

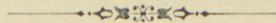
VEJRET OG VORT ARBEJDE

EKSPERIMENTALE UNDERSØGELSER
OVER DE METEOROLOGISKE FAKTORERS INDFLYDELSE
PAA DEN LEGEMLIGE OG SJÆLELIGE ARBEJDSEVNE

AF

ALFR. LEHMANN OG R. H. PEDERSEN

D. KGL. DANSKE VIDENSK. SELSK. SKRIFTER, 7. RÆKKE, NATURVIDENSK. OG MATHEM. AFD. IV. 2



KJØBENHAVN
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1907

Indledning.

1. Plan for de foreliggende Undersøgelser.

Af forskellige fysiologiske Undersøgelser fremgaar det, at de vegetative Funktioner og andre deraf afhængige fysiologiske Fænomener ikke er konstante hele Aaret igennem, men opvise Svingninger, der afhænge af Aarstiderne. Saaledes paaviste E. SMITH ved Analyse af Respirationsluften, at Aandedrættet har et Maximum om Foraaret og et Minimum i Slutningen af Sommeren og Begyndelsen af Efteraaret¹⁾. Senere fandt N. FINSEN, at Blodets Hæmoglobinmængde ogsaa varierer periodisk og har et Maximum i Slutningen af Sommeren og et Minimum om Vinteren²⁾. Hæmoglobinmængdens Maximum naas nogen Tid før Respirationens Minimum og omvendt dens Minimum kort før Respirationens Maximum. Dette lader sig efter Finsens Mening til Dels forklare derved, at en Forøgelse eller en Formindskelse af Hæmoglobinmængden kompenseres henholdsvis ved en Formindskelse eller Forøgelse af Aandedrættet. Med Hensyn til Svingningerne i Hæmoglobinmængden mener Finsen, at de væsentlig er direkte biologiske Virkninger af Sollyset, men at dog ogsaa Temperaturen kan øve nogen Indflydelse paa dem. Af hans Undersøgelser synes i alt Fald at fremgaa, at en kold Vinter medfører lavere Værdier for Hæmoglobinmængden end en mild. Kurve A, Fig. 1 fremstiller Hæmoglobinmængdens Variationer i et Aar efter Finsens Arbejde.

Efter LEHMANN'S pletysmografiske Undersøgelser viser Hjertevirksomheden³⁾ periodiske Svingninger, der er i Overensstemmelse med Hæmoglobinmængdens, idet Pulshøjden er større om Sommeren end om Vinteren. Kurve B, Fig. 1 viser Variationerne af Pulshøjden for en enkelt Forsøgsperson⁴⁾; denne Kurve er bestemt paa følgende Maade. I Pletysmogrammerne blev 10 Pulshøjder maalt og Middelværdien deraf beregnet for 2 à 3 paa hinanden følgende Forsøgsdage; disse Middelværdier er afsatte som Ordinatorer i Midten af de paagældende Forsøgsperioder. I den Tid, der er angiven ved de punkterede Dele af Kurven, er der ikke anstillet Maalinger, og det er iøvrigt tvivlsomt, om de fuldtoptegnede Dele af Kurven nøje kan sammenlignes, da de registrerende Apparater i Mellemtiden forsynedes med nye Gummimembraner. Større Forandringer af den absolutte Pulshøjde kan denne

¹⁾ Inquiries into the phenomena of respiration. Proceedings of R. S. of London. 1859, Vol. IX, p. 613.

²⁾ Om periodiske aarlige Svingninger i Blodets Hæmoglobinmængde. Hospitalstidende 1894, Nr. 49—50.

³⁾ Die körperlichen Äusserungen psychischer Zustände. 1. Teil, Leipz. 1899. S. 210—212.

⁴⁾ Anf. St. Atlas, Tavle LXVI, A. L.

Omstændighed dog ikke have medført, saa at Kurven *B* kun i ringe Grad kan være bleven forvansket herved. Da desuden den samme periodiske Variation af Pulshøjden iagttoges hos forskellige andre Forsøgspersoner, tør det vel anses for sandsynligt, at der er en Forbindelse mellem de to Fænomener, Variationerne af Hæmoglobinmængden og Pulshøjden. Forøvrigt maa det staa hen, om Pulshøjdens Max. og Min. netop ligger der, hvor de er afsat i Figuren; de pletysmografiske Undersøgelser havde ikke Bestemmelsen af periodiske Variationer til Formaal, saa at Forsøgsmaterialet i denne Henseende er utilstrækkeligt.

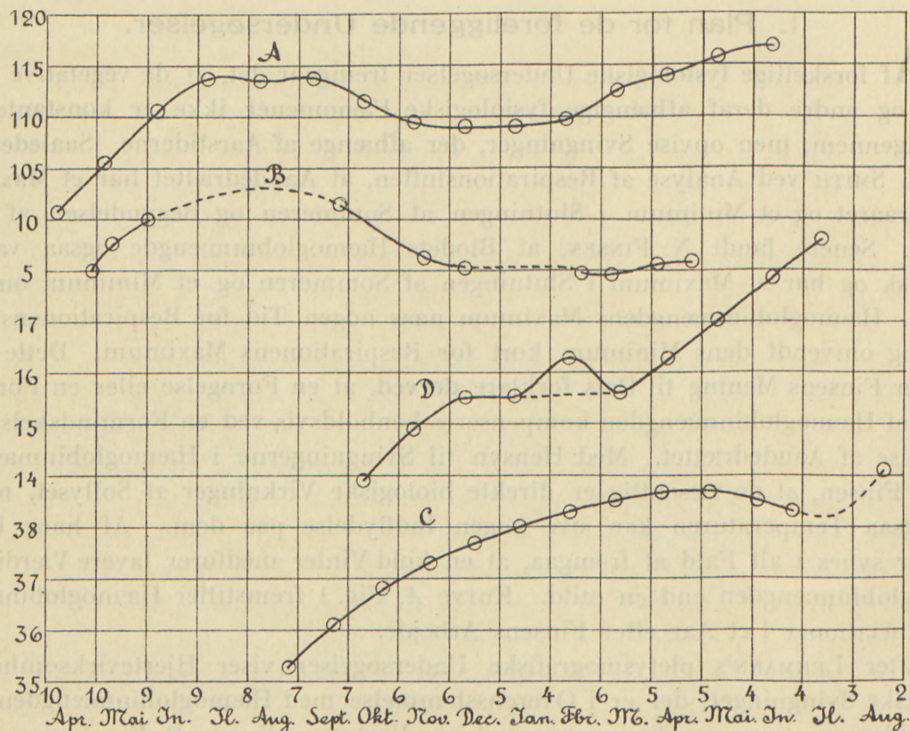


Fig. 1.

Efter MALLING-HANSEN's fleraarige Undersøgelser er ogsaa Børns Vægtforøgelse og Højdevækst periodiske Fænomener¹⁾. Vægtforøgelsen er størst i Efteraaret og aftager derefter om Vinteren og Foraaret. Omtrent fra April Maaned til ind i Juli er Vægtforøgelsen negativ, saa at Børnenes Vægt aftager i denne Tid; derefter tiltager den atter. Vægtforøgelsen har altsaa sit Maximum i Efteraaret og sit Minimum i Begyndelsen af Sommeren; denne aarlige periodiske Variation af et Barns Vægt er anskueliggjort ved Kurve C, Fig. 1. Kurven angiver ikke saaledes som Malling-Hansen's samtlige Børns daglige Vægtforøgelse, men deres Middelvægt. Disse Middelværdier er iøvrigt beregnede af den daglige Vægt for en Periode paa

¹⁾ Perioder i Børns Vækst og Solens Varme. Fragment III, A og B, 1886.

4 Uger, og hver Middelværdi er henført til Midten af den paagældende Periode. Beregningerne er byggede paa Forsøgsmaterialet for det viste Aar, fra Sommerferien 1884 til Sommerferien 1885. I denne Tid foregik der kun een Forandring i Børneantallet, idet et Barn afgik. Det var derfor let at eliminere dette Barns Vægt. Den punkterede Del af Kurven er beregnet efter Vægtforøgelsen for det foregaaende Aar for samme Periode.

Ved de samtidig med Vejningerne udførte Højdemaalinger af Børn har MALING-HANSEN fundet, at ogsaa Højdevæksten har et periodisk Forløb, og han mente at kunne paavise, at Højdevæksten staar i omvendt Forhold til Vægtforøgelsen, idet den skal have et Maximum i Foraaret og et Minimum i Efteraaret. Højdemaalingerne maa dog ifølge deres Natur være behæftede med ret betydelige tilfældige Fejl, og i Forhold til dem er de aarlige periodiske Svingninger kun lidet fremtrædende. Desuden er Bearbejdelsen af Materialet ikke saa grundig, at Resultatet med Hensyn til Paalidelighed kan sideordnes Resultatet af Vejningerne.

Efter det anførte ligger den Slutning nær, at Legemets fysiske Energi ligeledes er underkastet periodiske Variationer i Aarets Løb. Da Intensiteten af de vegetative Funktioner er formindsket om Vinteren, indvirker denne sandsynligvis ogsaa hæmmende paa Legemet i andre Henseender, saa at f. Eks. Muskelkraften er forholdsvis ringe i denne Tid. Eksperimentalt er disse Forhold imidlertid kun lidet undersøgte. Saa vidt vi ved, findes der angaaende Muskelkraften kun en enkelt Række Maalinger, foretagne af SCHUYTEN. Undersøgelserne anstilledes paa Skolebørn i Antwerpen ved Hjælp af et Dynamometer, een Gang om Maaneden, omkring d. 15¹⁾. Resultatet er gengivet i Kurve D, Fig. 1. Som det ses, tiltager Muskelkraften stærkt i Foraaret og Efteraaret; Forløbet om Vinteren er derimod ret mærkeligt. I Maanederne December, Januar og Marts er Muskelkraften omtrent konstant, medens den i Februar imod al Forventning viser en stærk Tilvækst. Man kunde derfor være tilbøjelig til at tro, at den skyldes særlige Omstændigheder, og at Kurvens normale Forløb er det, der er angivet ved den punkterede Linie: I saa Fald vilde Kurven stemme overens med de øvrige Kurver i Fig. 1. For muligvis at finde noget i de meteorologiske Forhold, der kunde forklare den omtalte Ejendommelighed, har vi undersøgt Materialet for Uecle, der er den meteorologiske Station, der ligger Antwerpen nærmest, og fundet, at Dagens Middelttemperatur i Begyndelsen af Februar er stegen fra $-2,^{\circ}$ til $13,^{\circ}$. Efter den 15. Febr. sank Temperaturen igen til et Minimum, $-1,^{\circ}$ den 28. Febr., hvorefter den igen steg, men temmelig langsomt. Omkring den Tid, da Maalingerne i Marts fandt Sted, var Middelttemperaturen $0,^{\circ}$. Hvis man altsaa overhovedet tør antage, at Temperaturforandringer inden for de nævnte Grænser har Indflydelse paa Muskelkraften, kan dennes relativt høje Værdi i Febr. og ringe i Marts forklares ved det foraarsagtig milde Vejr i Febr. Lufttrykket var i Tiden saavel før som under Maalingerne relativt lavt (i Febr. c. 750 mm. og i Marts c. 743 mm.) saa at denne Forskel vel næppe kan have

¹⁾ Über Wachstum der Muskelkraft bei Schülern während des Schuljahres. Zeitsch. für Psych. Bd. 23, S. 101.

bevirket Svingningerne i Muskelkraften, rent bortset fra, at en Indflydelse af saa smaa Lufttryksforandringer paa Muskelkraften aldeles ikke er paavist. En nærmere Diskussion af Schuyten's Resultater er imidlertid næppe mulig paa Grund af det ringe Antal Maalinger. Schuyten selv udtaler sig ikke om Aarsagen til den negative Forøgelse af Muskelkraften i Marts; han siger kun: „... hierdurch werden die Untersuchungen und Meinungen der Gelehrten bestätigt, die diesen Monat als eine Zeit des Rückschlags für die physische Entwicklung der Knaben und Mädchen betrachten¹⁾“.

Der staar endnu tilbage at omtale Lobsien's Undersøgelser over Hukommelsens Udvikling i et Skoleaar²⁾. Forsøgene udførtes een Gang om Maaneden med 4 Dreng- og 4 Pigeklasser i en Folkeskole i Kiel paa den Maade, at der blev forelæst Børnene 2 Rækker Ord, hver paa 10 Led, og det var da Børnenes Opgave straks at nedskrive saa meget som muligt deraf. Antallet af rigtigt gengivne Ord kan da betragtes som Maal for Hukommelsens øjeblikkelige Tilstand. Af dette Materiale fremgaar adskillige ikke uinteressante Resultater med Hensyn til Udviklingen af Hukommelsen med tiltagende Alder for Børn af begge Køn, men Spørgsmaalet, om Udviklingen foregaar periodisk, bliver ikke belyst. Tallene svinger nemlig stadig op og ned fra Maaned til Maaned, saa at der ikke kan være Tale om nogen Lovmæssighed. Naturligvis er hermed ikke bevist, at Hukommelsens Udvikling ikke foregaar periodisk, men kun, at Maalinger, anstillede een Gang om Maaneden, ikke er tilstrækkelige til at eliminere Virkninger af forstyrrende Momenter.

Formaalet med det her foreliggende Arbejde var oprindeligt kun at undersøge, om Schuyten's Resultater vedrørende Muskelkraften kan gøre Fordring paa en almengyldig Betydning, eller om de kun kan anses som Følger af ejendommelige meteorologiske Forhold i det paagældende Forsøgsaar. I dette Øjemed paabegyndte R. H. Pedersen i Jan. 1904 en Række Maalinger af Muskelkraften, hvilke udførtes een Gang om Ugen med 21 Elever i en Kommuneskole i København. Ved Slutningen af Skoleaaret (1. Maj) fordeltes Drengene i forskellige Klasser eller forlod Skolen, saa at det var umuligt at fortsætte Maalingerne med de samme Dreng. I Begyndelsen af Juni paabegyndtes Maalinger med 3 andre Drengklasser og gennemførtes til April 1905. Resultaterne viste vel et umiskendeligt Forhold mellem Svingningerne i Muskelkraft og i Lufttryk og Temperatur, men da Maalingerne kun fandt Sted een Gang om Ugen, kunde i Almindelighed Samtidigheden af meteorologiske og fysiologiske Forandringer ikke godtgøres. Vi ansaa det imidlertid for uigennemførligt at foretage daglige Maalinger med Børnene paa Grund af den megen Tid, som Forsøgene krævede; desuden kunde der paa Søndage og øvrige Fridage ikke foretages Maalinger, saa at Forsøgs materialet stadig maatte blive ufuldstændigt. Uafbrudte Rækker af Maalinger kunde utvivlsomt kun tilvejebringes af enkelte Forsøgspersoner, der daglig kunde udføre Maalinger hjemme, og Leh-

¹⁾ Anf. St. S. 107.

²⁾ Schwankungen der psychischen Kapazität. Berlin 1902.

mann besluttede derfor personlig at foretage saadanne, hvortil især den Omstændighed gav Anledning, at en paatænkt Rejse til Norge frembød en bekvem Lejlighed til at undersøge Indflydelsen af større Lufttryksvingninger paa Muskelkraften. Rigtignok kunde de talrige individuelle Tilfældigheder ikke elimineres af et saadant Forsøgsmateriale; men ved omhyggelige Iagttagelser over det personlige Befindende og andre Omstændigheder, der kunde have Indflydelse, lod denne Mangel sig efter al Sandsynlighed afhjælpe. Da Materialet hen imod Slutningen af 1905 blev bearbejdet, viste det saa mange interessante Kendsgerninger, at vi besluttede at fortsætte og betydelig udvide Undersøgelserne hele Aaret 1906 igennem.

Først og fremmest gennemførte vi trods alle Vanskeligheder hver Skoledag en Række Maalinger af Muskelkraften med en Del Elever (10) af en Drengeklasse, og hertil sluttede sig endvidere 3 Rækker individuelle Maalinger. Som Forsøgspersoner deltog i disse foruden de to Forf. en 18-aarig Pige, Frk. I., der i nævnte Aar tog Afgangseksamen fra Gymnasiet, hvorved vi altsaa fik Lejlighed til at undersøge et vedholdende og betydeligt psykisk Arbejdes Indflydelse paa Muskelkraften. Desuden blev ved dette Valg af Forsøgspersoner de forskellige Aldersklasser jævnt repræsenteret; Drengene var 12—13, Frk. I. 18, P. 36 og L. 47 Aar gammel. De 3 nævnte Forsøgspersoner gik iøvrigt efter aftalt Plan i Juli og August til Norge, hvor de i en Højde af 960 m. undersøgte Indflydelsen af en konstant, betydelig Lufttryksformindskelse og Adaptationsfænomenerne ved Overgangen fra højere til lavere Lufttryk og omvendt. Endelig blev tilligemed Maalingerne af Muskelkraften længere Rækker af daglige Maalinger over Hukommelsen og Additionshastigheden gennemført af Forsøgspersonerne P. og L.; Varigheden af disse Forsøg var henholdsvis 4 og 9 Maaneder. I det følgende skal Metoderne og Resultaterne for alle disse Forsøg indgaaende omtales.

Maalingerne af Drengenes Muskelkraft fandt naturligvis Sted i Skolen under Pedersens Opsyn, og hertil var et enkelt Dynamometer tilstrækkeligt; de meteorologiske Data kunde ses af de maanedlige Oversigter fra Meteorologisk Institut i København. De forskellige Maalinger krævede derimod en ret betydelig Samling Instrumenter for de andre Forsøgspersoner, fordi disse boede paa forskellige Steder, rejste til forskellige Tider o. s. v. Hver Forsøgsperson maatte derfor, ganske uafhængig af de andre, ikke alene kunne gøre sine personlige Maalinger, men ogsaa paa selve Stedet foretage de fornødne meteorologiske Iagttagelser. Anskaffelsen af alle nødvendige Apparater og Instrumenter blev os kun mulig ved Understøttelse af en Privatmand, der interesserede sig for Sagen, men ønsker at forblive unævnt. Vi tillader os her at bringe ham vor bedste Tak for hans Gavnildhed, uden hvilken vi ikke havde kunnet gennemføre vore Undersøgelser.

I det følgende skal først i Korthed det meteorologiske Materiale omtales, hvorefter vi underkaster Metodikken for Korrelationsbestemmelserne en indgaaende kritisk Bearbejdelse. Dette er uundgaaeligt; thi Udfaldet af vort Forehavende: at godtgøre de meteorologiske Forholds Indflydelse paa vort legemlige og sjælelige Arbejde, er ganske afhængigt af den anvendte Metodes Rigtighed. Først naar Meto-

dikken er klarlagt, kan der gøres Rede for de forskellige i det foregaaende omtalte Forsøgsrækker.

2. De meteorologiske lagttagelser.

De meteorologiske Fænomener, hvis eventuelle Indflydelse paa Arbejdsevnen skal undersøges i det følgende, er Lysstyrken, σ : Intensiteten af de kemiske Straaler, Temperaturen og Lufttrykket. For Aaret 1904, hvor der kun eksperimenteredes med Skoledrenge, har vi hentet de to sidstnævnte Størrelser fra Meteorologisk Instituts Beretninger; da samtlige Børn boede i København, hvor ingen Højdeforskel findes, kunde uden Betænkelighed Instituttets til Havets Overflade reducerede Barometerstand anvendes. Intensiteten af de kemiske Straaler iagttages ikke paa Meteorologisk Institut; men for den første Halvdel af Aaret 1904 er daglige Maalinger af denne Størrelse offentliggjort fra Universitetets botaniske Have¹⁾. Maalingerne er anstillede med Steenstrup's nedenfor omtalte Fotometer. Da vi i April 1905 gik over fra Skoleforsøgene til de individuelle Maalinger, var det nødvendigt i det mindste at bestemme Temperatur og Lufttryk paa selve Forsøgsstedet, fordi de paagældende Forsøgspersoner opholdt sig dels i forskellige Egne af Danmark, dels i Norge, ofte langt fra meteorologiske Stationer. Om en Bestemmelse af Lysstyrken kunde der under disse Omstændigheder ikke være Tale; de paagældende Maalinger blev først paabegyndte i Oktober 1905 og fortsat til Slutningen af 1906. Nogle Bemærkninger om de til vor Raadighed staaende Apparater og Udførelsen af de meteorologiske lagttagelser vil her være paa deres Plads.

Den hele Mængde af kemiske Straaler for en Dag maalte vi ved Hjælp af det af Dr. Steenstrup konstruerede Fotometer. Dette Apparat er simpelthen en Modifikation af Vogels bekendte Skalafotometer, der benyttes meget i den praktiske Fotografi²⁾. Den 18 cm. lange Skala indeholder i den tynde Ende omtrent 10, i den tykke Ende 50—70 Lag af transparent Papir; Skalaen tilligemed det derunder lagte lysfølsomme Papir fastklemmes mellem en tynd Metalplade og en Glasplade, og det hele indesluttet i et stærkt Glasrør, der lukkes lufttæt ved Hjælp af en Gummiprop. Denne Konstruktion er meget praktisk; Fotometret kan anbringes i det frie, idet Skalaen fuldstændig er beskyttet mod Fugtighed, og dens talrige Trin tillader en nøjagtig Maaling af Lysstyrken saavel paa den lyseste som paa den mørkeste Dag. En Formel til Beregning af Lysstyrken faas ved følgende Betragtning. Er I Lysmængden, der træffer en Fladeenhed i 24 Timer, n Antallet af Lag, hvorunder det følsomme Papir lige netop er kendelig farvet, og p Absorptionskoefficienten for Papiret, hvoraf Skalaen er fremstillet, da har man som bekendt:

$$I_0 = I(1-p)^n$$

hvor I_0 er den Lysmængde, der pr. Fladeenhed er trængt gennem n Lag. Denne Lysmængde I_0 er ifølge vor Forudsætning netop tilstrækkelig til at frembringe en

¹⁾ Fysisk Tidsskrift, 1904, S. 71.

