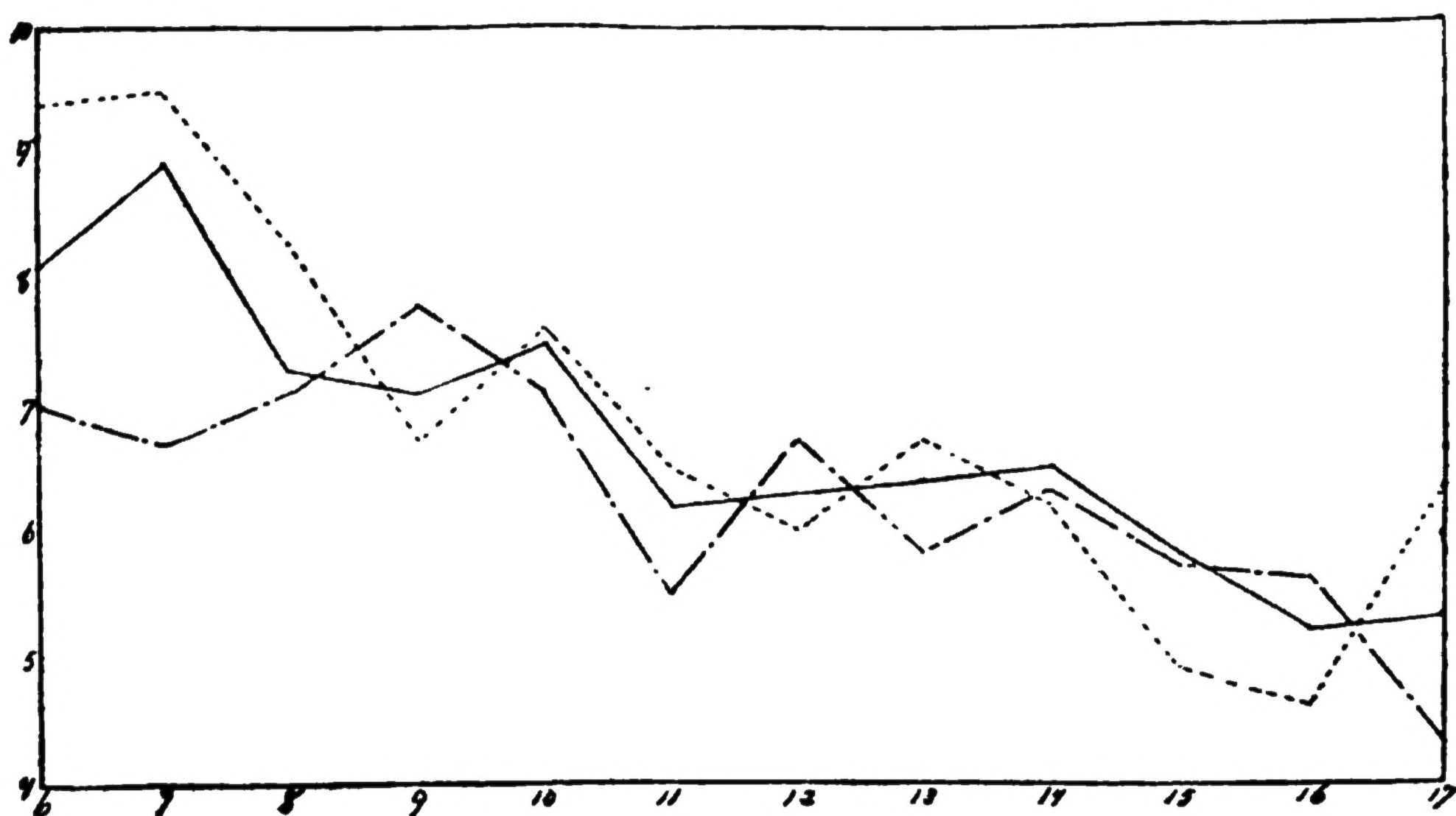


Fig. 12.

Statistische mittlere Variation bei der Ermüdung für schnell wiederholte Bewegungen.

Tabelle VI.
Reaktionszeit.

A	Ta	Tp	D	E	B	G
6	31.7	29.5	5.6	5.0	28.2	29.5
7	30.9	29.2	5.4	5.5	26.7	31.5
8	28.7	26.2	4.9	3.9	24.5	26.0
9	26.9	25.0	4.1	4.1	24.3	25.5
10	23.3	21.5	4.2	3.6	21.0	22.5
11	21.0	19.5	3.7	3.4	18.5	20.6
12	20.7	18.7	3.6	3.1	17.8	19.8
13	20.5	18.7	3.3	3.0	17.8	20.5
14	19.1	18.0	3.0	2.9	18.0	18.7
15	18.4	17.2	3.0	2.7	16.7	18.9
16	17.0	15.5	2.8	2.3	14.7	17.2
17	17.0	15.5	3.0	3.3	14.7	16.3

A, Alter.

T_a, Reaktionszeit in $\frac{1}{100}$ Sek., arithm. Mittel, Knaben und Mädchen.

T_p, " Zentralwert, " " "

D, persönliche mittlere Variation.

E, statistische " "

B, Reaktionszeit für Knaben.

G, " " Mädchen.