²⁾ Eder: Die chemischen Wirkungen des Lichtes. Halle 1891. S. 405.

lige kendelig Farvning af det lysfølsomme Papir; tager vi denne Størrelse til Enhed, faar vi:

$$I = \frac{1}{(1-p)^n} \text{ eller } \log I = -n \log (1-p).$$

Er p bekendt, kan I beregnes af Ligningen. Paa hver Skala i Steenstrups Fotometer er Værdien p angiven; for samtlige Skalaer, som vi benyttede, var $p = 0,145$. Vi har dog ikke beregnet Størrelserne I af de iagttagne Værdier n ; da $\log I$ er proportional med n , er det for vort Formaal fuldstændig tilstrækkeligt at angive de aflæste Værdier n .

Maalingen af Lysstyrken kan naturligvis kun give relative Værdier, især naar Fotometret ikke kan opstilles paa fri Mark, hvor det bliver udsat for Lyset fra Solopgang til Solnedgang. Dette var i vort Tilfælde umuligt og vilde iøvrigt heller ikke have været til nogen Nytte, da det kun kunde være os magtpaaliggende at bestemme de relative Værdier af Svingningerne fra Dag til Dag. Ved Maalingerne i København blev Fotometret derfor simpelthen anbragt udenfor et Vindue paa 4. Sal i et temmelig frit beliggende Hus; Vinduet laa mod WSW, saa at Fotometret kunde beskinnes fra Kl. 11 til Solnedgang. Paa vort Opholdssted, Bessheim i Norge, anbragtes Fotometret paa en Pæl paa fri Mark; her blev det beskinnet omtrent fra Solopgang, men allerede temmelig tidlig, omkring Kl. 6 om Aftenen, skjultes Solen bag en høj Klippevæg. Begge Steder modtog Fotometret altsaa kun en Brøkdel af de direkte Straaler, men mærkeligt nok viste det sig, at samtidige Maalinger i København og Bessheim paa en skyfri Dag næsten har givet samme Værdier. Heraf følger, at vi vel ikke kan angive Forholdet mellem de totale Lysmængder I_K i København og I_B i Bessheim, men at de daglige Variationer for begge Steder er proportionale. Er nemlig x og y de ubekendte Brøkdele af det direkte Sollys, som paa Grund af lokale Forhold traf Fotometret i 24 Timer henholdsvis i København og Bessheim, saa har vi altsaa paa en skyfri Dag: $x \cdot I_K = y \cdot I_B$, idet det lysfølsomme Papir under disse Omstændigheder gav identiske Værdier. Antager vi endvidere, at de totale Lysmængder en anden Dag er henholdsvis i_K og i_B , og at disse ligeledes give identiske Fotometerværdier, saa er altsaa: $x \cdot i_K = y \cdot i_B$. Følgelig har man $\frac{I_K}{i_K} = \frac{I_B}{i_B}$, eller: til lige store Fotometerværdier paa de to Steder svarer proportionale Forandringer i Lysmængden.

Som lysfølsomt Papir benyttede vi Eastman's blanke hvide Solio, som i passende afskaarne Strimler opbevaredes i godt lukkede Reagensglas, der var overklæbede med sort Papir. Det exponerede Papir skiftedes bestandig om Aftenen mellem Kl. 11 og 12; herved opnaaede vi, at det overhovedet ingen mærkelig Indflydelse havde, om Papiret blev exponeret en Time mere eller mindre, og Maalingerne blev altsaa saa nøjagtige som muligt.

Da Sammensætningen af Dagslyset som bekendt er i høj Grad variabel, idet den er afhængig af Atmosfærens Tilstand, er Intensiteterne af andre Straalearter aldeles ikke proportionale med de maalte Værdier af det aktiniske Lys. Vi har

dog indskrænket os til Bestemmelsen af sidstnævnte Størrelse, for det første fordi der endnu ikke findes nogen Metode, der tillader en lignende Maaling af det kemisk uvirksomme Lys, og for det andet, fordi det netop er det aktiniske Lys, hvorpaa det ved vore Undersøgelser kommer an. Talrige Undersøgelser i den nyere Tid af MAKLAKOW, WIDMARK, FINSEN og QUINCKE have overensstemmende givet det Resultat, at det næsten udelukkende er de „kemiske“ Straaler, der paa virker de dyriske Organismer og Væv. Der kan altsaa næppe være Tvivl om, at det især er Intensiteten af det aktiniske Lys, hvortil der skal tages Hensyn ved Undersøgelsen af Forholdet mellem et Menneskes Arbejdsevne og Lysstyrken.

Som Normalbarometer tjente ved vore Undersøgelser et Fortin's Rejsebarometer, hvis Kvægsølv søjle var 10 mm. vid; Korrektioner paa Grund af Kapilaritet kunde derved undlades. Desuden stod til vor Raadighed et til Højdemaalinger indrettet Aneroidbarometer og to simplere Aneroidbarometre. Aneroidbarometrene sammenlignedes hyppig med Normalbarometeret og korrigeredes efter den til 0° reducerede Barometerstand. Højdemaaleren var et fortrinligt Apparat, hvis Aflæsninger næsten altid nøje stemmede med Normalbarometeret; kun efter Bjergbestigninger, hvor der i Løbet af kort Tid forekom Trykformindskelser paa c. 100 mm. Kvægsølv, viste det, naar det atter var bragt tilbage til Dalen, en Afvigelse paa — 2 mm., der dog udjævnedes i nogle Dage. Dette Barometer blev derfor stedse benyttet paa Rejser; kun i Sommeren 1906 blev desuden Normalbarometeret medbragt til Norge for at muliggøre en nøjagtig Bestemmelse af Opholdsstedet Bessheims Højde over Havet.

De to andre Aneroidbarometre kunde, trods alle Korrektioner, vise Afvigelser fra Normalbarometeret paa indtil $\pm 1,5$ mm. De anvendtes kun kortere Tid, naar flere Forsøgspersoner samtidig befandt sig paa Rejse, og kun i Slettelandet; de her ved opstaaede Fejl kan sikkert paa Grund af det store Forsøgsmateriale lades ude af Betragtning.

Aflæsningen af Barometeret skete altid om Morgenens, samtidig med Maalingerne af Arbejdet. I Begyndelsen, da Undersøgelserne endnu havde Nyhedens Interesse, og vi var spændt paa Resultatet, blev der lagt stor Vægt paa, at Barometeret først aflæstes efter Arbejdsmaalingerne for at udelukke en suggestiv Indvirkning paa disse, men senere, da vi udførte og protokollerede de daglige lagttagelser og Maalinger ganske mekanisk, blev denne Forsigtighedsforholdsregel hyppig undladt, uden at Forholdet mellem Arbejdsydelsen og Lufttrykket derved i mindste Maade traadte tydeligere frem. Det vil iøvrigt af det følgende vise sig, i hvor ringe Grad teoretiske Forventninger formaar at øve suggestiv Indflydelse paa saadanne Aar igennem fortsatte Undersøgelser; vore interessanteste Resultater vare ikke alene uventede, men gik endog imod vore forudfattede Formodninger. — Den Omstændighed, at Barometeret kun blev aflæst een Gang daglig, kunde maaske synes betænkelig. Større Lufttrykssvingninger, som udøve en væsentlig Indflydelse, kan jo meget godt finde Sted i Løbet af Dagen; for at bestemme Dagens Middellufttryk maatte man altsaa aflæse Barometeret hyppigere. Denne Indvending imødegaaes derved, at

saadanne stærke og kortvarige Lufttryksforandringer er ret sjældne, i alt Fald i vore Egne, og at en Lufttryksforandring, som Maalingerne viser, maa have en vis Varighed for overhovedet at øve en kendelig Indflydelse. En hyppigere Aflæsning af Barometerstanden vilde derfor efter vor Mening ikke være til nogen Nytte.

Langt den største Vanskelighed beredte Temperaturmaalingerne os, ikke fordi det i og for sig er særlig vanskeligt at bestemme Temperaturen, men fordi det paa Forhaand ingenlunde er indlysende, hvilken Temperatur der bør tages Hensyn til. Eleverne i Folkeskolen opholder sig utvivlsomt meget i det frie udenfor Skoletiden, saa at de virkelig paavirkes af Lufttemperaturen; i dette Tilfælde kan man altsaa lægge Middelværdien af Lufttemperaturen eller Dagens Maximumstemperatur til Grund for Korrelationsbestemmelserne. Men dette gælder ikke for de øvrige Forsøgs personer, hvis Arbejde binder dem til Stuen. Stuetemperaturen svinger vel om Sommeren med Lufttemperaturen udenfor, men fra Oktober til April, i hvilken Tid der fyres i Kakkelovnen, er den næsten konstant, 17° — 20° C. Selv om vi antager et dagligt Ophold paa 2 Timer i det frie for Stuearbejderen, — hvad i alt Fald er højt regnet — er det næppe forstaaeligt, hvorledes en kendelig Indflydelse skulde kunne resultere heraf. Ikke destomindre viser Maalingerne, at der er en Forbindelse mellem Temperaturen i fri Luft og Arbejdsevnen. Denne Betydning har vi kun kunnet forklare os ved den Antagelse, at Indvirkningen finder Sted om Natten. Vore Soveværelser bliver nemlig aldrig opvarmede, og Vinduerne er aabne hele Dagen og ofte ogsaa om Natten. Under disse Omstændigheder er man altsaa udsat for en Temperatur i Soveværelset, der rigtignok ikke er den samme som Temperaturen ude, men dog afhængig af den.

Gaaende ud fra den nævnte Antagelse har vi bestemt Minimumstemperaturen for Natten i vore Soveværelser siden Juni 1906; hertil anvendtes Six' lettransportable Maximums- og Minimumstermometer. Minimum har det Fortrin fremfor enhver anden Størrelse, at det kan aflæses paa enhver Tid; iøvrigt har det vist sig, at Temperaturen om Aftenen og Morgenen kun afveg meget lidt, 1 — 2° , fra Minimum. Betydningen af denne Størrelse kan altsaa ikke være tvivlsom; thi naar man indaander Luft af denne Temperatur i 6—8 Timer i fuldstændig Ro under Søvn, vil den kunne indvirke langt stærkere end under Dagens Virksomhed, hvor talrige andre Faktorer virker med. Vi har da ogsaa fundet, at Legemstemperaturen, maalt om Morgenen i Rectum, svinger ret betydeligt, fra $36^{\circ},4$ til $36^{\circ},7$, med Soveværelsets Temperatur. Det kan derfor heller ikke forundre, at den om Morgenen maalte Arbejdsevne, som vi senere skal se, viser et umiskendeligt Forhold til Soveværelsets Minimumstemperatur.

Til sidst skal endnu omtales, at vi i 1906, om Foraaret i København og om Sommeren i Bessheim, har anstillet talrige Maalinger af Luftens Ionisering. Til disse Undersøgelser tilskyndedes vi ved Zuntz's Iagttagelser paa Mont Rosa, hvorved Indflydelsen af Luftens elektriske Tilstand paa Aandedrættet er sat uden for Tvivl¹⁾. Vore Maalinger anstillede vi med ELSTER og GEITELS forbedrede Elektroskop under

¹⁾ Höhenklima und Bergwanderungen. Berlin 1906. S. 462—466.

forskellige Omstændigheder, men det er hidtil ikke lykkedes os at paavise noget som helst Forhold mellem Arbejdsevnen og Ioniseringen, hverken de direkte maalte Værdier eller Forholdet mellem dem. Iagttagelsesmaterialet kan maaske være af Interesse i andre Retninger, for vort Formaal har det vist sig værdiløst.

3. Forholdsbestemmelsernes Metodik.

Meget ofte foreligger i Psykologien den Opgave at undersøge, om to, paa en eller anden Maade maalelige Fænomener, Egenskaber eller Evner, staar i Vekselvirkning, Korrelation til hinanden. Maalingerne kan enten være udførte paa en Række forskellige Individuer, eller paa samme Individ til forskellige Tider. I begge Tilfælde viser det sig sædvanlig, at de to Fænomeners sammenhørende Værdier for de forskellige Individuer, eller fra Dag til Dag, opviser mer eller mindre overensstemmende Svingninger. I det simpleste Tilfælde, hvor Svingningerne stemmer fuldstændig overens, kan der ikke være Tvivl om, at de to Fænomener enten gensidig betinger hinanden eller er afhængige af en fælles Aarsag. En saadan fuldstændig Overensstemmelse vil imidlertid kun sjældent foreligge; hyppigst er Variationerne ret uregelmæssige fra Tilfælde til Tilfælde, og der rejser sig da det Spørgsmaal, om der alligevel kan udtrages en Slutning om et vist Forhold mellem Fænomenerne. Denne Opgave er af ren matematisk Natur, idet Slutningen om et Forhold maa være afhængig deraf, om de foreliggende Overensstemmelser er talrigere og større end Sandsynligheden for deres Forekomst ved rent Tilfælde.

Til Løsningen af denne Opgave har BRAVAIS, GALTON og PEARSON¹⁾ udarbejdet følgende Metode. Lad $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ være de maalte Værdier for det ene Fænomen, $y_1, y_2, y_3 \dots y_n$ de tilsvarende Værdier for det andet, medens m og M betegner de beregnede Middelværdier henholdsvis af Rækkerne x og y . Man betegner endvidere Afvigelserne af de enkelte Maalinger fra Rækkernes Middelværdier, altsaa $f_1 = x_1 - m, f_2 = x_2 - m \dots$ og $F_1 = y_1 - M, F_2 = y_2 - M \dots$, og faar da følgende Udtryk for Korrelationskoefficienten:

$$r = \frac{[f \cdot F]}{\sqrt{[f^2] \cdot [F^2]}} \quad (1)$$

hvor $[f \cdot F] = f_1 \cdot F_1 + f_2 \cdot F_2 + \dots + f_n \cdot F_n$ og $[f^2]$ og $[F^2]$ er de respektive Summer af Fejlkvadraterne. Korrelationskoefficientens sandsynlige Fejl f_u er med tilstrækkelig Nøjagtighed angiven ved Udtrykket:

$$f_u = 0,6745 \cdot \frac{1 - r^2}{\sqrt{n(1 + r^2)}} \quad (2)$$

hvor n betyder Antallet af Enkeltmaalinger for hver Række.

Med Hensyn til den matematiske Nøjagtighed lader disse Formler, som PEARSON har vist, intet tilbage at ønske, men i Praxis lider de af visse Mangler. For det

¹⁾ Philos. Transactions of Royal Society London 1896. Bd. 187 A. S. 264 ff.

første ses det af Lign. 1, at Regningerne kan blive yderst vidtløftige, naar der foreligger et større Forsøgs materiale. For det andet fremgaar af et saadant betydeligt Arbejde kun en enkelt Koefficient, der vel er et nøje Udtryk for Korrelationsgraden mellem de to Fænomener, men derimod slet ikke udsiger noget om Funktionens matematiske Form. Værst er det dog, at Lign. 1 kun giver et rigtigt Resultat, naar de maalte Fænomener er ligefrem eller omvendt proportionale; i andre Tilfælde kan den derimod slaa fuldstændig fejl, skønt en meget simpel Lovmæssighed øjensynligt er til Stede. Dette træder meget tydeligt frem i et af SPEARMAN udført Eksempel, hvorpaa vi vil gaa lidt nærmere ind.

„Suppose that it was desired to correlate acuteness of sight with that of hearing, and that for this purpose five persons were tested as to the greatest di-

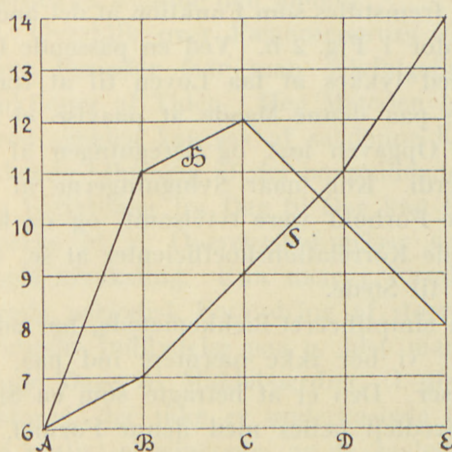


Fig. 2 a.

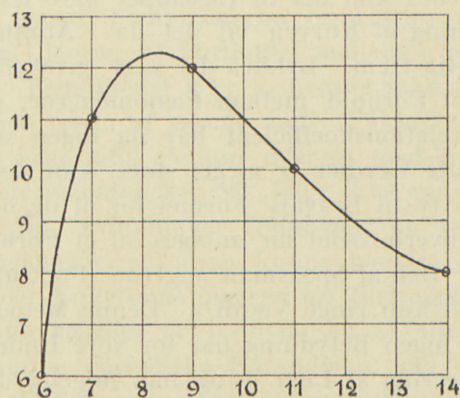


Fig. 2 b.

stance at which they could read and hear a standard alphabet and sound respectively. Suppose the result to be:

Person:	A	B	C	D	E
Sight:	6	7	9	11	14 ft.
Hearing:	6	11	12	10	8 ft.

then we get $r = 0$, and there, thus, is no correspondence, direct or inverse¹⁾.

Mærkeligt nok synes det slet ikke at være faldet SPEARMAN ind, at dette Eksempel, for hvilket han til Forklaring af Metoden anfører de enkelte Regninger, samtidig ogsaa godtgør dens Utilstrækkelighed. Vi behøver kun grafisk at fremstille Resultatet af Maalingerne for straks at se dette. Afsætter man Forsøgspersonerne som æquidistante Punkter paa Abscisseaksen og de maalte Størrelser som Ordinatorer, saa faar man de to Kurver i Fig. 2 a, der viser et ganske enkelt Forhold mellem de paagældende Fænomener. Endnu tydeligere træder dette frem, naar man uden at tage Hensyn til Forsøgspersonerne f. Eks. fremstiller Hørelsens Fin-

¹⁾ SPEARMAN: Measurement of association. Amer. Journ. of Psych. Vol. 15, p 77.

hed som Funktion af Synets. Afsætter man altsaa de maalte Værdier af Synsstyrken som Abscisser og i hvert af Punkterne for disse den tilsvarende Værdi for Hørelsen som Ordinater, saa faar man Fig. 2 b. Man ser heraf, at der bestaar et simpelt Forhold, der kan formuleres matematisk, mellem Hørelsens og Synets Finhed, og som i Ord lader sig udtrykke omtrent saaledes: ved meget ringe Synsstyrke er Hørelsen ogsaa slet; den naar sit Maximum ved Middelværdier af Synsstyrke for saa igen at aftage med voksende Synsstyrke.

Eksemplet er uden Tvivl kun opdigtet, men derved forandres ikke den Kendsgerning, at der kan bestaa en simpel Lovmæssighed mellem givne Fænomener, medens BRAVAIS' Formel angiver, at en Korrelation ikke er til Stede. Heraf kan sikkert drages den Slutning, at det i alle Tilfælde er bedst at efterspore et muligt Forhold paa den Maade, at det ene Fænomen fremstilles som Funktion af det andet, saaledes som det til Eksempel blev vist ovenfor i Fig. 2 b. Ved en passende Udjævning af Kurven vil det da i Almindelighed lykkes at faa Loven til at træde tydelig frem. Lykkes det i et givet Tilfælde paa denne Maade at paavise et bestemt Forhold mellem Fænomenerne, saa er Opgaven løst, og Beregningen af en Korrelationskoefficient har da ingen stor Værdi. Kun naar Svingningerne af de maalte Værdier er meget store, kan det søgte Forhold være tvivlsomt, og da kan man ty til Bravais' Formel for af de beregnede Korrelationskoefficienter at se, om det overhovedet tør antages, at et Forhold er til Stede.

Den af Spearman angivne „Footrule“, en simplificeret Rækkemetode, har uden Tvivl kun ringe Værdi¹⁾. Denne Metode gaar vi her ikke nærmere ind paa, da den ingen Betydning har for vore Undersøgelser. Den er at betragte som en Simplificering af Lign. 1 og har følgelig den Hovedfejl fælles med denne Formel, at den kun kan udtrykke en Proportionalitet, men ikke andre lovmæssige Forhold mellem Fænomenerne. Værre er det dog, at Metoden ogsaa kan føre til fuldstændig falske Resultater, naar der foreligger en Proportionalitet. SPEARMAN angiver rigtignok en Formel, ved Hjælp af hvilken man let af de efter „Footrule“ fundne Koefficienter kan beregne de sande ved Lign. 1 bestemte Koefficienter. Denne Formel gælder imidlertid kun for den direkte Proportionalitet; foreligger der en fuldstændig omvendt Proportionalitet, erhoder man ved „Footrule“ i Stedet for den teoretiske Værdi -1 kun $-0,5$, naar der foreligger et ulige Antal Maalinger, men derimod $1 - 1,5 \cdot \frac{n^2}{n^2 - 1}$, naar Korrelationen er afledet af et lige Antal Maalinger. Saadanne Afvigelser anbefaler just ikke Metoden.

Ved vore Undersøgelser, som skulle fremstilles i det følgende, har vi stedse taget Sigte paa at bestemme de forskellige Fænomeners Forhold saaledes, at Funktionerne kan fremstilles grafisk. Dette er for vort Tilfælde det eneste naturlige og hensigtsmæssige. Ingen betvivler vel egentlig, at hans legemlige og sjælelige Evner blandt andet paavirkes af Vejret, \varnothing : at hans daglige Disposition i en eller anden Retning er en Funktion af forskellige meteorologiske Faktorer. Det bliver følgelig

¹⁾ „Footrule“ for measuring correlation. Brit. Journ. of Psych. Vol. 2, p. 89 ff.

en Opgave for Videnskaben nærmere at bestemme dette Funktionsforhold, og Resultatet kan — da Ligninger og Formler her er uden Interesse — bedst udtrykkes ved en Tegning, en grafisk Fremstilling. Som allerede ovenfor berørt findes der to forskellige Metoder, eksempelvis angivne i Fig. 2 a og 2 b, paa hvilke Relationerne lader sig anskueliggøre. Lad os for Nemheds Skyld med x betegne Værdierne af de ydre, fysiske Fænomener, hvoraf de fysiologiske eller psykologiske Fænomeners Værdier y antages at være afhængige. Vi kan da enten fremstille x og y som Funktioner af et fælles Argument, Tiden, og faar i dette Tilfælde en med Fig. 2 a analog Figur, hvor $A, B, C \dots$ betegner ligestore Tidsintervaller, eller vi kan fremstille y som Funktion af x , som det skematisk er udført i Fig. 2 b. Hver af disse Metoder har visse Fortrin, saa at den ene under bestemte Omstændigheder er at foretrække fremfor den anden.

Overblik over Fænomenernes virkelige Svingninger fra Dag til Dag eller i større Perioder faar man selvfølgelig kun, naar Fænomenerne fremstilles som Funktioner af Tiden. Men Metoden har den Ulempe, at Forholdet mellem y og x yderst sjælden kan ses af saadanne Kurver. Fænomenet y er jo nemlig ikke udelukkende afhængig af det paagældende x , men ogsaa af mange andre Faktorer, og dets Variationer fra Dag til Dag kan følgelig ikke altid stemme overens med Variationerne af x ; Overensstemmelser og Uoverensstemmelser vil følge hverandre i broget Afveksling. Kun naar x foruden daglige Svingninger frembyder en regelmæssig periodisk Forandring af større Bølgelængde, vil man kunne paavise dets eventuelle Indflydelse paa y , idet man forener Enkeltmaalingerne for tilstrækkelig mange Dage til Middelværdier. I disse Middelværdier er Indflydelsen af alle de Faktorer, der ikke er underkastede den samme periodiske Forandring, saa vidt som muligt eliminerede, og de saaledes erhholdte Kurver lader Overensstemmelsen mellem den periodiske Variation af x og y træde tydelig frem, saafremt en saadan overhovedet er til Stede. Paa denne Maade kan vi f. Eks. paavise Arbejdsevnenes Forhold til den aarlige periodiske Variation af Lysstyrken og Varmen.

Paa denne Maade lykkes det i Almindelighed ogsaa, ved en hensigtsmæssig Udjævning, at godtgøre Overensstemmelsen mellem Svingninger af kortere Bølgelængde. Men det ses let, at Metoden til sidst bliver uanvendelig, idet selve de Svingninger, der skal undersøges, forsvinder ved den Udjævning, der er nødvendig for Eliminationen af tilfældige Fejl. Og udjævnes Maalingerne ikke tilstrækkelig stærkt, kan man ikke med Sikkerhed se en Overensstemmelse mellem Svingningerne paa Grund af de tilfældige Fejl. Fig. 10 b er et Eksempel herpaa. De to Kurver B og M frembyder vel talrige Overensstemmelser, men da Uoverensstemmelser ogsaa hyppig forekommer, kan man ikke med Sikkerhed paastaa, at der bestaar et Forhold mellem de to Fænomener. I et saadant Tilfælde kan Indflydelsen af x paa Fænomenet y udelukkende godtgøres paa den Maade, at det undersøges, om y overhovedet er en Funktion af x . Man plejer hertil at benytte Fraktionsmetoden. Man deler de iagttagne Værdier x i et vilkaarligt Antal Grupper, hvis Størrelser, Gruppelængderne, vælges saaledes, at der til hver Gruppe hører det samme Antal til-

svarende Værdier y . Af Middelværdierne af de i en Gruppe forenede Størrelser y , ser man da let, om y varierer lovmæssigt med voksende Værdier af x . Metoden lider imidlertid af den Ulempe, at Argumenterne ikke bliver æquidistante, og de beregnede Middelværdier faar ikke samme Vægt. Gruppelængden maa nemlig stedse vælges saaledes, at der saa nøje som muligt ligger lige mange Maalinger i hver Gruppe, og følgelig kan den ikke overalt have samme Størrelse. Men i Regelen lykkes det ikke engang tilnærmelsesvis ved hensigtsmæssigt Valg af Gruppelængden at bringe det samme Antal Enkeltmaalinger i hver Gruppe; Middelværdierne bliver altsaa ikke beregnede af det samme Antal Enkeltmaalinger og faar følgelig ikke den samme Vægt. Der er derfor heller intet at stille op med de fundne Funktionsværdier; de kan vel næppe udjævnes, og Funktionen lader sig kun delvist fremstille grafisk. Lad os belyse Sagen ved et Eksempel.

Paa 92 paa hinanden følgende Dage blev en Forsøgspersons Muskelkraft daglig bestemt ved Hjælp af et Dynamometer og Barometerstanden samtidig aflæst. Gives der et bestemt Forhold mellem de to Rækker maalte Størrelser? For at undersøge dette inddeler vi de aflæste Barometerstande i f. Eks. 5 Grupper; Længden af hver Gruppe maa altsaa vælges saaledes, at 18 eller 19 Maalinger ligger i hver Gruppe. Men dette kan i foreliggende Tilfælde, som det ses af nedenstaaende Tabel 1, aldeles ikke opnaas. Rækken x angiver Lufttrykket i mm., n er Antallet af Enkeltmaalinger, der ligger i hver Gruppe, og y er den i Kilogram udtrykte Middelværdi af Dynamometermaalingerne i hver Gruppe. Tre Grupper indeholder, som

Tab. 1.

x	742—754	755—759	760—762	763—765	766—773
n	19	18	24	13	17
y	33,47	33,77	34,03	33,91	33,71

man ser, omtrent det forlangte Antal Enkeltværdier, de to andre derimod ikke. Ved en Forandring af Gruppelængden lader dette Forhold sig ikke forbedre. Ved 762 mm. Lufttryk ligger nemlig 12 Maalinger; regnes disse til den følgende Gruppe, saa ligger altsaa kun 12 Maalinger i Gruppen 760—761, i Gruppen 762—765 derimod 25 Maalinger. Den i Tabellen angivne Fordeling er altsaa den mest ligelige. Af Værdierne y ser man vel, at Muskelkraften er større ved højere Lufttryk end ved lavere, men grafisk lader Forholdet sig ikke fremstille. De tre mellemste Værdier i Tabellen kan vel afsættes som Ordinater i Midten af de paagældende Grupper, de yderste derimod ikke, fordi Gruppelængden er for stor, og Værdierne indenfor Grupperne paa ingen Maade er regelmæssig fordelte. Man maa altsaa lade sig nøje med, hvad der ligefrem kan ses af Tallene. I de fleste Tilfælde gaar det som i dette: det er praktisk umuligt at bringe lige mange Maalinger i hver Gruppe. Grupperne blev imidlertid tagne af forskellig Længde, for at de kunde indeholde lige mange Maalinger; man kan altsaa ligesaa godt opgive dette uopnaaelige Maal og tage Gruppelængden konstant, hvorved der opnaas to ikke uvæsentlige Fordele.

For det første kan Funktionsværdierne y , Middelværdierne af hver Gruppens Enkeltmaalinger, henføres til Gruppernes Midtsteder med disse som Argumenter, og følgelig kan Funktionen fremstilles grafisk. For det andet kan Funktionsværdierne udjævnes ved Interpolation til Midten. Rigtignok faar Funktionsværdierne i dette Tilfælde meget forskellig Vægt efter Enkeltmaalingernes Antal n , af hvilket de er beregnede; men udføres Interpolationen til Midten kun ved Hjælp af Differenser af første Orden, kan man let tage Hensyn til de forskellige Vægte.

Svarer til Argumenterne: $x_1 \ x_2 \ x_3$

Funktionsværdierne: $y_1 \ y_2 \ y_3$

med Vægtene: $n_1 \ n_2 \ n_3$

saa er Middelværdierne y_μ og y'_μ henholdsvis af Størrelserne y_1 og y_2 og af y_2 og y_3 :

$$y_\mu = \frac{n_1 y_1 + n_2 y_2}{n_1 + n_2} = \frac{[y_1] + [y_2]}{n_1 + n_2} \quad \text{og} \quad y'_\mu = \frac{n_2 y_2 + n_3 y_3}{n_2 + n_3} = \frac{[y_2] + [y_3]}{n_2 + n_3}.$$

Middelværdien (y_2) af Størrelserne y_μ og y'_μ bliver da:

$$(y_2) = \frac{(n_1 + n_2) y_\mu + (n_2 + n_3) y'_\mu}{n_1 + 2n_2 + n_3} = \frac{n_1 y_1 + 2n_2 y_2 + n_3 y_3}{n_1 + 2n_2 + n_3} = \frac{[y_1] + 2[y_2] + [y_3]}{n_1 + 2n_2 + n_3} \quad (3)$$

Lign. 3 svarer fuldstændig til den sædvanlige Udjævningsformel for Funktionsværdier af samme Vægt¹⁾; sætter man nemlig $n_1 = n_2 = n_3$, saa faar man:

$$(y_2) = \frac{1}{4}(y_1 + 2y_2 + y_3). \quad (4)$$

Da de efter Lign. 3 udjævnede Funktionsværdier er Middeltal af ($n = n_1 + 2n_2 + n_3$) Størrelser, er dermed den Ulempe afhjulpen, at nogle Grupper indeholder meget faa Maalinger. Naturligvis bliver Funktionsværdierne desto nøjagtigere bestemt, jo større Værdien (n) er, men en konstant Nøjagtighed kan jo heller ikke opnaas ved Hjælp af den almindelige Fraktionsmetode.

For nærmere at belyse Forholdet mellem de to Metoder anfører vi her de Resultater, som faas, naar ovenstaaende Eksempel bliver behandlet efter den sidst omtalte Metode. Maalingerne er delt i Grupper af konstant Længde, 5 mm., og omfatter Værdierne 743—747, 748—752 osv., saa at Midtstederne for disse Grupper, 745, 750 osv. kan tages som Argumenter for Funktionsværdierne. I Tab. 2 er Argumenterne angivne under x , de tilsvarende Funktionsværdier under y , og Antallet af de i hver Gruppe liggende Maalinger under n . Endvidere forekommer i Tabellen de efter Ligning 3 udjævnede Funktionsværdier (y) og Antallet (n) af de Størrelser, af hvilke de er blevne beregnede. Resultatet af Tab. 2 er fremstillet grafisk i Fig. 11, Kurve L 1905 a; de afsatte Værdier y er forbundne med punkterede Linier, gennem Værdierne (y) er den fuldtotrukne Kurve lagt. Beliggenheden af de 3 Værdier, der er fundne efter den almindelige Fraktionsmetode, og som overhovedet lader sig indtegne, er angivet ved Cirkler. De to Metoder fører, som det ses, til nøje overensstemmende Resultater; men vor her fremstillede Metode har det For-

¹⁾ Lehmann: Lehrbuch d. psychol. Methodik. 1906. Lign. 25.

Tab. 2.

x	y	n	(y)	(n)
745	31,60	1	"	"
750	33,18	10	33,30	41
755	33,51	20	33,70	81
760	34,10	31	33,96	101
765	33,99	19	33,97	79
770	33,46	10	33,70	40
775	33,80	1	"	"

trin fremfor den almindelige, at den giver et fuldstændigere Billede af Funktionen. Vi har derfor anvendt den ved alle de Undersøgelser, der fremstilles i det følgende.

Fordi en Forbindelse mellem to Fænomener lader sig paavise, tør man naturligvis ikke straks slutte, at der bestaar et Aarsagsforhold mellem dem. Det ene kan være Aarsag til det andet, eller de kan have en fælles Aarsag; men det er ogsaa meget muligt, at de er aldeles uafhængige af hinanden, saa at den paaviste Overensstemmelse egentlig kun maa anses som en Tilfældighed. Af de ovenfor som Eksempel omtalte Maalinger, der foretoges fra 18. April til 19. Juli, fremgik det utvivlsomt, at Muskelkraften var større ved højt Lufttryk end ved lavt. Dette kan simpelthen hidrøre derfra, at det høje Lufttryk paa en eller anden Maade er gunstigt for Organismen — men den Mulighed er slet ikke udelukket, at et til-

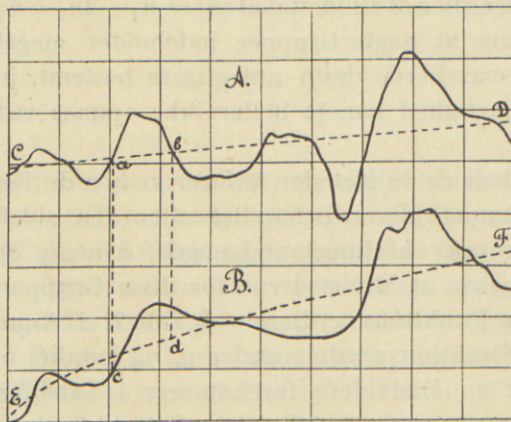


Fig. 3.

syneladende Forhold er hidført af to Aarsager, der er fuldstændig uafhængige af hinanden. Stiger Muskelkraften f. Eks. paa Grund af voksende Øvelse langsomt i Forsøgsperioden, og bliver af ubekendte, altsaa af saakaldte tilfældige Aarsager det gennemsnitlige Lufttryk større i Juni og Juli end i de foregaaende Maaneder, saa maa dette tilfældige Sammentræf af højt Lufttryk og stor Muskelkraft foregøgle os et Forhold, som faktisk ikke er til Stede. Men omvendt kan ogsaa et faktisk Forhold tilsløres, naar de to Fænomener forandre sig periodisk i modsatte Retninger paa Grund af fremmede Aarsager. Det drejer sig altsaa om at finde en Metode, hvorved saadanne Skuffelser kan undgaaes.

For at komme paa Spor efter den søgte Metode, betragter vi det i Fig. 3 fremstillede, let overskuelige Eksempel. De to Fænomener A's og B's Svingninger stemmer kun delvis overens; man maa derfor anvende den ovenfor udviklede Fraktionsmetode for at prøve, om et Forhold overhovedet er til Stede. Gør man

dette, finder man utvivlsomt, at *B* tiltager med voksende Værdier af *A*. Men dette er en nødvendig Følge af, at de to Fænomener vokser samtidig. Udjævner man Kurverne *A* og *B* fuldstændigt, saa fremkommer Liniere *CD* og *EF*, af hvis indbyrdes Stilling det fremgaar, at *B*'s relativt mindste Værdier svarer til *A*'s relativt mindste Værdier, medens *B*'s relativt største Værdier findes samtidig med *A*'s relativt største Værdier. Naar man altsaa ved Fraktioneringen beregner *B* som Funktion af *A*, finder man nødvendigvis, at *B* vokser med *A*. Men da de to Fænomeners Tiltagen kan hidrøre fra Aarsager, der er ganske uafhængige af hinanden, tør man af det faktiske Forhold mellem Fænomenerne ikke drage nogen Slutning om et Aarsagsforhold. Men dersom ogsaa de to Fænomeners mindre, uregelmæssige Svingninger gennemgaaende svarer til hinanden, saa maa der være et Aarsagsforhold mellem *A* og *B*.

Hermed er i Hovedsagen Metoden given. I Strækningen *ab* (Fig. 3) hæver Kurven *A* sig over Linien *CD*. Kurven *B*'s Afvigelser fra Linien *EF* inden for Strækningen *cd* kan let beregnes af de enkelte Maalinger. Beregnes nu for hver Hævning af Kurven *A* over *CD* Kurven *B*'s tilsvarende Afvigelser fra *EF*, saa viser disse Afvigelsers Middelværdi, alt eftersom den er positiv eller negativ, om Kurverne svinger i samme eller i modsat Retning. Paa samme Maade beregner man de Afvigelser i Kurven *B*, der svarer til Sænkningerne i Kurven *A*. Fører de saaledes undersøgte Maalinger for forskellige Forsøgspersoner og til forskellige Tider til det samme Resultat, saa kan dette ikke være nogen Tilfældighed. Med Hensyn til saadanne Forholdsregler har Forskerne sædvanlig gjort sig Arbejdet meget let. Særlig SCHUYTEN og LOBSIEN¹⁾ er ikke bange for at drage Slutninger om det hele aarlige Forløb af Børns Arbejdsydelse ud fra Maalinger, som i ti Maaneder er anstillede en eller to Gange om Maaneden, uden i mindste Maade at tænke sig den Mulighed, at de fundne Svingninger kunde være Tilfældigheder, der ikke vilde gentage sig i et følgende Aar. Eksempler af denne Slags kan let hentes af det her foreliggende store Forsøgsmateriale. Sammenstiller vi f. Eks. Maalingerne omkring d. 15. i hver Maaned i Aarene 1904 og 1906, saa faar vi den følgende Tabel, hvor Tallene angiver Middelværdierne af en Drengs Muskelkraft. Som det let ses af Tabellen, viser Maanederne April og September i det første Aar en afgjort Aftagen af Muskelkraften; men heraf er slet intet Spor at finde i det andet Aar. Hvad der

Tab. 3.

	Jan.	Febr.	Marts	April	Maj	Juni	Aug.	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Decbr.
1904...	21,4	22,9	26,3	25,3	"	27,4	28,6	27,8	29,4	29,7	29,8
1906...	26,1	26,6	29,1	30,6	32,2	33,2	33,2	34,0	36,1	36,7	37,6

nu her skal anses som Norm, kan ikke afgøres; det ene Resultat kan være en „Tilfældighed“ lige saa vel som det andet. De her nævnte Tal er rigtignok kun Mittel-

¹⁾ I de ovenfor S. 129—130 citerede Arbejder.

tal for en enkelt Klasse, medens SCHUYTEN og LOBSIEN kunde tælle deres Forsøgspersoner i Hundredvis; men det gør ingen Forandring i dette Forhold. Ved at der tages mange Forsøgspersoner, kan nemlig utvivlsomt individuelle Forskelligheder elimineres, men derimod ikke Indflydelsen af ydre Omstændigheder, der er fælles for alle Forsøgspersoner. Gaar vi ud fra, at Lufttryk, Temperatur etc. paa lovmæssig Maade paavirker den menneskelige Organisme — og apriori lader denne Mulighed sig i alt Fald ikke afvise — saa vil Virkningerne af disse Faktorer ogsaa vise sig, enten ti eller hundrede Personer samtidig undersøges. Følgelig erholder man ogsaa uafhængig af Forsøgspersonernes Antal ganske forskellige Resultater, naar det ene Aar er mildt i Februar og atter Vinter i Marts, medens det følgende Aar endnu er Vinter i Februar, men derimod allerede Foraar i Marts. De nævnte Forskeres Undersøgelser viser derfor efter vor Mening kun, hvorledes Børnenes legemlige og sjælelige Arbejdsevne har udviklet sig i de paagældende Aar; at uddrage nogen som helst almindeligere Slutning heraf er aldeles utilladeligt.

Muskelarbejdet.

4. Apparater og Forsøgsanordning.

Maalingerne af Muskelkraften udførtes som allerede ovenfor omtalt dels som Masseundersøgelser af samtlige Elever i forskellige Klasser dels som individuelle Undersøgelser af nogle voksne. Da baade Apparaterne og Forsøgsanordningerne af praktiske Grunde maatte være forskellige i de to Tilfælde, skal hver af disse Grupper i det følgende omtales for sig.

Skoleforsøgene. Som Maaleapparat anvendte vi her den af LEHMANN konstruerede Ergograf¹⁾, der særlig ved Skoleforsøg frembyder store Fortrin fremfor Regnier's Dynamometer. Fatter man med Fingrene om Træhaandtaget, er dermed hele Haandens Stilling given, saa at Trykket vanskelig kan foretages i skæv Retning, og de successive Tryk bliver derfor meget overensstemmende. Regnier's Dynamometer derimod kan man fatte om paa mange forskellige Maader, og alt efter Haandens Stilling og den derved betingede Trykretning kan der opstaa meget betydelige Uregelmæssigheder i Trykkene. Selv øvede Forsøgspersoner, der i Aarevis daglig har benyttet Dynamometret, lykkes det ikke altid at bringe Apparatet i den rigtige Stilling, saa at man efter flere Værdier, der stemmer godt overens, pludselig kan faa en afgjort urigtig Værdi. Til Masseundersøgelser egner Dynamometret sig derfor ikke, ganske bortset derfra, at dets Form og Størrelse ikke kan afpasses efter de forskellige Hænder. Men er Apparatet ikke afpasset efter Haanden, saa bliver Trykværdien betydelig formindsket. Man maatte altsaa for Skoleforsøg egentlig

¹⁾ Lehmann: Die körperlichen Äusserungen psychischer Zustände, 2. Teil. Leipz. 1901. S. 124.

have et helt Udvalg af Dynamometre, for at hver Elev kunde udsøge sig det, der passede ham bedst. Men ogsaa mod denne Metode kan der gøres Indvendinger, fordi de forskellige Dynamometres Angivelser slet ikke kan sammenlignes. Dette kommer vi senere til at omtale nærmere.

Alle de nævnte Ulemper undgaas ved Lehmann's Ergograf, hvor Trykkets Retning er konstant, og hvor Haandgrebet ved Hjælp af en Skrue kan bringes i den Afstand fra Listen, der er bekvemmest for Haanden. Ved vore Forsøg blev der stedse vaaget over, at Haandgrebet befandt sig i den samme Stilling for en given Forsøgsperson, og at Tommelfingeren holdtes ved Siden af de andre Fingre. Umiddelbart før Maalingen aftørrede hver Dreng sine Hænder i et Haandklæde; Haandgrebet og Listen blev ogsaa hyppig aftørrede, for at de ikke skulde blive fugtige og glatte af Sved. Tilfældigheder udjævnedes saa vidt muligt derved, at hver Elev i et bestemt Tempo udførte fire efter hinanden følgende Tryk, der ikke registreredes grafisk, men simpelthen aflæstes af Maksimalviserens Stilling. Den til vor Raadighed staaende Tid tillod ikke mere end fire Tryk for hver Elev; men dette Antal er ogsaa tilstrækkeligt, idet Middelfejlen paa Middeltallet af fire Tryk kun er det halve af Middelfejlen paa den enkelte Maaling. Ved et større Antal Maalinger formindskes Middeltallets Middelfejl kun lidt, medens Trætheden vokser stærkt, saa at Fordelen i alt Fald bliver tvivlsom.

Før de egentlige Maalinger paabegyndtes, lod vi hver Elev foretage nogle Prøveforsøg, for at de kunde lære at trykke i et bestemt Tempo. Intervallet mellem de paa hinanden følgende Tryk var fire Sek.; naturligvis havde det været bedre, om det kunde være gjort noget større, men Forsøgene maatte ikke lægge Beslag paa ret megen Tid, saa at vi maatte give Afkald paa saadanne Forsigtighedsforholdsregler. Da vi med disse Maalinger kun havde til Hensigt at bestemme de relative Værdier, Svingningerne fra Dag til Dag, var det uden Betydning, om Musklerne udhviledes fuldstændig i Mellemtiden mellem de enkelte Tryk; Intervallet kunde altsaa have en vilkaarlig Værdi, naar det kun altid holdtes konstant.