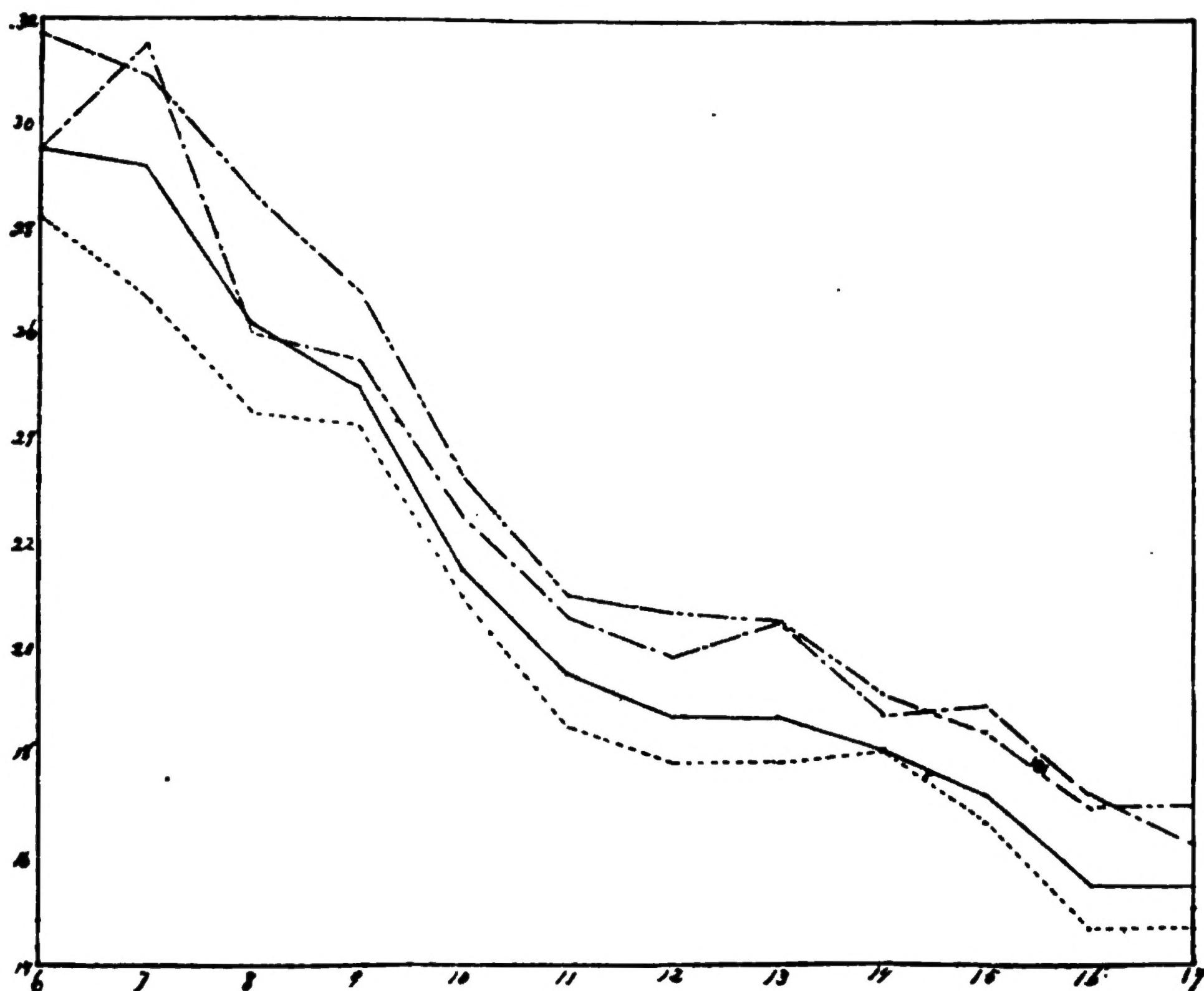


Fig. 13.

Reaktionszeit.

..... Knaben.
 - . - . - . Mädchen.
 ————— Knaben und Mädchen.
 — " " " arithmetisches Mittel.