En anden Faktor, der maa antages at øve Indflydelse paa den maalte Størrelse af Muskelkraften, er den Hastighed, med hvilken hvert Tryk bliver udført. Muskelens Energiforbrug under Arbejdet er sandsynligvis ikke alene en Funktion af den opnaaede Spænding, men ogsaa af den Tid, i hvilken den holdes spændt. Til et og samme af Muskelen udført ydre Arbejde forbruges altsaa ikke altid den samme Energimængde, idet denne er afhængig af den Tid, som Arbejdet lægger Beslag paa. Ved Maalinger med Fjederdynamometret er det ydede ydre Arbejde $\frac{1}{2} K \cdot a$, hvor K er det aflæste Maximaltryk og a Forlængelsen (eller Forkortelsen) af Fjederen; men den anvendte Muskelenergi er sandsynligvis desto større, jo længere det varer, før Værdien K opnaas. Man maa derfor indenfor visse Grænser vente desto større Maximalværdi, jo hurtigere Bevægelsen udføres. Af disse Grunde blev Eleverne øvede i at trykke med konstant Hastighed. Fuldstændig Ensartethed opnaaedes dog ikke.

Ved Iagttagelse af de omtalte Forhold maa man antage, at større tilfældige

Fejl under Forsøgene nogenlunde er udelukkede. Tilbage er da kun Udjævningen af saadanne Fejl, som hidrører fra Indisposition, Træthed o. l., og som kan indvirke stærkt paa Resultatet. Naar en Elev før Forsøget angav en eller anden saadan Aarsag, hvad dog sjældent fandt Sted, blev Værdien for hans Tryk ikke regnet med, men derimod erstattet med Middeltallet af Værdierne for den foregaaende og efterfølgende Forsøgsdag. Samme Fremgangsmaade anvendtes, naar en Elev en enkelt Gang var fraværende. De herved opstaaede Fejl kan man sikkert se bort fra, da det kun er Middelværdierne af Maalingerne for samtlige Elever hver Forsøgsdag, der her skal betragtes. Saadanne Elever derimod, som i længere Tid forsømte Skolen, er der slet ikke taget Hensyn til. Materialet for dem er simpelthen udskudt for hele Forsøgstiden.

At Resultaterne forøvrigt virkelig er Maximalværdier, kan der ikke være Tvivl om. Drengene betragtede nemlig Maalingerne som en ny, interessant Sport og arbejdede om Kap, saa at enhver sikkert har ydet det mest mulige.

Forsøgene i Aaret 1904—5 udførtes kun een Gang ugentlig, men hver Gang paa samme Dag i Ugen, mellem Kl. 9 og 10 om Formiddagen. De falder i følgende fire Rækker.

1. Fra Begyndelsen af Januar til Slutningen af April. 21 Elever, 12—13 Aar.
2. I Juni og efter Sommerferien fra 12. Aug. til Slutningen af Marts 1905. 21 Elever, 10—11 Aar.
3. I den samme Tid som 2. 18 Elever, 11—12 Aar.
4. Som 3. 21 Elever, 13—14 Aar.

I Aaret 1906 anstilledes Maalingerne hver Skoledag; derimod var det ikke muligt at overholde en ganske bestemt Tid paa Dagen dertil; de udførtes enten Kl. 11 eller Kl. 12 Fm. Forsøgene paabegyndtes den 19. Jan. og sluttedes den 21. Decbr.; Sommerferien, der varede fra 1. Juni til 12. Aug., afbrød desværre disse som alle tidligere Forsøgsrækker. I Forsøgene deltog 10 Elever, 12 til 13 Aar.

De individuelle Maalinger.

Ved disse Bestemmelser var det desværre umuligt at benytte Lehmann's Ergograf. Apparatet er $12 + 50$ cm. stort og vejer omtrent 3 Kilogr.; det lod sig derfor kun vanskelig medtage paa de Rejser, som Forsøgspersonerne hyppig maatte gøre, og endnu daarligere egner det sig til Undersøgelser under Bjærgbestigninger. Der maatte vælges et Apparat, der er lettere at haandtere, og i denne Henseende lader Regnier's lille Dynamometer intet tilbage at ønske. De tre Apparater, der benyttedes af os og i det følgende betegnes med I, II og III, leveredes af Mekaniker Zimmermann i Leipzig; de var alle tre forskellige. Af Form er I og II ens, idet den elliptiske Fjeder's store Akse er 12,5 cm., dens lille Akse 5,5 cm., men Fjederen i I er noget stivere end Fjederen i II; Trykskalaernes Maximalværdier er henholdsvis 90 og 65 Kilogram. Da Dynamometrenes Tværsnit egentlig er lidt for stort for en Haand af normal Størrelse, saa følger heraf, at man kan naa højere Værdier med Dynamometret II end med I, da den bøjeligste Fjeder giver mest efter for samme Tryk, hvorved Dynamometret kommer til at ligge mere bekvemt i

Haanden. Forskellen bliver naturligvis saa meget desto større, jo stærkere man kan trykke, og det ene Dynamometers Angivelser kan altsaa ikke reduceres til det andets ved Hjælp af en konstant Faktor. Skønt de to Dynamometre som sagt næsten er ens, er deres Angivelser egentlig incommensurable Størrelser. Dette træder endnu tydeligere frem ved Dynamometer III, hvilket Apparat forfærdigedes specielt for Frk. P's Haand; Fjederens store Akse er 12,5 cm., den lille Akse derimod kun 5 cm., og Trykskalaens Maximalværdi er 60 Kilogram. Fjederen er altsaa næsten lige saa stiv som Fjederen i Dynamometer II, men da Apparatet meget bekvemmere kan omsluttet af Haanden, faar man meget højere Trykværdier dermed. Hvor stor Forskellen kan blive, fremgaar af følgende Tal. Ved en Prøvemaalning opnaaede Frk. I. med Dynamometer III 49,0 Kg. i Middeltal, med Dynamometer I derimod kun 24,3 Kg., altsaa næppe Halvdelen. Forsøgspersonen L., der fik en Middelværdi paa 45 Kg. med Dynamometer I, kunde trykke Viseren paa Dynamometer III langt ud over Skalaens Maximalværdi.

Det ses af denne Sammenligning, at vore 3 Dynamometers Angivelser er incommensurable; kun de Værdier, der findes af en og samme Forsøgsperson med det samme Dynamometer, kan sammenlignes. Ved vore Maalinger benyttede selvfølgelig hver Forsøgsperson bestandig sit eget Dynamometer, Frk. I. Nr. III, P. Nr. II og L. Nr. I. Denne Fordeling af Maaleapparaterne forklarer den Ejendommelighed, der overalt træder frem i det følgende, at Frk. I. synes meget stærkere end Hr. L. Af de ovenfor anførte Tal fremgaar det dog tydeligt nok, at dette er en Illusion¹⁾.

Da Dynamometrets glatte Staal-fjeder ikke alene let gled i Haanden, men ogsaa ofte fremkaldte en utaalelig Smerte, blev vore Apparater omhyggeligt beviklede. Paa Fjederens udvendige Sider fastklæbedes en dobbelt Strimmel tykt Flonell, og derpaa vikledes et stærkt Lærredsbændel stramt om hele Fjederen; Bændelet's Ender syedes simpelthen sammen. Denne Bevikling har holdt sig fortrinlig; den er tilstrækkelig blød til at beskytte Haanden mod ubehagelige Tryk, den forhindrer, at Apparatet glider, og sidder efter flere Aars Brug lige saa fast som den første Dag.

Det var os naturligvis meget magtpaaliggende, at de daglige Maalinger ikke skulde forstyrres ved tilfældige Beskadigelser af Haanden. Saadanne Uheld er selvfølgelig den Haand mest udsat for, der bruges mest; straks fra Begyndelsen blev det derfor aftalt, at Maalingerne skulde udføres med venstre Haand; kun Hr. P., der er kejthaandet, brugte bestandig den højre Haand. Børnene derimod, af

¹⁾ Hvad der her er paavist for vore Dynamometre, gælder utvivlsomt for alle Apparater af den Slags, der ikke kan afpasses efter Haanden; deres Angivelser kan ikke sammenlignes. Det er derfor meningsløst at drage Sammenligninger mellem Trykværdier, der er fundne med forskellige Apparater af ubekendt Konstruktion, saaledes som HOESCH-ERNST har gjort (Das Schulkind in seiner körperlichen und geistigen Entwicklung, Leipz. 1906). Af hans Tab. XVII fremgaar det, at Børn i Zürich i en Alder af 12—13 Aar er i Besiddelse af en Trykkraft paa 20,5 Kg., medens Børn af samme Alder i New-York kun formaar at trykke 16,3 Kg. I det følgende vil det vise sig, at Børn hos os, selv af Københavns fattigste Folkelag, i nævnte Alder kan opvise en Trykkraft paa 36—37 Kg. Det er vel næppe troligt, at disse Tal angiver det virkelige Forhold mellem de paagældende Børn; Tallene er snarere kun et Udtryk for de anvendte Maaleapparaters Forskellighed.

hvilke man ikke kunde forlange en saa uvant Arbejdsmaade, trykkede med den Haand, som det faldt naturligt at benytte.

Med Hensyn til Forsøgsanordningen blev det straks fra Begyndelsen bestemt, at Forsøgspersonerne skulde udføre samtlige Maalinger om Morgenens, lige efter at de var staaede op, og før Frokost, fordi det forud maatte anses for utvivlsomt, at Dagens Beskæftigelse vilde udøve en væsentlig Indflydelse paa Resultaterne. Rigtigheden af denne Antagelse er iøvrigt bekræftet ved STOREY's Maalinger¹⁾, ved hvilke der paavistes lovmæssige periodiske Svingninger i Muskelkraften i Løbet af Dagen. Vi ved ikke, om STOREY har undersøgt disse Svingningers Afhængighed af Beskæftigelsen, Maaltiderne o. s. v., da vedkommende Afhandling desværre ikke er os tilgængelig og os kun bekendt gennem et kort Referat; men den Kendsgerning, at der forekommer saadanne Variationer, maatte der tages Hensyn til, hvad vi bedst mente at gøre ved Valget af den nævnte Tid. Andre Forsigtighedsregler blev ikke foreskrevne; det forudsattes naturligvis som selvfølgelig, at Forsøgspersonerne udviste den størst mulige Afholdenhed med Hensyn til Alkohol. Nogen bestemt Levevis eller noget Ernæringsreglement o. l. kunde der naturligvis ikke være Tale om ved disse i Aarevis fortsatte Forsøg; det vilde ligefrem være umuligt at overholde noget saadant. Desuden vilde det efter vor Mening heller ikke være hensigtsmæssigt. Dersom de meteorologiske Forholds Indflydelse paa vort Arbejde kun kunde paavises under saadanne specielle Omstændigheder, der aldrig forekommer i det daglige Liv, vilde den altsaa være uden praktisk Betydning, og Paavisningen af den ikke have nogen Interesse. Naar den derimod kunde vises at være til Stede til Trods for alle det daglige Livs Uregelmæssigheder, saa vilde Sagen være værd at lægge Mærke til. Det vil fremgaa af det følgende, at dette virkelig er Tilfældet.

Ved de individuelle Bestemmelser af Muskelkraften blev der hver Gang udført fem Enkeltmaalinger. Noget bestemt Tempo blev ikke foreskrevet; kun maatte Mellemrummet ikke være under 30 Sek., for at Musklerne kunde blive helt udhvilede. Samme Fremgangsmaade anvendtes iøvrigt ogsaa ved de Maalinger, der anstilledes til Undersøgelse af den Indflydelse, som Beskæftigelse og Øvelse udviser, og som først skal omtales.

5. Indflydelse af Beskæftigelse og Øvelse paa Muskelarbejdet.

Beskæftigelsen. Til forskellige Tider, naar en fuldstændig regelmæssig Levevis var mulig, blev Lejligheden benyttet til at undersøge Indflydelsen af Beskæftigelsen. I fire paa hinanden følgende Dage i Paaskeferien 1905 anstillede L. følgende Forsøg. Efter de sædvanlige Maalinger om Morgenens Kl. 9, blev Tiden fordreven med meget let Lektüre. Kl. 1 umiddelbart før en Spadseretur paa 2 Timer blev Trykkraften atter maalt og ligeledes efter Tilbagekomsten mellem Kl. 3 og 4. Aftenen tilbragtes dels med Læsning af let Lektüre — om egentlig

¹⁾ Studies in voluntary muscular contraction. California 1904.

Arbejde var der slet ikke Tale — dels med selskabelig Underholdning; Kl. 11—12, lige før L. gik til Sengs, maales Muskelkraften endnu en Gang. Resultatet fremgaar af Tab. 4, hvor Middeltallene af de til de forskellige Tider af Dagen fundne Værdier samt disses Middelfavigelser er angivne. Heraf ses meget tydeligt dels en fremmede Indflydelse efter Spadsereturen, dels en Formindskelse af Muskelkraften

Tab. 4.

Kl.	9	1	3—4	11—12
Kilo	32,5	31,8	35,3	30,9
M. A.	1,1	0,7	0,6	1,0

om Aftenen paa Grund af Søvnighed. Imod dette Resultat kan der nu rigtignok gøres den Indvending, at den store Værdi Kl. 3—4 muligvis ikke er en Følge af Spadsereturen, men ganske simpelt kan være afhængig af Dagstiden. Da der mangler Kontrollforsøg, forblev det ganske uafgjort, om ikke Trykkraften ogsaa havde naaet den samme Størrelse uden Bevægelse i det frie.

Fra Sommerferien samme Aar foreligger der en større Forsøgsrække, som samme Forsøgsperson anstillede dels for at belyse dette Punkt nærmere dels for at undersøge Indflydelsen af større, men kortvarende Lufttryksformindskelser paa Muskelkraften. I det hele blev der gjort 10 Forsøg, snart om Formiddagen mellem Kl. 10 og 2, snart om Eftermiddagen mellem Kl. 5 og 9. Hver Gang foretoges en Spadseretur paa 2 Timer, og Muskelkraften maales: I hjemme umiddelbart før Bortgangen, II en Time senere, og III hjemme lige efter Tilbagekomsten. Under Halvdelen af Forsøgene spadseredes paa horisontalt Terrain langs Bredden af en Sø, under den anden Halvdel gik L. ad en Sti til en Højde af 400 m., hvorved der i Løbet af $\frac{3}{4}$ Time opnaaedes en Lufttryksformindskelse paa 32 mm. Resultaterne af hver Forsøgsgruppe er angivne i Tab. 5, hvor Tallene i første Række er Middelværdier af 5 ensartede Enkeltmaalinger; desuden er Maalingernes Middelfavigelser anførte. Det ses af Tabellen, at Muskelkraften stadig vokser under Bevægelsen i

Tab. 5:

	Paa fladt Terrain			Med Stigning		
	I	II	III	I	II	III
Kilogr.	37,2	37,8	38,0	36,8	37,9	38,4
M. A.	0,8	0,9	0,4	1,3	1,4	1,3

det frie, og da disse Forsøg udførtes paa ganske andre Tider paa Dagen end Forsøgene i Tab. 4, kan det ikke være Dagstiden, men kun Motionen, der er Aarsag til Forandringerne. Heraf følger saa endvidere, at kun saadanne Maalinger, der udføres om Morgenen uden forudgaaende Beskæftigelse, kan sammenlignes, fordi

Dagens forskellige Virksomheder utvivlsomt hver paa sin Maade paavirker Muskelkraften. Forøvrigt er det ret uforstaaeligt, hvorledes det er lykkedes STOREY at fremstille en Dagkurve for Muskelkraften; de forskellige Paavirkninger af Arbejde og Lediggang, Bevægelse og Hvile kan vanskelig elimineres, og paa den anden Side kan Forsøgspersonerne heller ikke være fuldstændig uden Beskæftigelse hele Dagen igennem.

De før omtalte Forsøg i Tab. 5 viser endvidere, at en kortvarig Luftryksformindskelse ikke formaar at udøve nogen paaviselig Indflydelse paa Muskelkraften. De under Opstigningen fundne Tal vokser lige saa regelmæssigt som de, der er fundne paa fladt Terrain. Differenserne mellem de to Grubers Værdier er i alt Fald for smaa til, at man kan uddrage bestemte Slutninger deraf. Et Ophold paa flere Timer i Højden, hvis Indflydelse ogsaa lejlighedsvis undersøgtes, viste lige saa lidt en bestemt Virkning af Luftryksformindskelsen, idet de fundne Værdier af Muskelkraften var ganske afhængige af, om Forsøgspersonerne havde været i Bevægelse eller holdt sig i Ro. Rigtigheden af den ovenfor (S. 135) opstillede Paa-stand, at en Luftryksforandring maa have en vis Varighed for overhovedet at kunne indvirke paa Muskelkraften, kan der følgelig ikke være Tvivl om. Det fremgaar forøvrigt af flere Forsøgsrækker, der anstilledes med flere Personer, som lejlighedsvis tilbød sig, at de her nævnte Resultater ikke er individuelle Ejendommeligheder hos vedkommende Forsøgsperson, men kan gøre Fordring paa almen Gyldighed. Som Eksempel anfører vi kun de i Tab. 6 angivne Resultater for den 19-aarige norske Student S. Forsøgene udførtes nøjagtig under samme Omstændigheder som i Tab. 5. De paa de tre forskellige Forsøgsdage erholdte Vær-

Tab. 6.

Datum	Med Stigning		
	I	II	III
Juli 28	30,0	32,6	32,6
Aug. 11	40,2	41,6	42,2
— 15	35,8	37,4	38,0

dier viser usædvanlig stærke Svingninger fra Dag til Dag; Aarsagerne til dette interessante Fænomen vil vi senere beskæftige os med.

Det er vel næppe nødvendigt at fremhæve, at den her paaviste Virkning af Bevægelse i det frie kun viser sig, naar Motionen indskrænker sig til en oplivende Spadseretur; at Muskelkraften derimod aftager efterhaanden under en trættende Vandring, især i varmt Vejr, er saa bekendt, at det ikke behøver nærmere Bevis.

Øvelsen. At Muskelkraften vokser ved Øvelse, er en dagligdags Erfaring, men hvor længe den vokser, og hvor meget der kan vindes ved en bestemt regelmæssig Øvelse, er, saa vidt vi ved, endnu ikke blevet afgjort for bestemte Tilfælde. Bestemmelsen deraf vil vel ogsaa i Regelen være umulig, fordi mange andre Fak-

torer end Øvelsen kan influere paa Muskelkraften, saa at det vanskelig lader sig afgøre, hvilken Del af en paavist Forandring der skal tilskrives Øvelsen. Men drejer det sig kun som ved vore Maalinger om en ensidig Øvelse af en Haand, saa er Problemets Løsning forholdsvis let, idet Værdierne for de to Hænder kan sammenlignes indbyrdes paa forskellige Øvelsesstadier. For at udforske Sagen nærmere anstillede L. fra d. $^{21/8}$ til d. $^{10/10}$ 1906 følgende Forsøg. Paa dette Tidspunkt var den venstre Haand bleven benyttet ved de daglige Maalinger i fem Fjerdingaar, saa at der vel næppe kunde være Tale om en yderligere Øvelse af den. For nøje at bestemme Forholdet mellem den uøvede højre og den øvede venstre Haand begyndte L. da ogsaa at gøre daglige Maalinger med højre Haand; men disse anstilledes i Begyndelsen med ubestemte Mellemrum, saaledes at der efter nogle Dages Forsøg fulgte nogle Dage, i hvilke Forsøgene indstilledes. Hensigten hermed var foreløbig at øve den højre Haand saa lidt som muligt. Efter at Forholdet mellem Trykværdierne for de to Hænder paa denne Maade var blevet bestemt, blev de daglige Maalinger ogsaa til Stadighed udførte med højre Haand, for at Virkningen af den regelmæssige Øvelse kunde bestemmes. De fra Dag til Dag fundne Værdier er angivne i Tab. 7; Trykværdierne for den venstre Haand er anførte under *s*, for den højre under *d*. Desuden forekommer i Tabellen Forholdet d/s og de efter Ligning 4 udjævnede Værdier (d/s) af dette Forhold. Tabellen er anskueliggjort i Fig. 4, hvor saavel Værdierne *s* og *d* som Forholdet (d/s) er grafisk fremstillet.

Betragter vi nu først Tab. 7, er det let at se, at den virkelige Virkning af Øvelsen slet ikke lod sig bestemme uden den samtidige Bestemmelse af Trykværdierne for de to Hænder. I Begyndelsen (21—22 Aug.) er den højre Haands Trykkraft 41 Kg., ved Slutningen af Forsøgene (1—10 Okt.) omtrent 53,5 Kg. Vilde man betragte denne Forandring som Virkning af Øvelse, saa kom man altsaa til det Resultat, at Muskelkraften i seks Uger var stegen til den relative Værdi $53,5/41 = 1,30$ eller tiltagen 30 %. Men dette Resultat vilde utvivlsomt være urigtigt; thi samtidig er den venstre Haands Trykkraft vokset fra 39,3 til 45 Kg., hvad der dog ikke kan hidrøre fra Øvelsen, fordi Trykkraften for denne Haand kun svingede lidt omkring 41 Kg. i de to forudgaaende Maaneder (sml. Tab. 8). Efter al Sandsynlighed maa der altsaa her have medvirket en foreløbig ubekendt Aarsag, og dersom vi antager, at den vilde have foraarsaget Tilvækster, der er proportionale med Trykværdierne for de to Hænder, dersom Øvelsen ikke daglig havde medvirket, saa kan dennes Virkning beregnes. For de første syv Dage, i hvilke der arbejdedes med højre Haand, finder man i Gennemsnit $d/s = 1,050$, og dette Forhold vilde altsaa forblive konstant, naar der kun havde været saadanne Kræfter i Virksomhed, der udøver den samme Indflydelse paa de to Hænders Trykkraft. Men for de syv sidste Forsøgsdage finder man i Gennemsnit $d/s = 1,186$, og den ensidig virkende Øvelse har altsaa bevirket, at den højre Haands relative Trykkraft er stegen til Værdien $1,186/1,05 = 1,13$ eller forøget 13 %. Dette Resultat er utvivlsomt rigtigere end det ovenfor fundne paa 30 %, fordi det ikke er sandsynligt, at

Tab. 7.

Datum	s	d	d/s	(d/s)	Datum	s	d	d/s	(d/s)
Aug. 21	39,2	41,0	1,046	..	Sept. 18	46,0	51,2	1,099	1,114
22	39,4	41,2	46	1,049	19	46,6	51,8	112	123
23	41,4	43,8	58	53	20	46,8	53,2	137	132
24	39,6	..	..	..	21	45,2	51,2	133	130
25	40,2	..	..	..	22	44,6	49,8	116	122
26	41,2	..	..	..	23	45,2	50,8	124	124
27	41,8	43,8	48	49	24	45,2	51,2	133	137
28	41,8	..	..	..	25	45,2	52,4	159	150
29	42,0	43,8	43	44	26	46,8	53,8	150	152
30	42,0	43,8	43	49	27	45,4	52,2	150	144
31	43,0	45,8	65	67	28	45,0	51,6	146	150
Sept. 1	42,6	..	..	..	29	45,6	52,8	158	154
2	41,8	..	..	..	30	44,0	52,6	154	159
3	40,8	..	..	..	Okt. 1	45,2	52,8	168	164
4	42,0	..	..	..	2	45,6	53,2	167	171
5	42,0	46,0	95	78	3	45,4	53,6	180	184
6	44,2	47,2	67	81	4	44,0	53,2	209	193
7	44,0	..	..	..	5	45,6	53,6	175	184
8	42,8	..	..	..	6	44,4	52,2	175	180
9	47,2	51,6	93	87	7	45,2	54,0	195	184
10	46,4	..	..	..	8	44,8	52,4	169	178
11	46,8	51,2	94	105	9	46,0	54,2	178	1,181
12	47,4	54,0	139	127	10	44,2	53,0	199	..
13	47,0	53,4	136	135	Dec. 22	43,0	48,2	121	..
14	46,2	..	..	..	23	42,8	48,6	140	1,131
15	46,8	..	..	..	24	41,8	47,0	124	129
16	46,6	52,6	129	130	25	41,6	47,0	129	1,138
17	47,6	53,6	1,126	1,120	26	41,8	48,8	1,168	..

den højre Haand, der benyttes mest, ved 5 daglige Tryk skulde kunne opnaa en Tilvækst, der er en Tredjedel af Muskelkraftens oprindelige Værdi.

Det fremgaar endvidere af Tab. 7, at disse Forsøg genoptoges for nogle Dage i Slutningen af December. I Gennemsnit finder man her $d/s = 1,13$; af Mangel paa Øvelse er altsaa den højre Haands Trykkraft vel gaaet betydeligt tilbage, men dog paa ingen Maade reduceret til dens oprindelige Værdi $d/s = 1,05$. Herved bekræftes altsaa den Sætning, at den en Gang opnaaede Øvelse aldrig helt mistes.

De her fundne Resultater maa naturligvis ikke betragtes som almengyldige, da de kun hidrøre fra een Forsøgsperson, men de giver i alt Fald en bestemt Forestilling om, hvad der kan vindes ved en saadan ringe daglig Øvelse. Forøvrigt kan vi let paavise, at Resultaterne ogsaa passer nogenlunde for andre Forsøgspersoner. Af de tre Kolonner *P*, *K* og *I* i Tab. 8 ses det, at de henholdsvis d. 29. Jan. og 30. Marts paabegyndte Forsøgsrækker viser stærkt voksende Værdier i en Maaned; derefter bliver Værdierne enten næsten konstante eller vokser meget langsommere. Hvis vi nu turde antage — hvad der efter det ovenfor anførte ikke er ganske tilladeligt

— at denne stærke Stigning i den første Tid udelukkende hidrørte fra Øvelsen, saa vilde man altsaa for P faa $49,1/42,4 = 1,158$, for K $29,2/26,2 = 1,115$ og for I $42,0/37,2 = 1,129$ eller henholdsvis 16, 11,5 og 13 % som Virkning af Øvelsen. Disse Tal svinger meget smukt omkring de ovenfor fundne 13 %, men da andre Faktorer, som ogsaa bidrager til Muskelkraftens Vækst, ikke her er udelukkede, saa kan det vel fastslaaes som almindeligt Resultat, at Øvelsen ved vore daglige Maalinger af Muskelkraften ophører efter en Maanedes Forløb, og at den ikke overstiger 13 %.

Betragter vi tilsidst Fig. 4, hvor Værdierne fra Tab. 7 er fremstillede grafisk, saa kan man heraf uddrage to vigtige Resultater. For det første ser man, at Værdierne for de to Hænder d og s svinger ens fra Dag til Dag; det forekommer kun

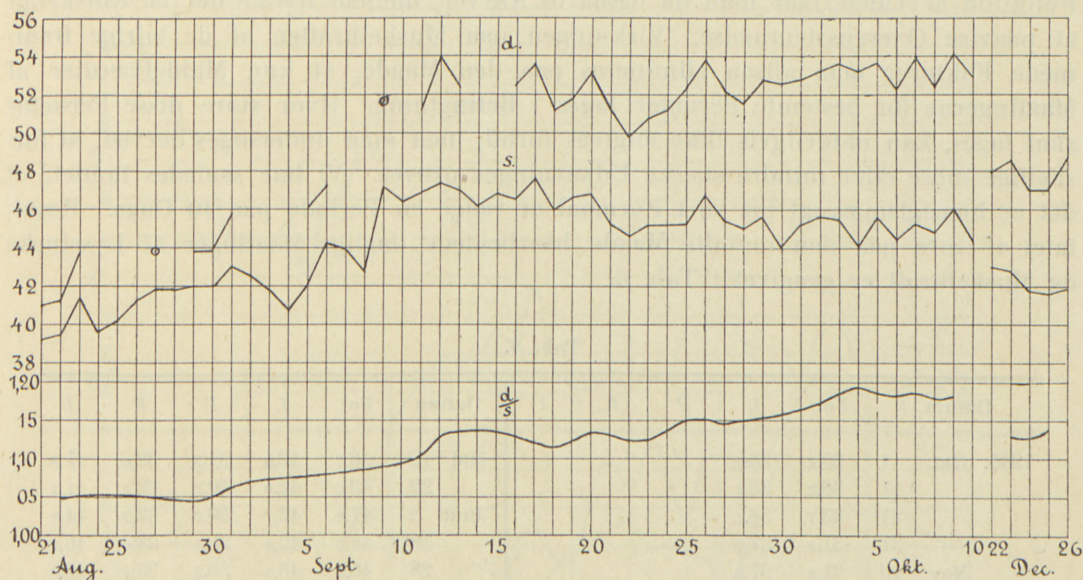


Fig. 4.

undtagelsesvis, at den ene Haands Trykkraft tiltager lidt, medens den andens aftager. Det fremgaar heraf, at Tilfældigheder vel ikke er udelukkede, men at de daglige Svingninger ingeniunde udelukkende er Tilfældigheder, men maa have fælles Aarsager. Disse Aarsager er det netop vor Opgave at udforske i det følgende. For det andet ses det, at Øvelsen af den højre Haand, maalt ved Forholdet (d/s), vokser temmelig stærkt i Begyndelsen, skønt Maalingerne kun udførtes af og til; fra det Øjeblik, da denne Haand ogsaa anvendtes daglig, vokser Øvelsen næsten jævnt og bliver saa konstant.

6. Muskelkraftens Afhængighed af Lysstyrken.

For Kortheads Skyld betegner vi her ved Lysstyrke den hele fra de kemiske Straaler hidrørende Belysning for en Dag, hvilken Størrelse som allerede ovenfor

omtalt sandsynligvis alene har Betydning for vore Undersøgelser. Lysstyrken viser paa vor geografiske Bredde en meget betydelig aarlig Periode, idet den korteste Dags Længde kun er 6^h 55', den længste Dags derimod 17^h 26'. Desuden forekommer her til hver Aarstid uregelmæssige Svingninger, der hidrører fra Skydannelser og andre atmosfæriske Forhold, og som kan have en betydelig Størrelse og Varighed. Forholdene er altsaa saa gunstige som muligt til Paavisning af en eventuel Sammenhæng mellem Lysstyrke og Arbejdsevne. Men da det nu er utvivlsomt, at Svingningerne af Muskelkraften ikke udelukkende er afhængige af Variationer i Lysstyrke, kan man ikke vente, at Forandringer i Lysstyrke og Muskelkraft stemmer overens fra Dag til Dag. Fremstiller man grafisk de daglig maalte Størrelser som Funktion af Tiden, faar man da ogsaa to Kurver, mellem hvilke det er vanskeligt at paavise Overensstemmelse. Virkningen paa Muskelkraften af de talrige fremmede Faktorer maa altsaa elimineres paa den Maade, at kun Middelværdier af Maalingerne for bestemte Perioder tages i Betragtning. Hvor store disse Perioder skal tages, kan naturligvis ikke angives forud, men maa undersøges derved, at forskellige mere eller mindre stærke Udjævninger prøves. Vi har saaledes fundet, at det er hensigtsmæssigt for vort Formaal at vælge en Periode paa 10 Dage. Resultatet af vore paa den omtalte Maade bearbejdede daglige Maalinger af Lysstyrke og Muskelkraft er gengivet i Tab. 8.

Tab. 8.

Datum	Fot.	L	P	K	I	Datum	Fot.	L	P	K	I
1905. Okt. 1	35,2	38,5	..	..	..	Maj 19	46,7	40,6	51,5	32,0	41,3
	11	36,2	38,2	..	..		29	43,3	42,0	50,2	33,1
	21	33,7	38,1	..	..	Juni 8	47,8	42,7	50,3	32,7	44,8
	31	31,9	37,7	..	..		18	48,6	42,8	50,4	33,0
Nov. 10	31,2	37,9	..	..	..		28	45,8	43,3	50,3	33,7
	20	28,9	38,2	..	..	Juli 8	46,0	41,9	51,0	..	47,2
	30	25,9	37,6	..	..		18	44,9	42,0	50,5	..
Dec. 10	25,6	37,0	..	..	..		28	49,1	41,6	53,0	..
	20	25,4	37,3	..	..	Aug. 7	47,9	41,3	53,3	..	46,6
	30	26,9	38,7	..	..		17	45,4	40,1	53,8	33,0
1906. Jan. 9	24,0	37,9	..	..	..		27	48,1	41,3	52,7	33,7
	19	27,8	38,3	..	..	Sept. 6	44,8	43,7	52,3	34,1	46,1
	29	28,1	37,7	42,4	26,2		16	41,6	46,8	52,5	33,9
Febr. 8	31,5	38,9	44,2	27,6	..		26	41,0	45,3	50,9	34,3
	18	29,7	38,9	47,8	27,8	Okt. 6	37,8	45,1	53,0	35,2	50,8
	28	34,6	39,5	49,1	29,2		16	39,3	44,8	53,7	34,9
Marts 10	35,5	39,8	50,7	29,5	..		26	30,5	43,7	51,6	36,4
	20	36,4	39,2	51,7	30,3	Nov. 5	29,0	43,7	51,5	37,3	48,3
	30	41,4	40,5	52,1	30,5		15	32,8	44,1	52,4	36,9
April 9	45,3	41,0	51,9	31,3	38,7		25	30,0	43,0	52,3	37,2
	19	37,5	40,5	53,1	30,5	Dec. 5	29,1	42,5	52,6	37,0	51,5
	29	43,4	40,5	52,6	31,4		15	28,3	42,0	52,1	37,2
Maj 9	47,1	40,1	55,6	31,8	42,9		25	..	42,0	..	49,2

Midten af hver Periode paa 10 Dage er angiven i første Kolonne under „Datum“; den første Periode gaar fra 26. Sept. til 5. Okt. incl. o. s. v. Under „Fot.“ findes Middelværdierne af de aflæste Fotometerværdier, ligeledes beregnede for 10

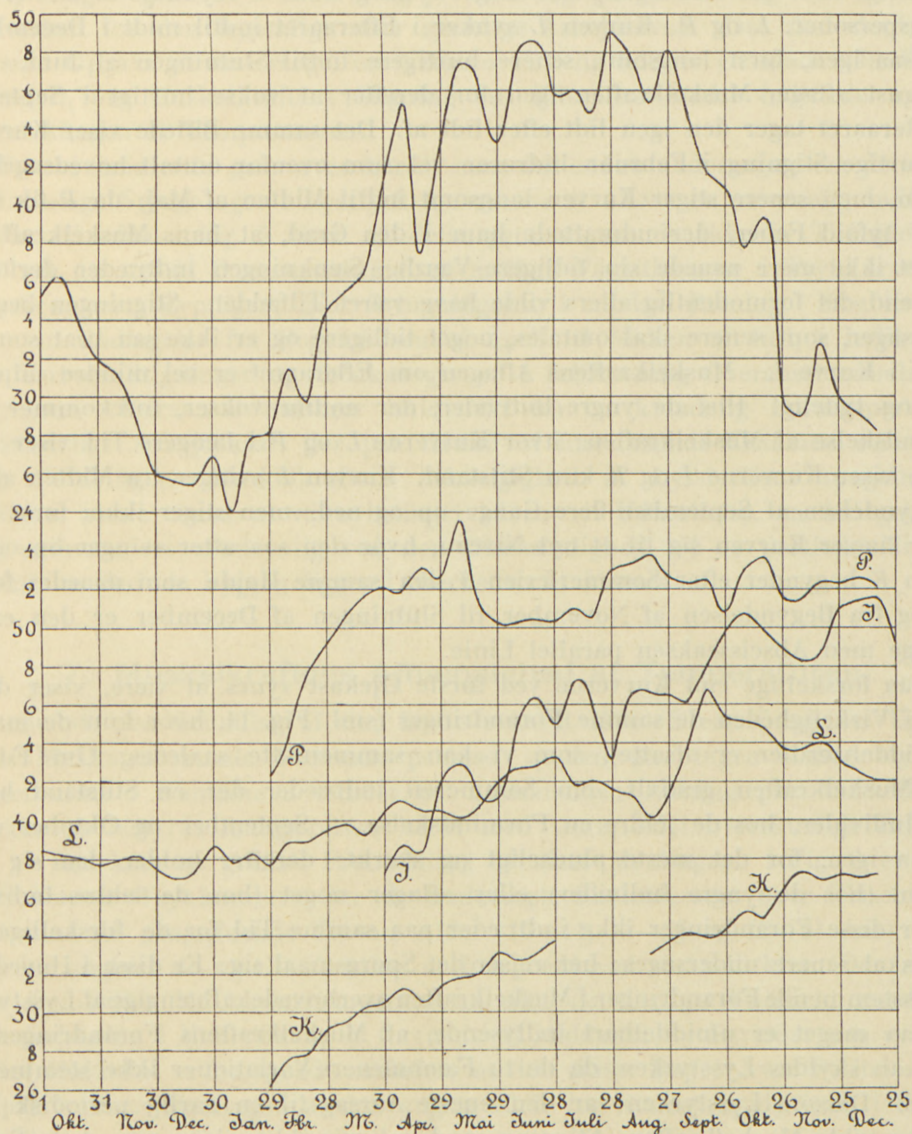


Fig. 5.

Dage; disse Tal er proportionale med Logaritmen til Lysstyrken (sml. S. 133). De øvrige fire Kolonner indeholder Trykkraften, maalt i Kilogram; L, P og J er de ovenfor omtalte tre Forsøgspersoner, K den ligeledes fornævnte Klasse paa ti Elever i en Alder af 12—13 Aar. I Fig. 5 er Værdierne fra Tab. 8 optegnede, idet Tiden

er afsat som Abscisse. Den øverste Kurve fremstiller Lysstyrken, de fire nederste de paagældende Forsøgspersoners Muskelkraft. Foruden den store aarlige Periode viser Lysstyrken talrige mindre Svingninger; foreløbig betragter vi udelukkende den aarlige Periode. Denne træder meget tydelig frem i Trykkurven for de ældre Forsøgspersoner, *L* og *P*. Kurven *L* synker i Efteraaret indtil midt i December og stiger saa igen, først langsomt, senere hurtigere indtil Slutningen af Juni. I Juli og August aftager Muskelkraften igen for derefter at vokse hurtigt i September; om Efteraaret tager den igen lidt efter lidt af. Det samme Billede viser Kurven *P*. Den hurtige Stigning i Februar hidrører vel som ovenfor omtalt hovedsagelig fra Øvelsen, men senere stiger Kurven langsomt indtil Midten af Maj, da *P* fik et Anfald af tyfoid Feber, der udmattede ham i den Grad, at hans Muskelkraft overhovedet ikke mere naaede sin tidligere Værdi. Sænkningen indtræder derfor tidligere end det formodentlig ellers vilde have været Tilfældet. Stigningen begynder af Aarsager, som senere skal omtales, noget tidligere og er ikke saa brat som Stigningen i Kurve *L*. Muskelkraftens Aftagen om Efteraaret er vel mindre udpræget, men dog tydelig. Hos de yngre Individuer, der endnu vokser, forekommer ingen Formindskelse af Muskelkraften; hvor Kurverne *L* og *P* i længere Tid viser Sænkninger, viser Kurverne *I* og *K* kun Stilstand. Kurven *I* svinger fra Midten af Juni til Begyndelsen af September flere Gange op og ned, men stiger ikke; først i September hæver Kurven sig til et nyt Niveau, hvor den saa atter svinger op og ned. Kurven *K* begynder efter Sommerferien i den samme Højde, som naaedes før Ferien, og fra Begyndelsen af November til Slutningen af December er den en næsten lige med Abscisseaksen parallel Linie.

Saa forskellige end Kurverne ved første Øjekast synes at være, viser de dog altsaa i Virkeligheden de samme Forandringer (sml. Fig. 14, hvor kun de maanedlige Middelværdier er afsatte), som vi kan sammenfatte saaledes: Om Foraaret stiger Muskelkraften gradvis; om Sommeren indtræder der en Stilstand hos de yngre Individuer, hos de ældre en Formindskelse. I September og Oktober vokser den saa igen, for det meste pludseligt og stærkt; derefter holder den sig enten konstant (hos de yngre Individuer) eller aftager noget (hos de ældre Individuer). Hvorfor disse Forandringer ikke indtræder paa samme Tid for de forskellige Individuer, skal senere undersøges; her rejser det Spørgsmaal sig: Er disse i Hovedsagen overensstemmende Forandringer i Muskelkraften overhovedet afhængige af Lysstyrken?

Saa meget er umiddelbart indlysende, at Muskelkraftens Forandringer ikke alene kan skyldes Lysstyrken, da de to Fænomeners Variationer ikke stemmer helt overens. Dersom Lysstyrken var den eneste Aarsag til en aarlig periodisk Variation, saa vilde Muskelkraftens Stigning sandsynligvis ikke alene vare hele Sommeren, men endog lidt længere, idet de kemiske Forandringer, som Lyset har fremkaldt, ikke straks kan forsvinde, naar Lysstyrken begynder at aftage. Men nu ser vi, at Muskelkraften slet ikke vokser om Sommeren, men at derimod en ny Vækstperiode begynder i September og Oktober, længe efter, at Lysstyrken er begyndt at aftage. Denne Ejendommelighed kunde let forklares under den Forud-

sætning, at der gaves en anden Faktor, der indvirker skadeligt paa Muskelkraften, og som er særlig virksom om Sommeren, men forsvinder om Efteraaret. Men et saadant Fænomen kender vi. Varmen naar sit Maximum i Maanederne Juni til August, aftager igen om Efteraaret og er efter dagligdags Erfaring ikke særlig gunstig hverken for den legemlige eller sjælelige Arbejdsevne. Det skal derfor være vor næste Opgave at undersøge, om Varmen virkelig udøver en saadan Indflydelse, og specielt, om Muskelkraftens Stigning om Efteraaret stedse indtræder samtidig med en Aftagen af Temperaturen.

Før vi imidlertid gaar over hertil, maa det endnu undersøges, om de mindre, uregelmæssige Svingninger i Lysstyrken formaar at udøve en paaviselig Indflydelse paa Muskelkraften. Fig. 5 viser, at dette gennemgaaende ikke er Tilfældet. Der findes vel nu og da Overensstemmelser mellem Variationerne i Trykkurverne og Lysstyrken, men hyppigere gaar Svingningerne i modsat Retning. Kun Kurven *I* danner en Undtagelse fra Begyndelsen af April til Midten af Juli, i hvilken Tid denne Kurves Stigninger og Sænkninger er i fuldstændig Overensstemmelse med Lysstyrkens. Kurven *I* hidrører imidlertid fra en kvindelig Forsøgsperson, til hvis aandelige Arbejdskraft der paa Grund af forestaaende Eksamen stillede de største Fordringer. Muskelkraftens Afhængighed af Lysstyrkens uregelmæssige Variationer synes altsaa at være betinget af en vis Udmattelse, en Antagelse, der bliver endnu mere sandsynlig ved den Omstændighed, at de partielle Minima i den omtalte Periode hyppig ligger i Nærheden af Menses.

7. Muskelkraftens Afhængighed af Temperaturen.

Allerede paa Grundlag af sine første i Aaret 1904—5 een Gang om Ugen anstillede Maalinger kunde Pedersen paavise, at den paa ingen Maade trykkende Sommervarme i København udøver en hæmmende Virkning paa Muskelkraften. For ikke at bebyrde Redegørelsen heraf med store, lidet overskuelige Talrækker giver vi her kun en grafisk Fremstilling af disse Maalinger. I Fig. 6 er de tre øverste Kurver Trykkurverne for de undersøgte Skoleklasser; hver Klasse er betegnet med de paagældende Elevers Alder (10—11, 11—12 og 13—14 Aar). Punkterne, der angiver de maalte Værdier, er betegnede ved smaa Cirkler. Den nederste Kurve fremstiller Maximumtemperaturen, idet de daglige Værdier, maalte paa Landbohøjskolen i København, er forenede til Middeltal for Perioder paa syv Dage, og disse Middeltal er beregnede saaledes, at den sidste Dag i hver Periode er den Dag, paa hvilken Maalingen af den yngste af de tre Klasser fandt Sted; i Fig. 6 er de afsatte paa disse Dage.