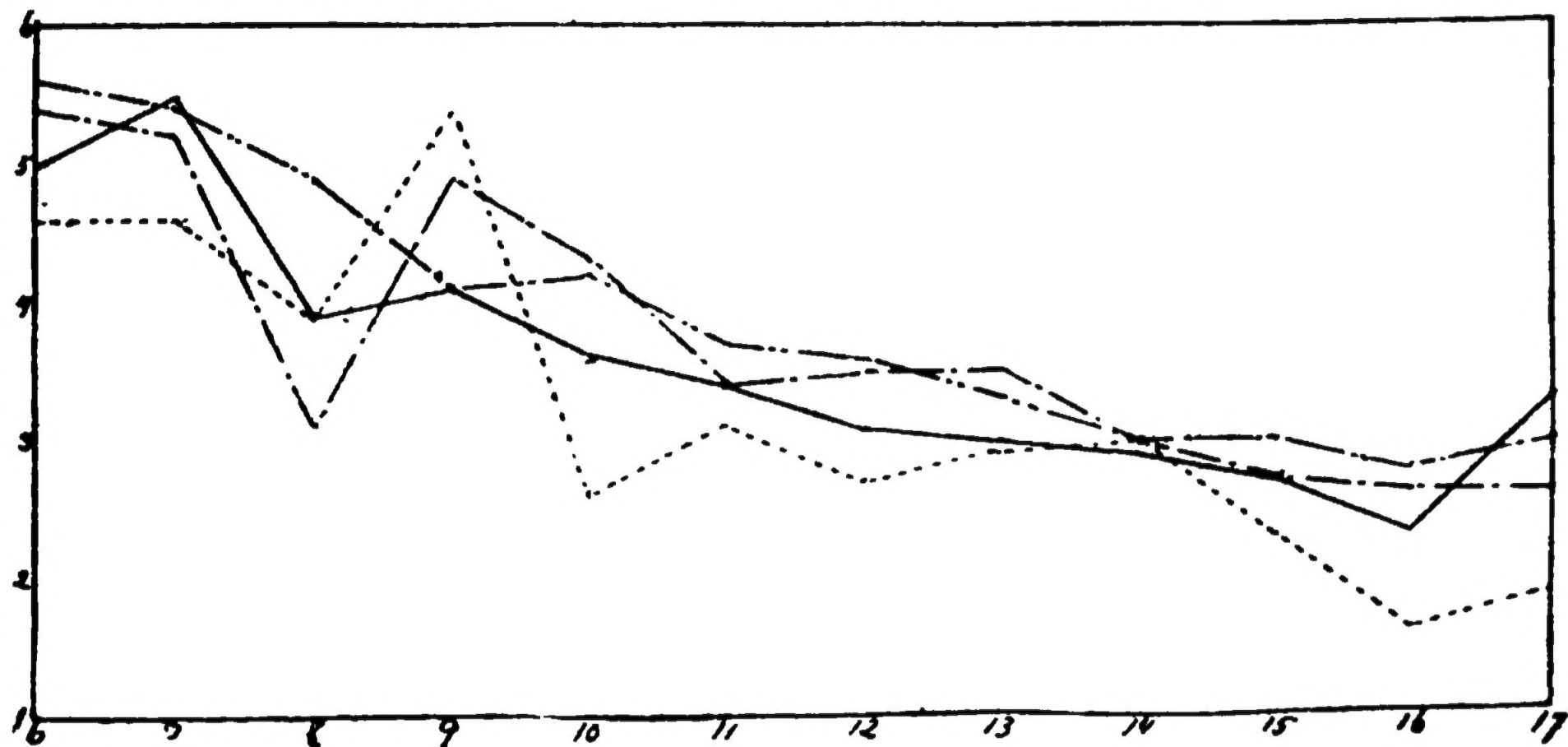


Fig. 14.

Mittlere Variationen bei Reaktionszeit.

- Knaben, statistische mittlere Variation.
- . — . — . — Mädchen, " " "
- Knaben und Mädchen, statistische mittlere Variation.
- Persönliche mittlere Variation.

7. Reaktion mit Unterscheidung und Wahl. Das Kind sollte auf eine blaue Farbe reagieren, dagegen auf eine rote ruhig bleiben. Der einfachen Reaktion waren also zwei Vorgänge, die Unterscheidung zwischen zwei Objekten und die Wahl zwischen Bewegung und Ruhe, hinzugefügt.

Die Resultate sind in Tabelle VII und Figg. 15 und 16 gegeben. Die Zahlen sind 1/100 Sekunden.

Tabelle VII.

Reaktionszeit mit Unterscheidung und Wahl.

A	<i>Tp</i>	<i>Ta</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>B</i>	<i>G</i>
6	52.5	55.8	10.2	6.0	53.5	51.0
7	53.0	54.1	9.4	8.1	49.0	52.8
8	47.8	48.8	8.5	6.5	48.0	47.5
9	45.0	47.5	8.1	6.8	44.5	46.0
10	41.0	42.2	7.3	4.9	40.0	41.5
11	38.5	40.5	7.0	5.8	38.7	38.8
12	37.0	38.9	6.1	5.5	38.5	37.0
13	39.5	39.9	6.2	5.8	36.0	41.5
14	36.5	36.3	6.5	4.9	36.7	35.5
15	33.5	34.8	5.9	4.9	31.1	34.5
16	32.5	34.0	5.4	4.3	31.5	35.0
17	31.2	32.1	5.4	4.0	30.5	31.5

A, Alter.
Tp, Zeit in 1/100 Sekunden, Zentralwerte.
Ta, " " " " arithmetisches Mittel.

D, persönliche mittlere Variation.
 E, statistische " "
 B, Zeit für Knaben.
 G, " " Mädchen.