Det ses let af Fig. 6, at en høj Temperatur formindsker Muskelkraften. I Begyndelsen, i Juni Maaned, stiger alle Klassers Muskelkraft med aftagende Temperatur. Denne første Stigning kan vel delvis hidrøre fra Øvelse, men at der ikke kan tilskrives en saadan sporadisk Øvelse, foraarsaget ved fire ugentlige Tryk, nogen stor Virkning, fremgaar tydeligt af Fig. 4. I hvert Fald kan Øvelsen ikke

være Skyld i, at Trykkurven igen synker med stigende Temperatur i Slutningen af Juni. Efter Sommerferien synker Trykkurven med stigende Temperatur og vedbliver at synke endnu nogen Tid efter, at Temperaturen har naaet sit Maximum. Da indtræder der samtidig med en stærk Aftagen af Temperaturen, fra 21. Sept. til 16. Okt., en pludselig og brat Stigning i alle tre Trykkurver. En Sammenligning mellem Fig. 6 og Fig. 5 viser, at denne Vækst af Muskelkraften hos Eleverne

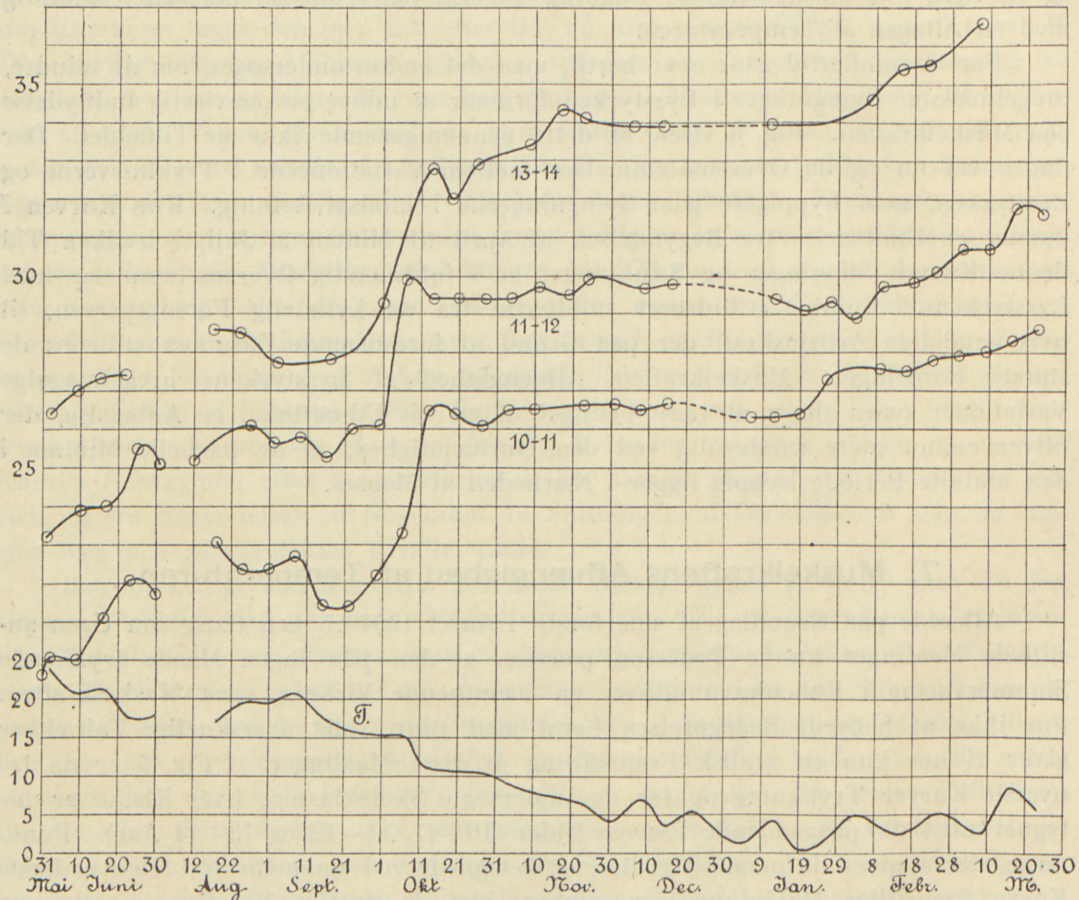


Fig. 6.

indtræffer næsten paa samme Tid i de to Aar. Fra Midten af Oktober bliver Muskelkraften for de to yngste Klassers Vedkommende omtrent konstant til Trods for den aftagende Temperatur; kun den ældste Klasses Muskelkraft vokser endnu indtil Midten af November. Dette stemmer ogsaa godt med Fig. 5, hvor Muskelkraften for den omtrent jævnaldrende Klasse vokser til midt i November. Hele Vinteren igennem svinger Temperaturen mellem 0° og 5° , men alligevel indtræder der henimod Slutningen af Januar en gradvis, men ingenlunde ubetydelig Stigning af Muskelkraften.

Sidstnævnte Kendsgerning er meget interessant; det fremgaar nemlig heraf, at Temperaturen ligesaa lidt som Lysstyrken alene kan være Aarsag til Muskelkraftens aarlige periodiske Variationer. Men før vi søger at godtgøre Nødvendigheden af begge Faktorer, skal Muskelkraftens Forhold til Temperaturen nærmere paa-vises. Begynder vi med Skoleforsøgene, saa kan vi sammendrage de til vor Raadighed staaende Maalinger for fem Klasser til en Aarskurve for Muskelkraften, hvorved de fleste Tilfældigheder vel maa anses for udjævnede. Da Forsøgene paabegyndtes til forskellige Tider, desuden ikke havde samme Varighed eller Vægt, idet nogle anstilledes ugentlig andre daglig, og da de tilmed hidrører fra forskellige Alderstrin, kan vi hverken beregne maanedlige Middel- eller Medianværdier. Muskelkraftens Vækst i Løbet af et Aar kan alligevel bestemmes, naar vi simpelthen betragter de maalte Værdier som Forholdstal. Da der i samtlige fem Forsøgsrækker anstilledes Maalinger i Januar, kan vi sætte Middelværdien for Januar for hver Forsøgsrække lig 100 og ved Hjælp af Maalingsresultaterne beregne de proportionale Værdier for de foregaaende og efterfølgende Maaneder. Fremgangsmaaden ses let af Tab. 9. I Kolonnerne *K* er de af Maalingerne beregnede maanedlige Middeltryk-værdier angivne i Kilogram for hver Klasse. I Kolonnerne „pCt.“ er overalt sat 100 for Januar, og af Værdierne *K* findes da de proportionale Værdier for de øvrige Maaneder. Da Procenttallene for de forskellige Forsøgsrækker stemmer ret godt overens for hver Maaned, kan vi uden Betænkelighed beregne Middelværdier heraf; disse

Tab. 9.

Maaned	1904—5 10—11 Aar		1904—5 11—12 Aar		1904—5 13—14 Aar		1904 12—13 Aar		1906 12—13 Aar		<i>M</i> pCt	<i>T</i>	<i>L</i>
	<i>K</i>	pCt	<i>K</i>	pCt	<i>K</i>	pCt	<i>K</i>	pCt	<i>K</i>	pCt			
5 Maj	19,6	73,7	..	..	..	..	..	..	..	..	73,7	10,2	45,8
6 Juni	21,0	78,9	24,2	82,4	27,0	79,6	..	..	..	..	80,3	14,5	47,4
7 Juli . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	16,1	46,7
8 Aug.	22,8	85,7	25,7	88,0	28,6	84,3	..	..	..	..	86,0	15,7	47,1
9 Sept.	22,0	82,7	25,8	88,3	27,9	82,2	..	..	..	..	84,4	12,8	42,5
10 Okt.	25,6	91,2	29,5	100,9	31,8	93,8	..	..	..	..	95,3	8,0	34,3
11 Nov.	26,5	99,6	29,6	101,3	33,9	100	..	..	..	..	100,3	3,7	28,7
12 Dec.	26,6	100	29,8	102,1	33,9	100	..	..	..	..	100,7	0,8	26,0
1 Jan.	26,6	100	29,2	100	33,9	100	22,7	100	25,9	100	100	—0,1	26,6
2 Febr.	27,6	103,8	29,6	101,4	35,2	103,8	23,0	101,3	27,9	107,7	103,6	0,0	31,9
3 Marts	28,2	106,0	31,2	106,8	36,6	108,0	25,6	112,7	29,8	115,0	109,7	1,2	37,8
4 April . . . .	..	..	..	..	..	..	25,4	111,9	31,0	119,6	115,8	5,7	41,7
5 Maj . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	32,1	124,0	124,0	10,2	45,8
6 Juni . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	33,1	127,7	127,7	14,5	47,4
7 Juli . . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	16,1	46,7
8 Aug. . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	33,5	129,3	129,3	15,7	47,1
9 Sept. . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	34,1	131,6	131,6	12,8	42,5
10 Okt. . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	35,5	137,0	137,0	8,0	35,9
11 Nov. . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	37,2	143,5	143,5	3,7	30,6
12 Dec. . . . .	..	..	..	..	..	..	..	..	37,1	143,2	143,2	0,8	28,7

gennemsnitlige månedlige Procenttal er anførte i Kolonnerne „M pCt.“. Ved et heldigt Tilfælde har alle fem Forsøgsrækker Værdier for de tre Vintermaaneder, Januar til Marts, saa at denne kritiske Periode bliver særlig nøje bestemt. Til Belysning af Muskelkraftens Forhold til Temperatur og Lysstyrke er endelig i Kolonne *T* Danmarks månedlige Middeltemperatur og i Kolonne *L* de månedlige Middelværdier af vore Maalinger af Lysstyrken angivne¹⁾.

De tre sidstnævnte Værdier er fremstillede grafisk i Fig. 7; Abscisserne er Maanederne, *M* angiver Muskelkraften, *T* og *L* henholdsvis Temperatur og Lys-

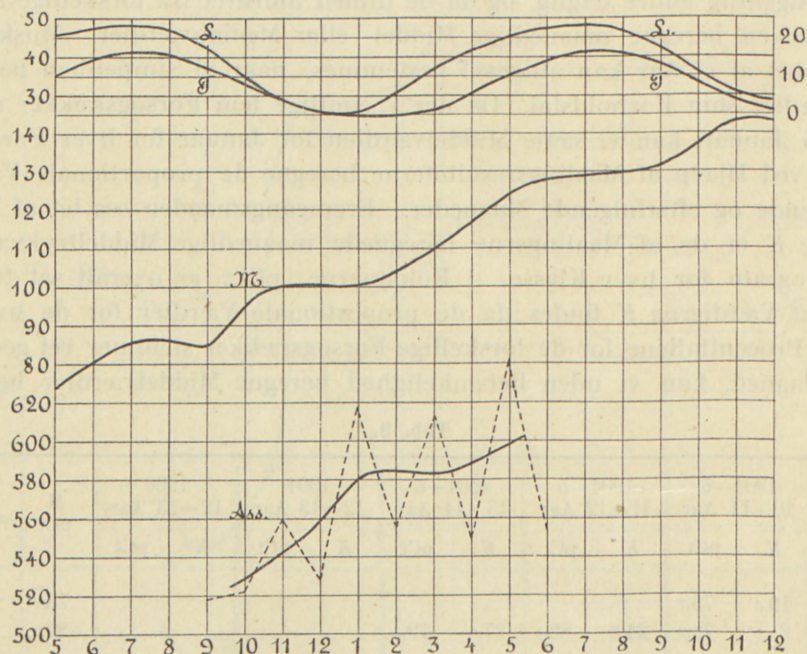


Fig. 7.

¹⁾ Da vore Maalinger af Lysstyrken, som ovenfor (S. 133) anført, er udført dels i København dels i Bessheim og desuden paa Steder, hvor Fotometret ikke var udsat for det fulde Sollyls, kan de ikke gøre Fordring paa almen Gyldighed. Vi har derfor sammenlignet dem med de Maalinger, der foretoges i Universitetets botaniske Have i København i Aaret 1903-4. I Tab. 10 er Værdierne for de to Rækker

Tab. 10.

	Jan.	Febr.	Marts	April	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
L & P	26,6	31,9	37,8	41,7	45,8	47,4	46,7	47,1	42,5	35,9	30,6	28,7
B. H.	30	36	43	46	51	53	52	51	46	41	37	28
B. H. red.	26,8	22,2	38,5	41,1	45,6	47,4	46,5	45,6	41,1	36,7	33,1	25,0
Dif.	-0,2	-0,3	-0,7	+0,6	+0,2	0	+0,2	+1,5	+1,4	-0,8	-2,5	+3,7

sammenstillede; Rækken L & P indeholder vore Maalinger, Rækken B. H. Maalingerne fra Botanisk Have. Samtlige Tal er månedlige Middelværdier af de daglige Maalinger. Værdierne for Botanisk Have er

styrke. Den nederste Kurve, Ass har ingen Forbindelse med denne Undersøgelse, men kommer senere i Betragtning. Man ser tydeligt af Figuren, at Muskelkraften allerede i Januar begynder at stige med Lysstyrken og har naaet en betydelig Tilvækst i Februar og Marts, medens Temperaturen næsten er konstant og meget lavere end den, ved hvilken Muskelkraftens Vækst ophørte i November. Der kan følgelig ikke være Tvivl om, at Varmegraden ikke her er den virkende Kraft. Men i Sommermaanederne forholder det sig efter al Sandsynlighed ganske omvendt. Muskelkraften vokser nemlig, som det ses af Figuren, endnu i Maj, hvor Lysstyrken har naaet sit Maximum, men i Juni og især i Juli og August, hvor Varmen har sit Maximum, ophører Muskelkraftens Vækst fuldstændig for atter at begynde i September, saa snart Varmen aftager. Sommervarmen udøver altsaa ifølge dette en direkte, hæmmende Indflydelse paa Muskelkraften, medens Lyset straks efter Vintersolhverv viser sin gunstige Indflydelse.

Ganske det samme Resultat fremgaar af vore individuelle Maalinger. Den fra Forsøgspersonen *L* hidrørende Forsøgsrække strækker sig over Vinteren 1905—6, og da disse Maalinger paabegyndtes i Maj 1905, kan der ikke være Tale om nogen Virkning af Øvelse om Vinteren. I Tab. 11 er Middelværdierne for de seks Maaneder anførte i Rækken Kg. *T* er de maanedlige Middelværdier af Temperaturen i det frie, aflæst Kl. 9 om Morgenen, og *L* Lysstyrken efter vore Maalinger (sml. Tab. 9). Tab. 11 viser nøjagtig det samme som Tab. 9, nemlig at Muskelkraften

Tab. 11.

Maaned	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Marts
Kg.	38,0	38,0	37,5	37,8	39,0	39,7
<i>T</i>	6,3	4,5	2,2	1,5	0,9	1,9
<i>L</i>	34,3	28,7	26,0	26,6	31,9	37,8

begynder at stige i Januar samtidig med Lysstyrken og er betydelig større i Februar og Marts end i Oktober, medens Temperaturen næsten er konstant fra Januar til Marts og meget lavere end i Oktober.

gennemgaaende betydelig større end vore, hvad der er ganske naturligt, fordi Fotometret der var udsat for direkte Bestraaling fra Solopgang til Solnedgang; mærkeligt er det, at de to Rækker staar i konstant Forhold til hinanden. Reducerer vi nemlig Tallene for Botanisk Have saaledes, at den i Juni fundne Maximumsværdi 53 nedsættes til vor Maximumsværdi 47,4 og de øvrige Tal i samme Forhold, saa faar vi Værdierne i Rækken „B. H. red.“. Differenserne mellem disse Værdier og vore findes i Rækken „Dif.“. Disse Differenser er snart positive, snart negative, saa at vore Tal altsaa ikke er behæftede med større konstante Fejl. Forøvrigt er Differenserne meget mindre, end man maatte vente; Maalingerne er jo udførte i forskellige Aar, og Himlens Klarhed, af hvilken den maalte Lysstyrke for største Delen er afhængig, kan som bekendt være yderst variabel.

Af disse overensstemmende Tal kan den interessante, men forøvrigt i Forvejen bekendte Kendsgerning ses, at Lysstyrken næsten har naaet sit Maximum i Maj, medens Temperaturen (sml. Tab. 9) først langt senere naar sit. Heraf skal i det følgende drages en for vore Undersøgelser væsentlig Følgeslutning.

Muskelkraftens Forhold til Sommertemperaturen kan godtgøres paa lignende Maade, men vi vil her følge en anden Fremgangsmaade. Som allerede ovenfor bemærket har vi siden Begyndelsen af Juni 1906 bestemt Minimumstemperaturen i vore Soveværelser og saaledes fundet en Temperaturstørrelse, hvis Betydning for det paagældende Individ ikke kan drages i Tvivl. Da nu endvidere disse Temperaturer var meget lavere paa Bessheim i Juli og August, end de vilde have været i København i samme Tid, ofte endog lavere, end de fandtes i København i December, saa er det indlysende, at de heraf beregnede maanedlige Middelværdier slet ikke kan gælde for Sommertemperaturer. Under disse Forhold maa vi slaa ind paa en anden Vej og f. Eks. bestemme Muskelkraften direkte som en Funktion af Temperaturen, saaledes som det til Eksempel er vist i Tab. 2. Vi beregner altsaa uden Hensyn til Tiden Middelværdierne af de Maalinger, der svarer til en bestemt Temperatur. Disse Middelværdier er for Forsøgspersonerne *P* og *L* givne i Tab. 12 under *y*; *n* er Antallet af Værdier, af hvilke Middelværdierne er beregnede og *T* Temperaturen. Skønt vi ogsaa har det fornødne Materiale for Forsøgspersonen *I* til en saadan Bestemmelse, er denne dog ikke medtagen i Tab. 12, fordi her er et forstyrrende Moment, Væksten, gør sig gældende. Det ses nemlig af Fig. 5, at denne Forsøgspersons Muskelkraft stadig vokser, efter at Temperaturen er begyndt at aftage i September. Uden at anstille Beregninger indser man derfor umiddelbart, at en Bearbejdelse af Maalingerne fra Juni til December kun kan

Tab. 12.

<i>T</i>	<i>P</i> 1906 ^{17/6—21/12}				<i>L</i> 1906 ^{17/6—23/12}			
	<i>y</i>	<i>n</i>	(<i>y</i>)	(<i>n</i>)	<i>y</i>	<i>n</i>	(<i>y</i>)	(<i>n</i>)
4	52,10	1	..	..	..	..	..	..
5	50,70	1	51,48	4	..	..	..	..
6	52,40	1	51,01	8	..	..	..	..
7	50,52	5	51,34	18	41,50	4	..	..
8	52,36	7	51,94	29	41,53	3	41,35	18
9	52,07	10	52,20	45	41,13	8	41,56	28
10	52,31	18	52,17	64	42,36	9	41,88	41
11	51,92	18	51,96	69	41,69	15	42,04	57
12	51,59	15	51,80	62	42,46	18	42,30	71
13	52,12	14	51,94	61	42,45	20	42,81	79
14	51,97	18	52,22	57	43,77	21	43,48	84
15	53,76	7	52,51	49	43,85	22	43,89	87
16	52,06	17	52,40	55	44,10	22	44,07	84
17	52,60	14	52,29	59	44,21	18	44,20	65
18	52,01	14	52,20	44	44,23	7	43,96	40
19	52,30	2	52,04	23	42,93	8	43,18	30
20	51,90	5	51,49	20	42,71	7	42,77	25
21	50,78	8	51,15	22	42,60	3	42,51	14
22	53,30	1	51,11	12	40,80	1	41,87	6
23	52,05	2	..	..	41,80	1	..	..

give det Resultat, at Muskelkraften stiger med aftagende Temperatur. Men heraf tør det ikke sluttet, at en lav Temperatur er særlig gunstig for det paagældende Individ, fordi en fremmed Faktor, der ikke kan elimineres, nemlig den unge Forsøgspersons legemlige Vækst, vil forvanske det virkelige Forhold. Disse Maalinger er altsaa ubrugbare for nærværende Formaal.

I Tab. 12 findes foruden Værdierne y og n ogsaa de med Hensyn til Vægten \bar{n} udjævnede Funktionsværdier (y) og Antallet af Maalinger (n), af hvilke de udjævnede Funktionsværdier fremgaar. I Fig. 8 er baade y og (y) afsatte som Ordinate og Temperaturen som Abscisse. Den brudte punkterede Linie forbinder Værdierne y , medens den fuldtotrukne Kurve er lagt gennem Værdierne (y). Kurven viser tydeligt, at Muskelkraften har et i individuel Henseende forskelligt Optimum, er størst indenfor en middehøj Temperaturstrækning og synker saavel ved højere som ved lavere Temperaturer. Kurven P viser vel en Tendens til atter at stige ved de højeste og laveste Temperaturer, men det ses af Tab. 12, at de paagældende Punkter i Kurven kun hidrører fra ganske isolerede Værdier, saa at de egentlig kun kan anses for Tilfældigheder.

Maalingerne for Forsøgspersonen I har vi bearbejdet efter en anden Metode, som forøvrigt ogsaa kunde være bragt i Anvendelse for de nævnte Forsøgspersoner P og L ; men naar vi efter Forsøgsmaterialets Beskaffenhed anvender forskellige

Metoder, og disse fører til samme Resultater, bliver disse kun derved saa meget desto sikrere. Da de maanedlige Middelværdier, som det ovenfor er fremstillet, er ubrugelige i det foreliggende Tilfælde, har vi af Maalingerne beregnet Middeltal for fem og fem Dage saavel for Muskelkraften som for Temperaturen. Disse Middelværdier viser endnu nogle, forøvrigt ikke store, uregelmæssige Svingninger, hvorfor vi har udjævnet dem efter Lign. 4. De fremkomne Værdier gengiver vi ikke i Tabelform, da den lange Talrække aldeles ikke giver noget Overblik. I Fig. 9 er de fremstillede grafisk, idet Tiden er afsat som Abscisse, Temperaturen og Muskelkraften som Ordinate i Midten af hver Periode paa 5 Dage; T er Temperaturen, M Kurven for Muskelkraften. Det ses let af Figuren, at Muskelkraftens Forandringer ikke indtræder umiddelbart paa samme Tid som Variationerne i Temperaturen, men først nogle Dage senere. Endvidere fremgaar det, at Muskelkraften stiger, dels med aftagende Temperatur, naar denne er over 15° , dels med stigende

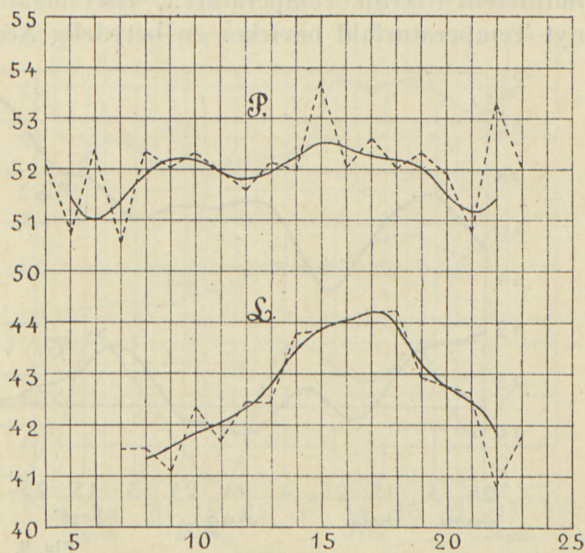


Fig. 8.