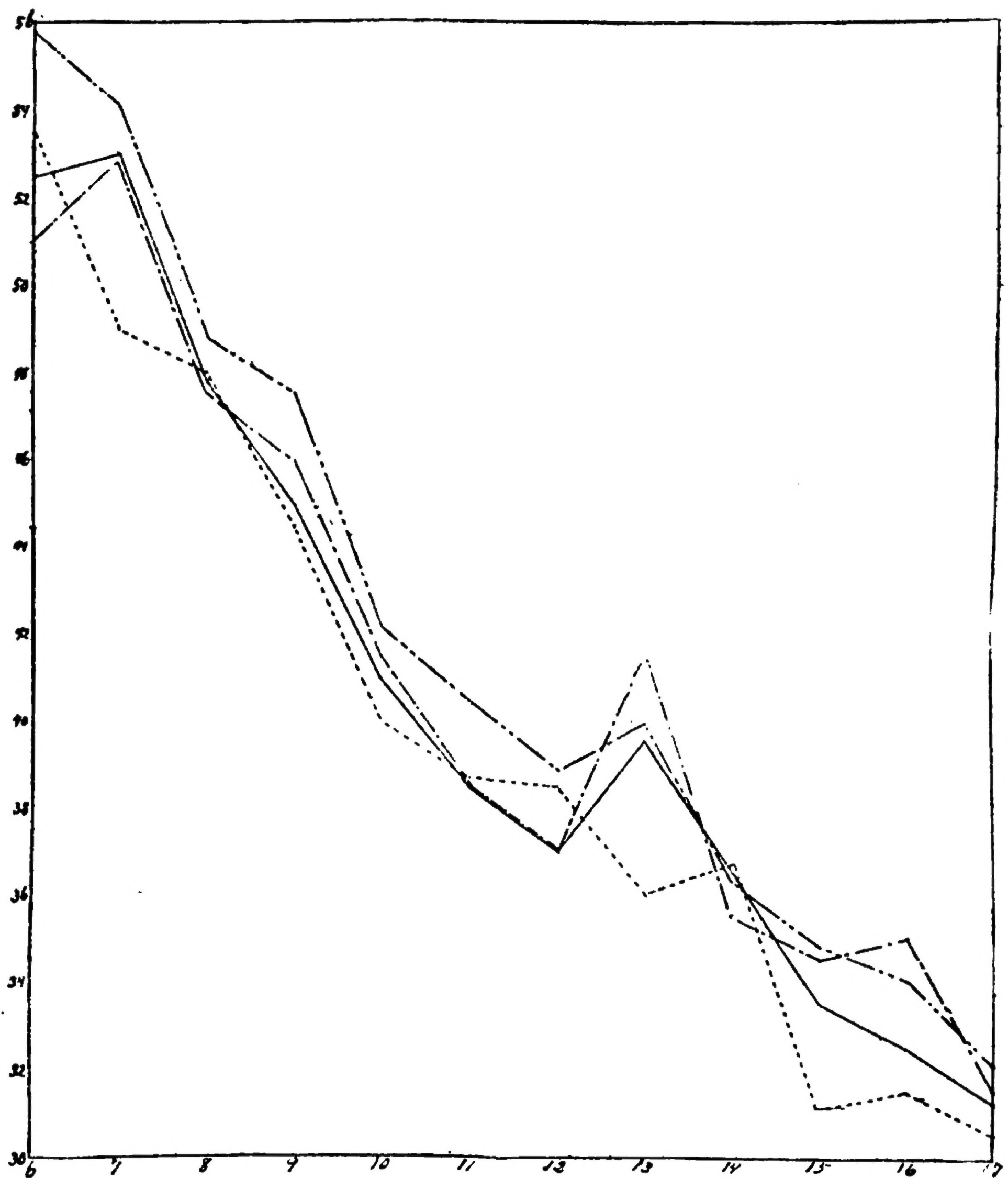


Fig. 15.

Reaktionszeit mit Unterscheidung und Wahl.

..... Knaben.
 - . - . - . Mädchen.
 ————— Knaben und Mädchen.
 — . . — " " " arithmetisches Mittel.

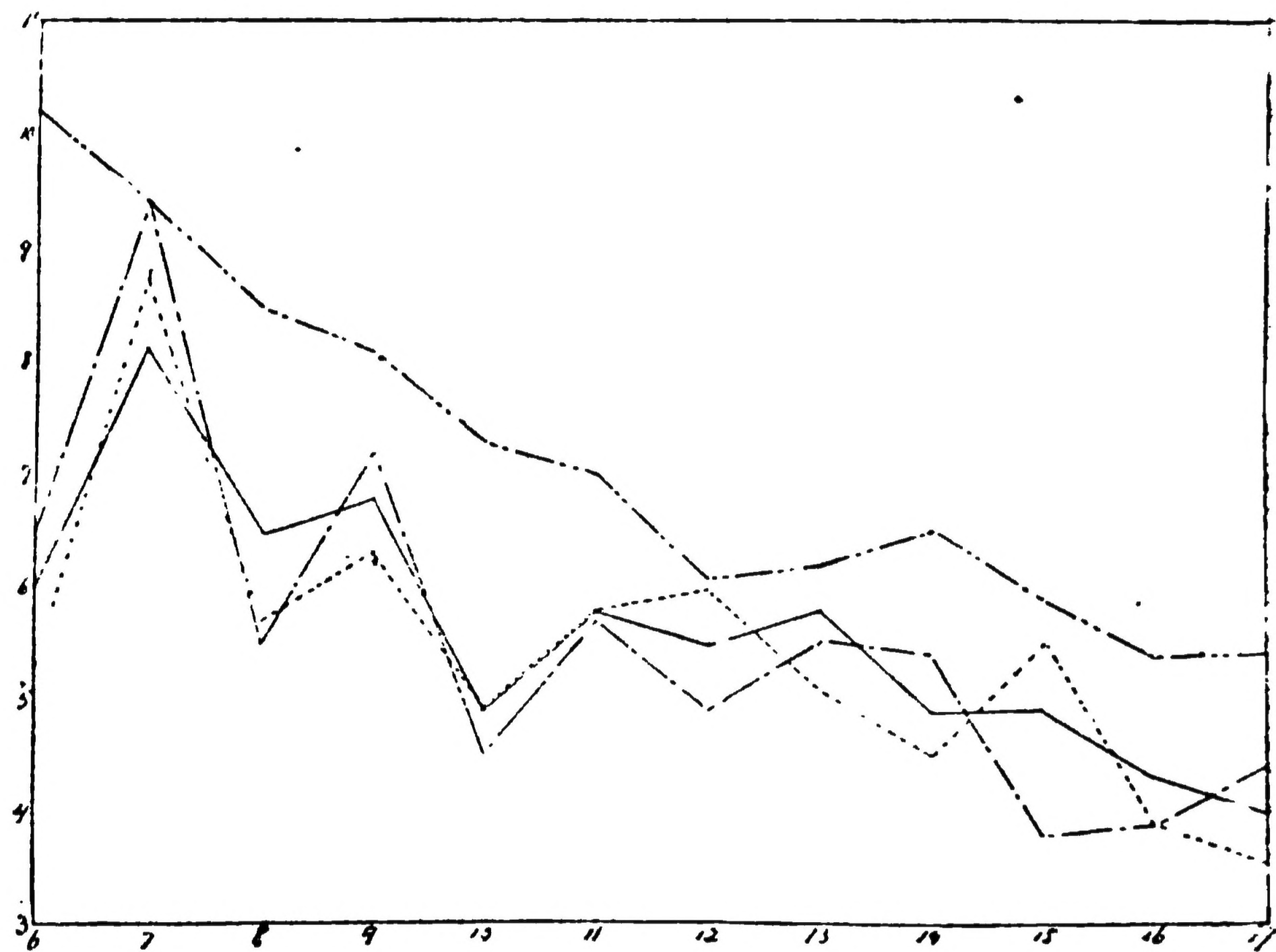


Fig. 16.

Reaktionszeit mit Unterscheidung und Wahl.

- Statistische mittlere Variation, Knaben.
- . - " " " Mädchen.
- " " " Knaben und Mädchen.
- - - - - Persönliche mittlere Variation.

8. Zeitschätzung. Mittelst des EWALDSchen Zählers konnte ein Ton von 100 v. d. erzeugt werden. Dieser Ton dauerte zwei Sekunden lang. Gleich danach fing der Ton wieder an. Das Kind sollte durch Druck auf einen Knopf den zweiten Ton aufhören lassen, sobald er eben so lange als der erste gedauert hat. Zehn Versuche wurden mit jedem Kinde gemacht.

Die Normalzeit war also zwei Sekunden. Die Tabelle VIII giebt an, um wie viele 1/100 Sekunden der zweite Ton zu kurz war.

Tabelle VIII.
Zeitschätzung.

A	Ep	Ea	D	E	B	G
6	62.0	56.7	24.6	23.4	56.5	67.0
7	66.5	59.6	27.9	20.2	63.5	68.5
8	54.3	52.7	23.6	22.8	48.5	57.0
9	60.0	56.2	23.0	23.5	47.5	73.5
10	48.5	48.9	20.2	18.1	48.5	46.5

11	41.0	44.2	20.8	18.2	40.5	41.0
12	36.8	41.6	17.6	21.3	35.8	37.5
13	33.0	36.3	17.9	21.4	24.5	36.0
14	30.0	35.9	18.7	16.1	31.5	31.0
15	38.0	37.6	18.0	19.4	34.5	39.0
16	44.0	41.6	16.6	16.7	38.0	49.0
17	35.5	39.9	13.8	15.8	34.0	40.0

A, Alter.
Ep, Zahl der 1/100 Sek., um welche der zweite Ton zu kurz war;
Zentralwerte.
Ea, dasselbe, arithmetisches Mittel.
D, persönliche mittlere Variation.
E, statistische
B, dasselbe wie Ep, aber für Knaben allein.
G, " " " " Mädchen "