Temperatur, naar den er under 12° . Omvendt synker Muskelkraften, med tiltagende Temperatur, naar denne overstiger 15° og med aftagende Temperatur, naar denne gaar under 12° . Alt dette kan med andre Ord i Korthed udtrykkes saaledes: Temperaturen har et Optimum mellem 12° og 15° ; Muskelkraften tiltager, naar Temperaturen nærmer sig Optimum, og den aftager, naar Temperaturen fjerner sig fra Optimum. Der er dog en Undtagelse fra den sidste Sætning. Omkring den 2. Nov. aftager Muskelkraften, idet Temperaturen nærmer sig Optimum, og umiddelbart derpaa (12. Nov.—2. Dec.) stiger Muskelkraften stærkt, medens Temperaturen gaar ned under 10° . Optimum synes altsaa at have forskudt sig nedefter, hvad vel hidrører derfra, at Forsøgspersonen i de foregaaende seks Uger har vænnet sig til en relativ ringe Varmegrad. At vedkommende Forsøgsperson iøvrigt ikke er bleven indifferent overfor Temperaturen, viser Maalingerne i Slutningen af Aaret, hvor et nyt Temperaturfald bevirker en betydelig Nedgang i Muskelkraften.

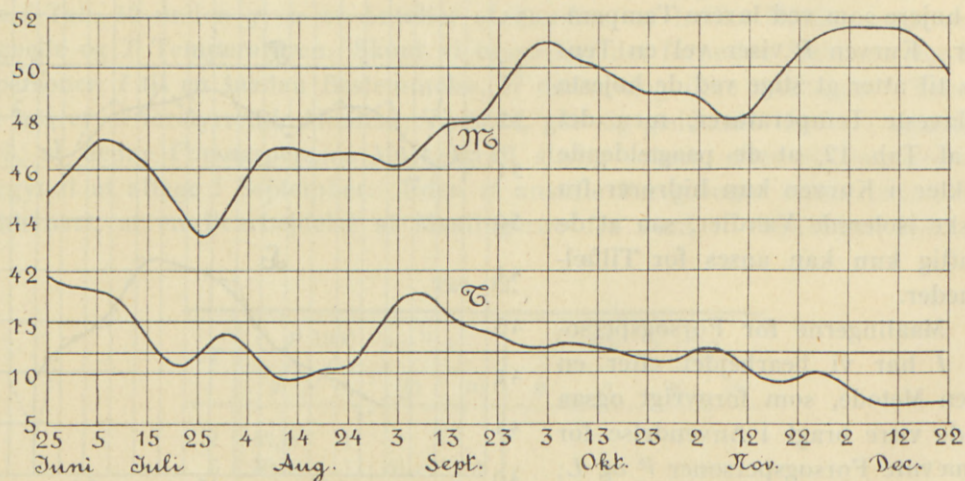


Fig. 9.

Vore Resultater med Hensyn til Lysstyrkens og Temperaturens Indflydelse kan vi nu sammenfatte saaledes:

De aktiniske Straaler i Sollyset fremmer Muskelkraften des mere, jo stærkere Belysningen er. Varmen derimod har et individuelt forskelligt og maaske ogsaa noget forskydeligt Optimum, saa at baade højere og lavere Temperaturer hæmmer Muskelkraften. Ved disse to Faktors Samvirken opstaar den aarlige periodiske Variation i Muskelkraften. I Januar begynder den at stige med Lysstyrken til Trods for den lave Temperatur, og denne Vækst varer, til den høje Temperatur i Sommermaanederne Juni-August bevirker, at der indtræder en Stilstand. Med Temperaturfaldet i September begynder Muskelkraftens Stigning igen; i Begyndelsen af November indtræder saa atter paa Grund af den ringe Lysstyrke og lave Temperatur en Stilstand eller endog en Nedgang i Muskelkraften.

De individuelt forskellige Svingninger i Muskelkraften, som ses af Fig. 5, kan dels forklares ved de forskellige Temperaturer, som Forsøgspersonerne var udsatte

for, dels ved Temperaturoptimets individuelle Beliggenhed. Dette skal nærmere udvikles, naar vi har undersøgt Luftrykkets Indflydelse paa Muskelkraften.

8. Muskelkraftens Afhængighed af Luftrykket.

De daglige Svingninger paa Bostedet. Allerede i 1904 lykkedes det Pedersen ved Hjælp af Maalingerne for de første fire Maaneder at paavise Muskelarbejdets Afhængighed af Luftrykket. Barometerforholdene var den Gang overordentlig gunstige for en saadan Paavisning, idet der i den Tid kun indtraf faa, men store og langvarige Luftryksforandringer. Resultatet er gengivet i Fig. 10 a. Kurven *M* angiver Muskelkraften; de Punkter, som fremstiller de ved de ugentlige Maalinger fundne Værdier, er betegnede ved Cirkler. *Ls* er Lysstyrken, beregnet af Maalingerne fra Universitetets botaniske Have; *L* er Luftrykket efter Meteorologisk Instituts Iagttagelser. De to sidste Kurver er bestemt paa den Maade, at paa den Dag, da Muskelkraften maales, er Middelværdierne henh. af Lysstyrke og Luftryk for den foregaaende Uge afsatte. Som man ser af Figuren, stiger Muskelkraften langsomt med Lysstyrken, medens de mindre Svingninger følger Luftrykket; kun efter det store Minimum, der strækker sig over hele Februar, varer det ti Dage, før Muskelkraften begynder at tiltage. Denne Omstændighed kan dog ikke gøre Muskelkraftens Forhold til

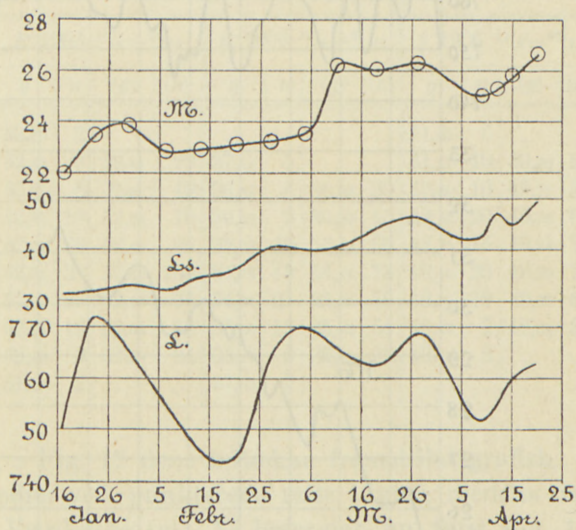


Fig. 10 a.

Luftrykket tvivlsom. Thi formaar Luftrykket at indvirke saaledes paa Organismen, at Muskelkraften formindskes ved et ringe Luftryk, saa vil der sandsynligvis ogsaa forløbe en rum Tid, før Virkningen af et stort og usædvanlig langvarigt Minimum ophæves. I hvert Fald har vore senere Maalinger paa en meget interessant Maade bekræftet det Resultat, som her fremtræder saa umiddelbart og anskueligt.

Saa store og regelmæssige Luftryksvariationer, som Fig. 10 a opviser, er ret sjældne, og Forholdet mellem de to Fænomener kan derfor som oftest ikke paavises gennem Overensstemmelser i Kurverne. Et typisk Eksempel herpaa er gengivet i Fig. 10 b, hvor Kurven *B* angiver Barometerstanden, *M* Muskelkraften. Maalingerne hidrører fra Drengene i Foraaret 1906; disse Værdier er udjævnedes een Gang, Barometerstandene derimod to Gange efter Lign. 4, for at Kurverne kan blive mere overskuelige. Da Overensstemmelsen mellem disse Kurver er tvivlsom paa Grund af de talrige, kortvarige Svingninger af Luftrykket, er det her nødvendigt

at undersøge, om der overhovedet bestaar noget Forhold mellem Lufttrykket og Muskelkraften. Som allerede ovenfor (S. 139 f.) angivet, opnaar man dette, idet man beregner Muskelkraften som Funktion af Lufttrykket. Paa denne Maade har vi bearbejdet de daglige Maalinger for 1905—6; kun det i Sommerferien paa Bessheim erholdte Materiale er udskudt, fordi Normallufttrykket der (675 mm.) afviger for meget fra Københavns (760 mm.) til, at de paa de to Steder fundne Størrelser tør sammenblandes. Endvidere har vi af Grunde, som vil være indlysende af det følgende, delt Materialet i en Foraars- og Efteraarsrække; den første omfatter Tiden

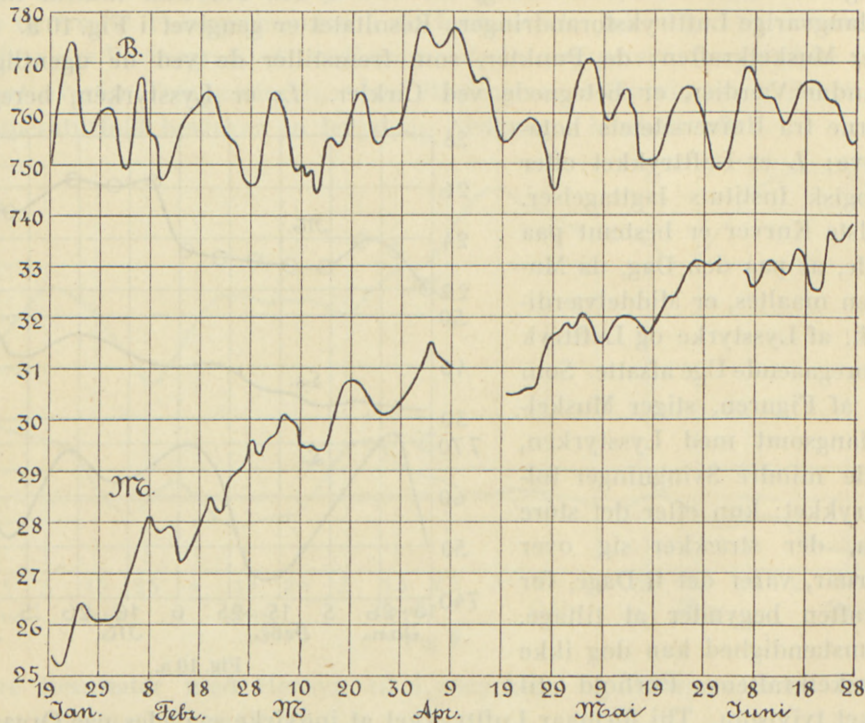


Fig. 10 b.

fra Begyndelsen af Januar til Sommerferien; den sidste begynder efter Sommerferien og gaar til Slutningen af Aaret. De to Rækker er i Tab. 13, hvor hele Materialet er sammenstillet, betegnet henholdsvis med a og b. Tabellen indeholder en a- og en b-Række for hver af de fire Forsøgsgrupper, hidrørende fra Forsøgspersonerne L, P, K og I, og desuden for Forsøgspersonen L de to samme Rækker for Aaret 1905. De iagttagne Barometerstande er delt i Grupper med en Gruppelængde paa 5 Millimeter; i den første Kolonne til venstre er Midten af hver af disse Grupper angiven. Under y findes Middelværdierne af de i hver Gruppe liggende Maalinger af Muskelkraften, og under n Antallet af disse Maalinger; (y) og (n) er som sædvanlig de udjævnede Værdier af y og n .

Tab. 13.

a	L 1905 ¹⁸ / ₄ — ¹⁹ / ₇				L 1906 ²⁵ / ₁₂ 05— ¹² / ₇				P 1906 ²⁴ / ₁ — ⁷ / ₇				K 1906 ¹⁹ / ₁ — ²⁶ / ₆				I 1906 ²⁸ / ₃ — ⁷ / ₇				
	mm.	y	n	(y)	(n)	y	n	(y)	(n)	y	n	(y)	(n)	y	n	(y)	(n)	y	n	(y)	(n)
735	38,90	2	50,20	1
740	38,77	6	39,09	22	47,20	5	48,11	17	28,06	5
745	31,60	1	39,63	8	39,91	49	49,20	6	49,25	38	30,47	3	30,00	25	41,80	2
750	33,18	10	33,30	41	40,34	27	40,03	94	49,72	21	49,87	75	30,59	14	30,30	52	40,96	11	41,52	39	
755	33,51	20	33,70	81	39,64	32	39,92	136	50,23	27	49,97	113	30,02	21	30,26	77	42,29	15	41,90	63	
760	34,10	31	33,96	101	40,07	45	40,22	169	49,71	38	49,96	139	30,57	21	30,56	85	41,83	22	42,39	84	
765	33,99	19	33,97	79	40,92	47	40,65	158	50,27	36	50,32	127	31,04	22	30,91	75	43,42	25	42,98	85	
770	33,46	10	33,70	40	40,71	19	40,74	93	51,91	17	50,97	75	31,03	10	30,73	51	43,19	18	42,55	59	
775	33,80	1	..	..	39,80	8	40,30	41	49,66	5	51,08	31	29,29	9	..	..	37,78	8	..	..
780	..	..	..	..	40,30	6	..	..	51,10	4	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
b	L 1905 ²⁰ / ₈ — ²⁴ / ₁₂				L 1906 ³¹ / ₈ — ²⁴ / ₁₂				P 1906 ¹⁰ / ₈ — ²¹ / ₁₂				K 1906 ¹² / ₈ — ²¹ / ₁₂				I 1906 ³¹ / ₈ — ²⁰ / ₁₂				
mm.	y	n	(y)	(n)	y	n	(y)	(n)	y	n	(y)	(n)	y	n	(y)	(n)	y	n	(y)	(n)	
735	38,80	1	..	..	42,67	3	..	..	53,10	2	..	..	..	..	..	..	51,62	6	..	..
740	39,00	3	38,64	13	42,40	6	42,91	25	52,47	6	52,41	22	37,18	5	..	..	51,17	10	50,70	36
745	38,27	6	38,52	31	43,60	10	43,41	40	52,23	8	52,22	40	36,85	8	36,86	30	49,30	10	49,77	50	
750	38,57	16	38,48	56	43,57	14	43,80	54	52,15	18	52,25	70	36,69	9	36,09	45	49,54	20	49,38	65	
755	38,45	18	38,34	72	44,39	16	44,19	68	52,41	26	52,44	95	35,19	19	35,25	66	48,95	15	49,24	70	
760	37,97	20	38,04	85	44,29	22	44,19	82	52,71	25	52,40	103	34,73	19	34,91	78	49,40	20	49,20	74	
765	37,90	27	37,88	92	43,82	22	44,10	82	51,90	27	52,15	95	34,92	21	35,05	76	49,00	19	49,02	65	
770	37,73	18	37,82	70	44,69	16	44,27	59	52,08	16	52,00	62	35,80	15	35,42	54	48,47	7	48,80	35	
775	38,00	7	37,77	34	43,56	5	44,14	28	52,40	3	52,09	24	35,17	3	35,79	23	49,70	2	..	..
780	36,60	2	..	..	42,70	2	..	..	51,10	2	..	..	37,55	2	..	..	..	..	..	..

I Fig. 11 er Tabellens a-Række, i Fig. 12 dens b-Række fremstillet grafisk. I begge Figurer er Værdierne y forbundne ved punkterede rette Linier, medens den fuldtoptrukne Kurve er lagt gennem Værdierne (y). Vi betragter nu først Fig. 11. Det lovmæssige Forhold, der allerede ses af Fig. 10 a og b, nemlig at Muskelkraften svinger op og ned med Luftrykket, træder tydelig frem i alle fem Kurver. De tre Kurver P , L 1906 og K , der er byggede paa det største Forsøgsmateriale, viser overensstemmende, at Muskelkraften næsten er konstant omkring Normalluftrykket, men stiger ved højere Luftryk og synker ved lavere. De to andre Kurver, der kun er beregnede af Iagttagelser fra de tre Foraarsmaaned-er viser en med Lufttrykket næsten proportional Stigning. De ved de højeste Luftryk indtrædende smaa Sænkninger, der er fælles for de fleste Kurver, skal straks omtales.

Den Lov, der fremgaar af Kurverne, er et Faktum, men af denne tør man paa ingen Maade slutte, at Luftrykket virkelig udøver en Indflydelse paa Muskelkraften. Vi ved jo nemlig, at Muskelkraften vokser gradvis om Foraaret af andre Aarsager. Det fundne Forhold mellem Muskelkraft og Luftryk kan følgelig være en Illusion, som simpelthen er opstaaet derved, at ogsaa Luftrykket stadig bliver større i den nævnte Tid. Dette er da i Virkeligheden ogsaa Tilfældet; de maaned-

lige Middelværdier af Lufttrykket i den første Halvdel af 1906 fordeler sig paa følgende Maade: Jan. 759,9, Febr. 756,8, Marts 756,9, April 762,9, Maj 759,4 og Juni 761,8. Da Lufttrykket i det sidste Fjordingaar, i hvilket Muskelkraften var størst, ogsaa har været betydelig større end i det første Fjordingaar, kan dette tilfældige Sammentræf af højt Lufttryk og stor Muskelkraft have foraarsaget det i Fig. 11

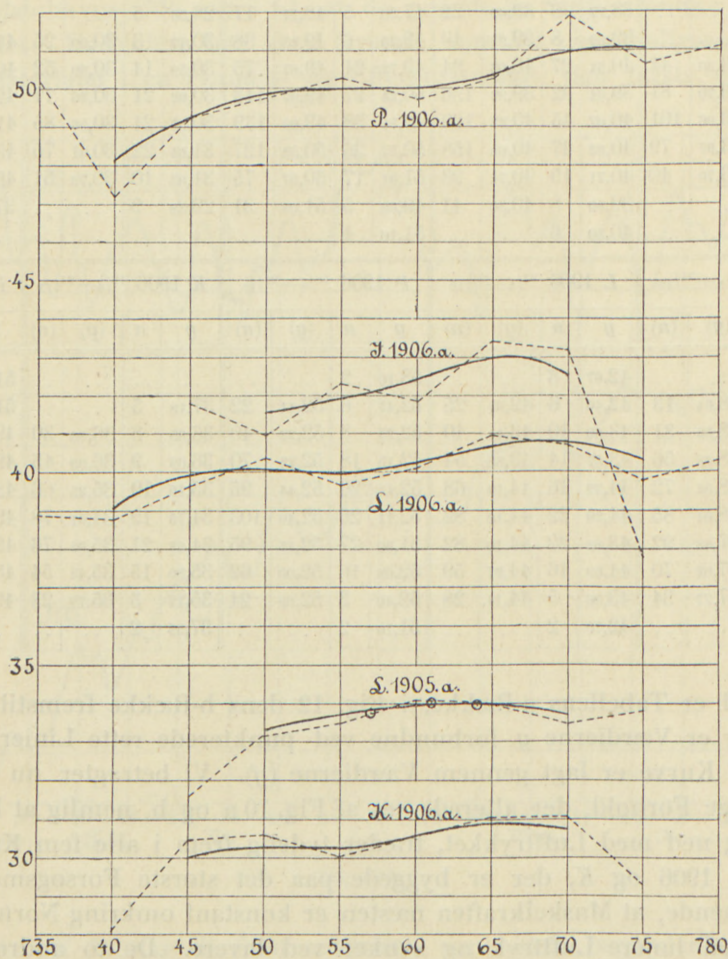


Fig. 11.

fremtrædende Forhold. Det bliver derfor nødvendigt her at anvende den ovenfor (S. 143) fremstillede Metode. For at gøre Beregningerne saa simple som muligt har vi delt Afvigelserne fra Muskelkraftens udjævnede Kurve i to Grupper, der svarer henholdsvis til Barometerstandene ≥ 763 og ≤ 762 . Middelværdierne af de to Grupper Afvigelser er anførte i Tab. 14; for *P*'s Vedkommende findes ingen Værdier, fordi denne Kurve paa Grund af den store Sænkning i Maj ikke fuldstændig kunde udjævnnes. Det ses af Tab. 14, at der stedse til de høje Lufttryk svarer positive, til de lave Lufttryk negative Afvigelser, eller med andre Ord:

Tab. 14.

	L 1905	L 1906	I	K
≥ 763	+ 0,09	+ 0,28	+ 0,47	+ 0,15
≤ 762	- 0,03	- 0,17	- 0,44	- 0,09

Muskelkraften paavirkes i Foraarshalvaaret af Luftrykket paa den Maade, at den svinger op og ned med dette.

Det Forhold mellem Muskelkraft og Luftryk, som Fig. 11 viser, hidrører altsaa fra to forskellige Omstændigheder. For det første er Muskelkraften virkelig relativ større ved højt end ved lavt Luftryk, og for det andet synes denne Virkning større end den virkelig er, fordi Luftrykket i den sidste Halvdel af Forsøgstiden var større end i den første Halvdel. Kurvernes Sænkninger (Fig. 11) ved de højeste Luftryk skyldes udelukkende en Tilfældighed. De største Barometerstande forekom nemlig kun i Vintermaanederne, da Muskelkraften endnu var relativ ringe, og Muskelkraftens Middelværdier ved disse høje Luftryk er derfor blevne forholdsvis smaa.