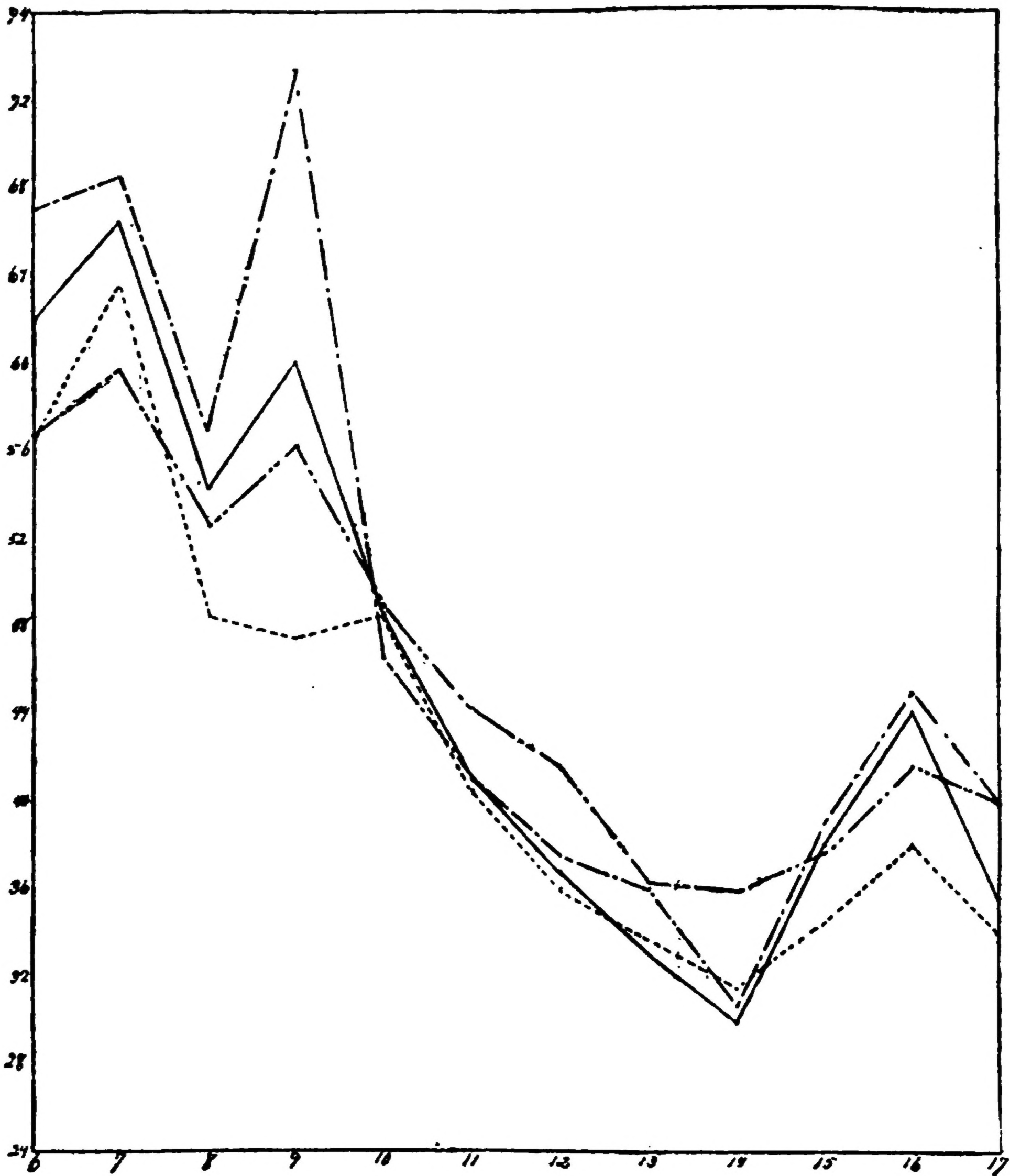


Fig. 17.

Zeitschätzung.

..... Knaben.
 - - - - - Mädchen.
 ————— Knaben und Mädchen.
 — - - - - " " " arithmetisches Mittel.

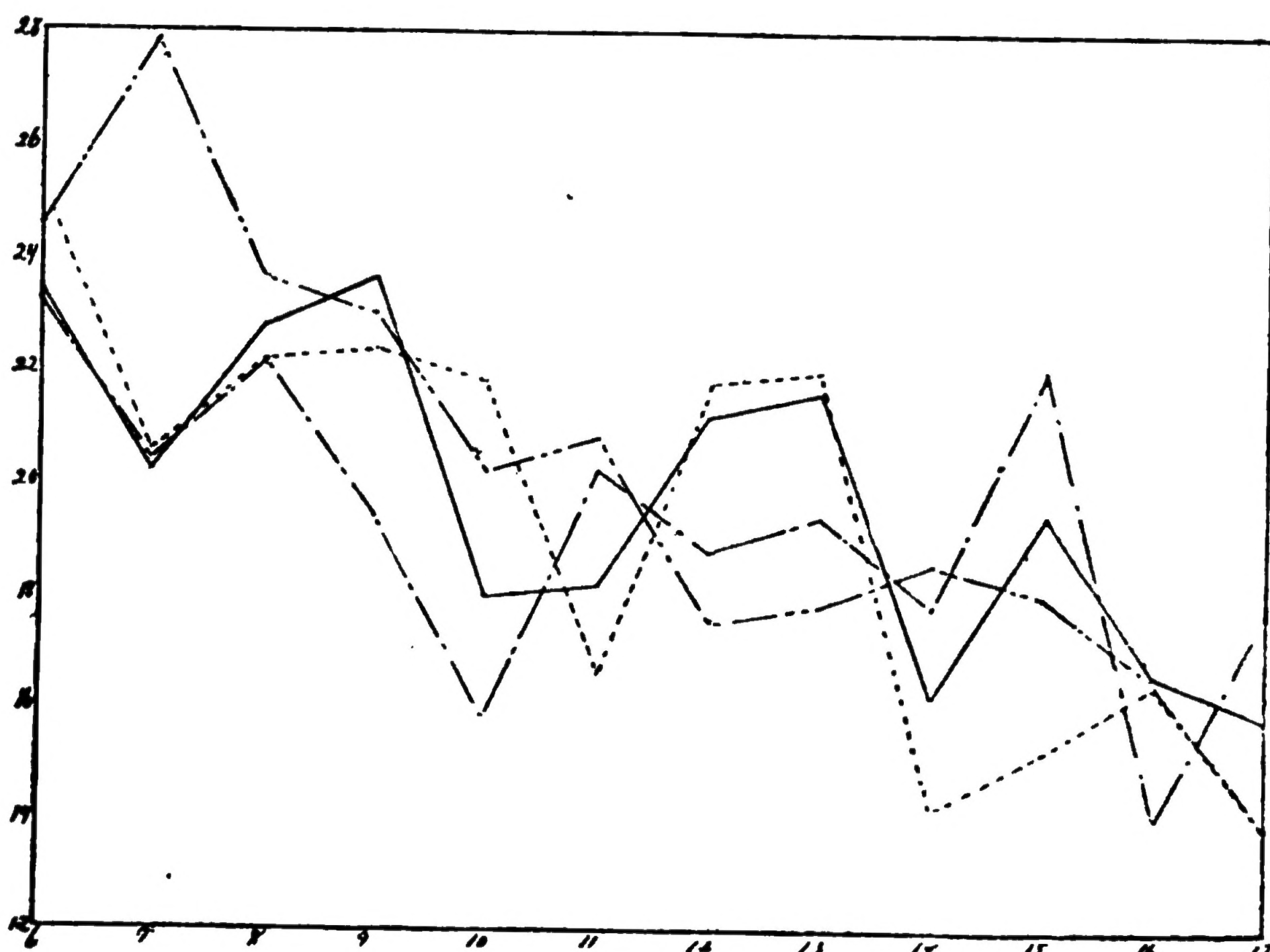


Fig. 18.

Zeitschätzung.

..... Statistische mittlere Variation, Knaben.
 - - - - - " " " Mädchen.
 ————— " " " Knaben und Mädchen.
 — - - - - Persönliche mittlere Variation.

9. Empfindlichkeit für Tonänderung. Es wurde jedes mal der Ton $A = 435$ v. d. durch Anblasen einer Zungenpfeife (Fig. 19) hervorgerufen. Mittelt Bewegung des Zeigers wurde die Tonhöhe allmählich geändert. Das Kind sollte angeben, wann es eine Änderung merkte. Dies war also eine Bestimmung der Änderungsempfindlichkeit.¹

Die Resultate sind weniger zahlreich als die vorhergehenden und sind zu einer anderen Zeit gewonnen.

¹ SCRIPTURE, Über die Änderungsempfindlichkeit: *Diese Zeitschr.* 1894. VI. S. 472.

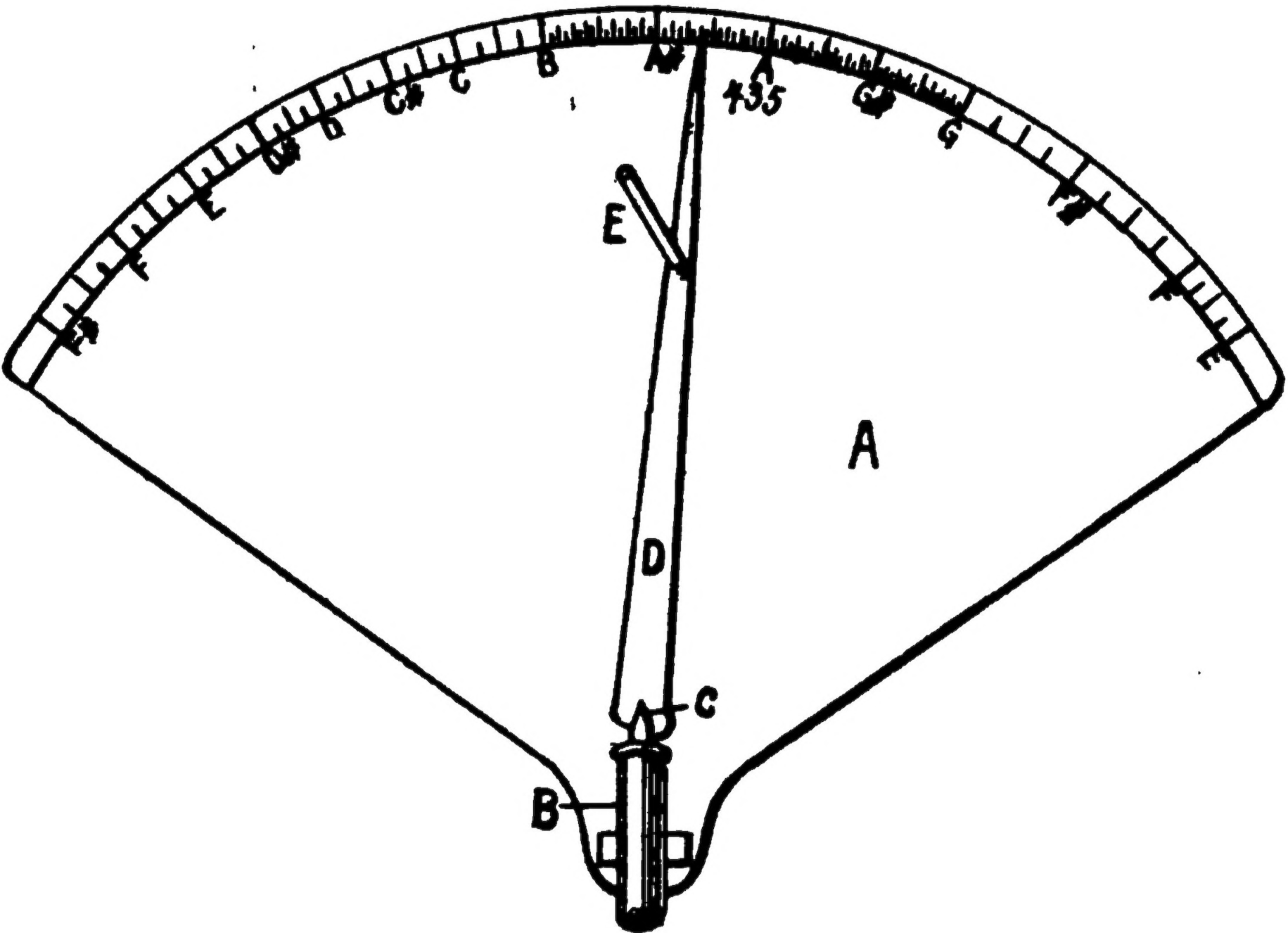


Fig. 19.

Tabelle IX.

Tonänderung.

A	T	E	D
6	12.3	1.4	1.8
7	9.1	0.9	3.6
8	6.8	0.9	1.3
9	4.8	1.1	1.1
10	6.2	0.7	0.8
11	4.8	1.1	0.9
12	4.1	1.0	0.5
13	3.7	1.3	0.5
14	3.5	1.0	1.0
15	5.0	1.0	1.1
16	4.0	0.9	0.7
17	—	—	—
18	2.6	0.7	0.9
19	2.4	0.8	0.6

A, Alter.
T, eben merkliche Änderung, in Zweiunddreißigstel einer Tonstufe.
E, statistische mittlere Variation.
D, persönliche mittlere Variation.

Der Verlauf der eben merklichen Tonänderung ist in Fig. 20 veranschaulicht.

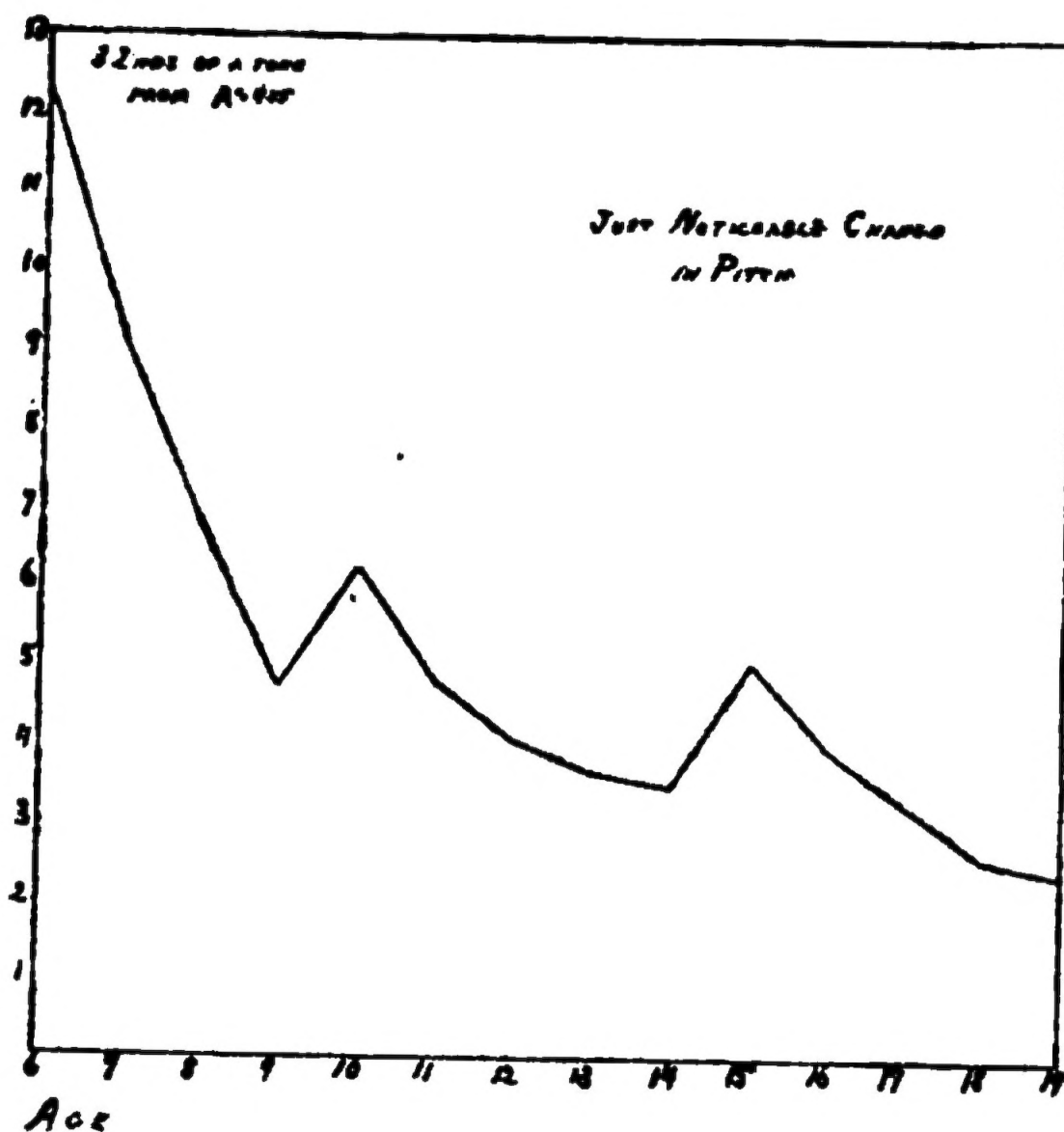


Fig. 20.

Allgemeine Bemerkungen.

Zahlreiche Einzelthatsachen in Bezug auf Lebensalter, Geschlecht u. s. w. findet man leicht beim Studium der Tabellen und Figuren. Im allgemeinen wachsen die geistigen Fähigkeiten zwischen den Lebensaltern 6 und 17, zuerst schnell und dann langsamer, mit wachsendem Alter. In fast allen geistigen Fähigkeiten findet man eine plötzliche Veränderung um das Alter von 13 bis 15.

Diese Veränderungen sind total verschieden von den Veränderungen in Gewicht, Gröfse und Lungeninhalt. Diese Homogenität der Kinder bleibt konstant oder bessert sich um ein wenig für alle geistigen Eigenschaften. Dagegen wird sie in Bezug auf Gewicht und Gröfse stets schlechter bis zum 14. Jahre, nach welchem eine Besserung eintritt. In Bezug auf Gröfse war diese Besserung eine sehr bedeutende. In Bezug auf Lungeninhalt wird die Homogenität stets geringer.