Ganske anderledes forholder det sig nu om Efteraaret, som det ses af Fig. 12. Af de her optegnede Kurver stemmer kun to overens, nemlig *I* og *L* 1905, og disse staar i afgjort Modsætning til Kurverne i *a*-Rækken, idet de viser en stadig Tiltagen af Muskelkraften med aftagende Luftryk. Kurven *P* er næsten en vandret Linie, hvilket med andre Ord vil sige, at Muskelkraften er fuldstændig uafhængig af Luftrykket. *L* 1906 er ogsaa en ret Linie ved Luftryk, der er over 755 mm., men synker stærkt ved lave Luftryk; hos den samme Forsøgsperson finder vi altsaa modsatte Forhold i to paa hinanden følgende Aar. Kurven *K* endelig har et Minimum ved Normal-luftryk (760 mm.) og stiger saavel ved mindre som ved større Luftryk. En større Variation i Kurveformerne kan man ikke ønske sig.

Der kan altsaa ikke være Tale om, at der er et lovmæssigt Forhold mellem Muskelkraften og Luftrykket om Efteraaret, og det maa derfor være vor Opgave, at paavise, hvorledes disse Uoverensstemmelser, som fremtræder i Fig. 12, er opstaaede. Dette vil nu heller ikke berede os større Vanskeligheder. Vi har set, at der ganske regelmæssigt i September og Oktober indtræder en stærk Stigning i Muskelkraften, hvorefter denne enten bliver konstant, eller hos ældre Individuer aftager mere eller mindre. Antager vi nu, at disse af Lys og Varme fremkaldte Forandringer, der indtræder til individuelt forskellige Tidspunkter, er fuldstændige uafhængige af Luftrykket, saa kan Uoverensstemmelserne i Fig. 12 ganske simpelt forklares derved, at Forandringerne i Muskelkraften, alt efter det Tidspunkt, hvor de indtræffer, finder Sted under forskellige Luftryk. Dette kommer særlig tydelig frem hos *L*, der har anstillet Maalinger saavel i 1905 som i 1906. I Efteraaret 1905 viser denne Forsøgspersons Muskelkraft ganske de samme Forandringer som i 1906; den stiger i September og synker derpaa lidt efter lidt (sml. Fig. 14). Men i de to Aar 1905 og 1906 fordeler Luftrykkene sig helt forskelligt. De maanedlige Mittel-

værdier var i 1905: Sept. 760,0, Okt. 756,3, Nov. 757,8 og Dec. 769,1. Luftrykket i Oktober var altsaa relativt ringe, men Muskelkraften stor; i December var Luftrykket usædvanlig højt, medens Muskelkraften naaede sit Minimum. Muskelkraften tog altsaa af, medens Barometret steg, og dette viser sig netop i Kurve *L* 1905 b. Det følgende Aar forholdt det sig lige omvendt. Luftrykkets maanedlige Middelværdier var: Aug. 757,7, Sept. 762,9, Okt. 759,5; Nov. 755,1; Dec. 755,4. I September og Oktober var Luftrykket altsaa relativt højt, i November og December derimod,

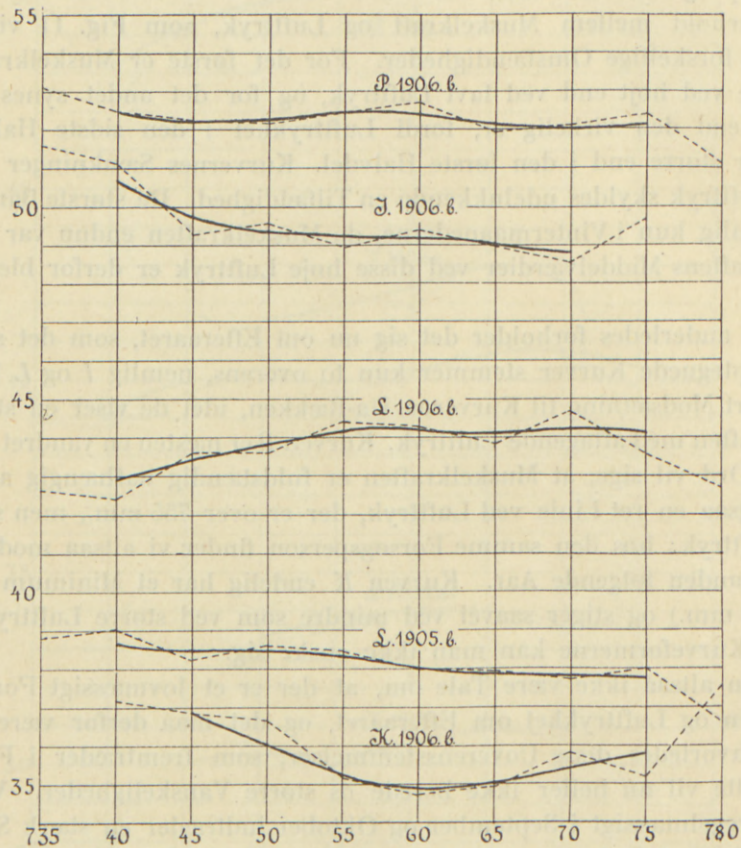


Fig. 12.

i hvilken Tid Muskelkraften aftog stærkt, usædvanlig lavt. Muskelkraften aftager altsaa med synkende Barometer, men sandsynligvis af ganske andre Aarsager, hvilket netop giver sig til Kende i Kurve *L* 1906 b. Paa samme Maade kan de øvrige Kurver i Fig. 12 forklares. Kurven for Forsøgspersonen *P* stiger kun lidt i September og synker ogsaa lidt i November og December (sml. Fig. 5); Muskelkraften har altsaa næsten samme Værdi ved alle Luftryk, som Kurve *P* 1906 b viser. Hos *I*, hvis Muskelkraft tiltager fra September til Slutningen af Aaret, finder vi altsaa den største Muskelkraft samtidig med den lave Barometerstand i No-

vember og December; derfor stiger Kurve *I* 1906 b stærkt med aftagende Lufttryk. Eleverne *K* forholder sig næsten som Forsøgsperson *I*; kun vokser deres Muskelkraft ogsaa i Oktober, hvor *I* forbigaaende viser en Nedgang. I Overensstemmelse hermed stiger Kurven *K* 1906 b ikke alene ved aftagende, men ogsaa lidt med tiltagende Lufttryk.

Vi ser altsaa, at de forskellige Former, som Kurverne i Fig. 12 opviser, simpelthen kan forklares ved den Omstændighed, at Muskelkraftens lovmæssige Forandringer i Efteraaret indtræder til individuelt forskellige Tider og altsaa ogsaa forekommer under forskellige Lufttryk og forløber ganske uafhængig af det forhaandenværende Lufttryk. Vi kan derfor af de paagældende Maalinger kun drage den Slutning, at Muskelkraften i Efteraaret er uafhængig af Lufttrykket. Der opstaar da det fra et teoretisk Synspunkt interessante Spørgsmaal: Naar begynder Muskelkraften atter at blive afhængig af Lufttrykket? Vi saa ovenfor, at en saadan Afhængighed virkelig kan paavises, men det er lidet sandsynligt, at den pludselig skulde indtræde med Begyndelsen af Kalenderaaret. Dette Spørgsmaal er imidlertid vanskeligt at besvare, fordi foruden Lufttrykket saavel Varmen som talrige fysiologiske Faktorer kan fremkalde uregelmæssige Svingninger i Muskelkraften. Hvis man derfor optegner Lufttrykket og Muskelkraften fra Dag til Dag, saa stemmer de to Kurver aldrig fuldstændig overens. I Fig. 20, der kan gælde for et typisk Eksempel, fremstiller *B* Lufttrykket, *M* Muskelkraften. Man ser, at før Begyndelsen af November kan der ikke være Tale om nogen Overensstemmelse mellem de to Kurver; i November og December svinger Kurverne undertiden, men ikke hyppig i samme Retning; senere bliver Overensstemmelserne hyppigere. Paa den anden Side finder man sædvanlig, at Afhængigheden af Lufttrykket hører op henimod Midten af Juni, omtrent paa den Tid, da Muskelkraften foreløbig ikke vokser mere; Grænsen er naturligvis her lige saa flydende som i December (jfr. Fig. 10 b). Nogen nærmere Bestemmelse er altsaa næppe mulig; vi kan kun fastslaa følgende: *Om Efteraaret indtil Slutningen af November er Muskelkraften uafhængig af Lufttrykket.*

I det følgende skal vi saa vidt som muligt søge at forklare den Ejendommelighed, at Muskelkraften om Foraaret er afhængig af Lufttrykket, men derimod uafhængig deraf om Efteraaret. Men vi maa først omtale det andet Tilfælde, der kan undersøges eksperimentalt, nemlig Muskelkraftens Forhold under større, konstante Lufttryksforandringer.

Store, konstante Lufttryksforandringer. I Begyndelsen af 1905 kunde det allerede ses af *L*'s Maalinger, at de relativt smaa daglige Svingninger i Lufttrykket udøvede en paaviselig Indflydelse paa Muskelkraften. Man maatte derfor vente, at en langvarig Lufttryksformindskelse paa 85 mm. i det mindste i Begyndelsen vilde foraarsage temmelig betydelige Forstyrrelser. Men Resultatet svarede ikke til Forventningen. De paafølgende Maalinger paa Bessheim¹⁾ viste aldeles

¹⁾ Turiststationen Bessheim ligger paa 61° 31' nordl. Bredde og 1° 52' vestl. Længde f. Christiania. Højden over Havet er hidtil ikke bestemt nøjagtigt. Efter vore Barometeriagttagelser, der strækker sig over 84 Dage og anstilledes i Stationens sydligste Hytte, var Middellufttrykket 674,7 mm.; Temperaturen,

intet i den Retning; derimod indtraadte ved den senere Tilbagekomst til Havets Niveau et interessant Fænomen, der krævede en nærmere Undersøgelse, fordi det vilde være af største teoretiske Betydning, om det ogsaa kunde iagttages hos andre Personer, saa at det ikke udelukkende maatte betragtes som en individuel Ejendommelighed, der ikke mere vilde gentage sig. Derfor rejste Forsøgspersonerne *L*, *P* og *I* det følgende Aar til Bessheim og udførte deres Maalinger der. Rejsen dertil fra Christiania (Havets Niveau) varer to Dage, og der overnattes i en Højde af c. 450 m.; baade paa Ud- og Hjemrejsen opholdt nogle af Forsøgspersonerne sig flere Dage paa denne Mellestation.

Samtlige Maalinger fra dette Ophold i Højfjældene er gengivne grafisk i Fig. 13. Figuren bestaar af fire Dele, svarende til Forsøgsrækkerne *L* 1905, *L* 1906, *P* og *I*. Den brudte Linie i hver af de fire Afdelinger fremstiller den daglig maalte Barometerstand, reduceret til 0°; Tallene til venstre refererer sig til Barometerstanden. Af Maalingerne før og efter Rejsen er der medtaget henholdsvis 15 og 20—30, for at Virkningen af Lufttryksformindskelsen tydelig kan træde frem. Den Kurve i hver Afdeling, der er betegnet med *M*, angiver Muskelkraften, hvis Størrelse aflæses til højre. Denne Kurves Ordinater er iøvrigt ikke de direkte daglig maalte Værdier; da disse naturligvis er behæftede med tilfældige Fejl, har vi udjævnet dem een Gang efter Lign. 4, for at Kurven kan blive mere overskuelig. Endelig forekommer i Afdelingerne *P* 1906 og *L* 1906 endnu en anden Kurve, der er betegnet med *A*, og som fremstiller Additions hastigheden. Denne vil senere blive omtalt; foreløbig betragter vi udelukkende Muskelkraften.

Den bratte Overgang fra Normallufttryk til Højfjældenes fortyndede Luft synes slet ikke at udøve nogen paaviselig Indflydelse (sml. Fig. 13). Kurverne *L* 1905 og *I* viser vel en stærk Sænkning under Rejsen, men denne forsvinder, saa snart Mellestationen (720 mm. Lufttryk) er naaet, og nogen yderligere Virkning af det formindskede Lufttryk findes ikke. Den store Sænkning, der viser sig hos *I* de følgende ti Dage, er for det første ikke usædvanlig for denne Forsøgsperson (en lige saa stor Sænkning forekommer i Kurven umiddelbart før Rejsen), og for det andet er den sandsynligvis fremkaldt af den stærke Temperaturformindskelse, som samtidig indtraf (sml. Fig. 9, der giver en Oversigt over Temperaturforholdene i Højfjældene fra 15. Juli til 24. August 1906). Forandringerne i Muskelkraften under Opholdet i Højfjældene er afhængige af mange Faktorer. Kurverne *P* og *L* 1905 viser en betydelig Forøgelse af Muskelkraften, hvilket vel nærmest maa tydes som en Følge af Rekreationen efter forudgaaende anstrengende Arbejde. Noget lignende kunde man ogsaa vente at finde i Kurven *I* og *L* 1906; men *I* svinger kun som aflæst om Morgenen Kl. 9, var 11,4° C. i Gennemsnit. Efter de meteorologiske Iagttagelser er om Sommeren denne Egns Middellufttryk, reduceret til Havets Niveau, 757 mm., og Middelttemperaturen, ligeledes reduceret til Havets Niveau, 16°. Efter disse Angivelser beregnes den sydligste Hyttes Højde over Havet til 964 m. Desuden maalte vi flere Gange ved Hjælp af Kvægsølvbarometret Højdedifferensen mellem vor Hytte og den nærliggende Sø, Gjendin, hvis Højde ifølge Norges geografiske Opmaalinge beløber sig til 979 m. Differensen er efter vore Bestemmelser $17,5 \pm 2,0$ m., og vor Hytte ligger altsaa efter dette 961,5 m. over Havet; de to forskellige Maalinger stemmer saaledes næsten fuldstændig overens.

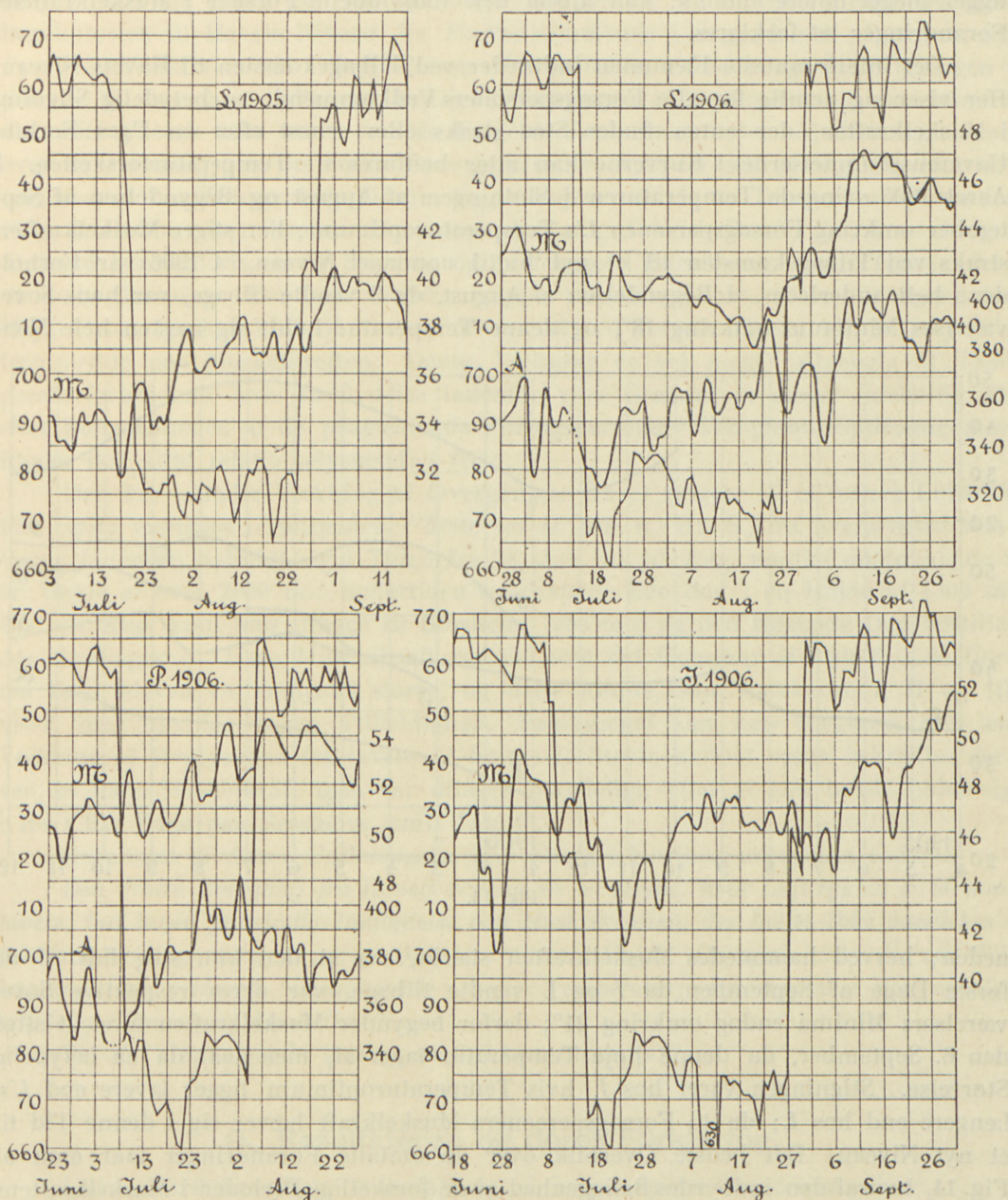


Fig. 13.

før op og ned, medens *L* viser en stadig Nedgang fra 2. til 20. Aug. Sammenligner man dette med Temperaturkurven *T* i Fig. 9, saa ser man, at der netop i den nævnte Tid forekommer en stor Temperatursænkning; da *L*'s Temperaturoptimum

ligger meget højere end I 's; kan altsaa den individuelle Forskel i Muskelkraftens Forandringer let forklares.

Det interessanteste Fænomen indtræder ved Tilbagekomsten til Havets Niveau. Her viser sig nemlig for alle Forsøgspersoners Vedkommende en betydelig Stigning i Muskelkraften, der enten finder Sted straks eller senest efter en Uges Forløb. Uoverensstemmelserne i Kurverne kan atter henføres til Temperaturforskellen. I Aaret 1905 svingede Temperaturen i Slutningen af August og Begyndelsen af September omkring Forsøgspersonen L 's Temperaturoptimum; her stiger Muskelkraften straks ved Tilbagekomsten til et nyt hidtil uopnaaet Niveau. I 1906 var Forholdene helt anderledes. I Begyndelsen af August, da P vendte tilbage, var hans Soveværelses Minimum omkring 18° , og denne Temperatur holdt sig næsten hele Maa-

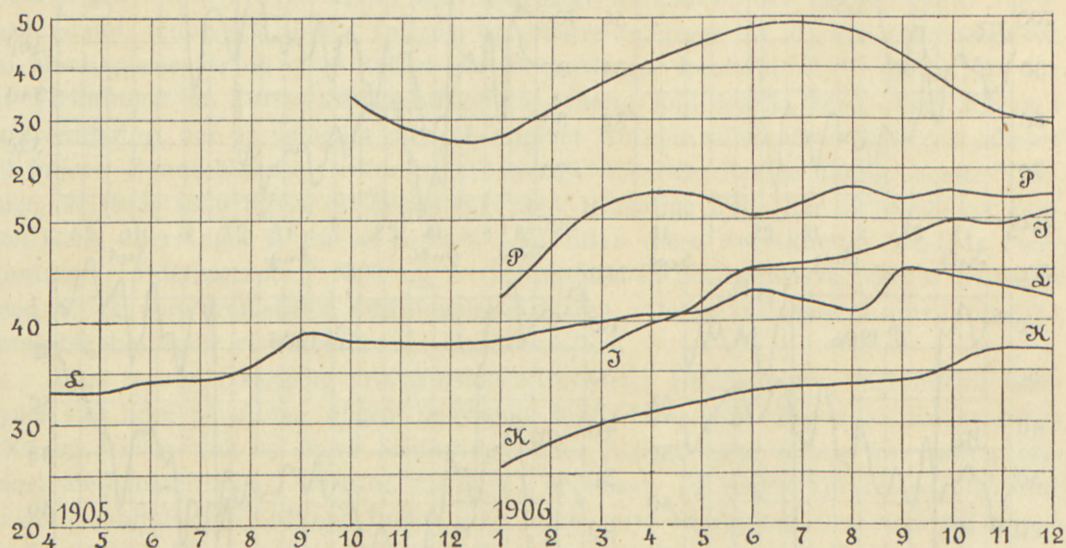


Fig. 14.

nedens; herved hæmmedes Muskelkraften stærkt, saa at den kun steg lidt. I de første Dage af September da I og L vendte tilbage, var deres respektive Soveværelses Minima endog omkring 21° ; derfor begynder Muskelkraften først at stige den 6. September, da denne høje Temperatur tager af, men naar da en betydelig Størrelse. Stigningen varer hos I , hvis Temperaturoptimum ligger lavere end L 's, længere end hos L ; de to Forsøgspersoners Muskelkraft hæver sig i denne Tid til et nyt Niveau. Det bedste Overblik over de omtalte Forandringer faar man af Fig. 14, hvorefter den indbyrdes Beliggenhed af de forskellige Perioder i Muskelkraftens Vækst ses. Fig. 14 svarer til Fig. 5; i førstnævnte er kun de maanedlige Middelværdier afsatte, saa at mindre Svingninger forsvinder. Desuden er de i April 1905 paabegyndte Maalinger, der hidrører fra Forsøgspersonen L , medtagne; den Forskel mellem Kurverne for de to Aar, der særlig er forårsaget af Temperaturforholdene, kommer her tydelig til Syne. Man ser endvidere, at Muskelkraftens stærke Stig-

ning i 1906 til Trods for den ugunstige Temperatur finder Sted straks ved Tilbagekomsten til Havets Niveau, for *P*'s Vedkommende i Begyndelsen af August, for *I*'s og *L*'s Vedkommende i Begyndelsen af September, altsaa længe før Stigningen i Kurven *K*, der først indtræder henimod Slutningen af September, og som ovenfor vist udelukkende maa anses som en Følge af Temperaturfaldet. At dette ogsaa udøver en Virkning paa de andre Forsøgspersoner, kan let ses af Fig. 14, idet det erindres, at *L*'s Temperaturoptimum ligger højere end de to Temperaturoptima for *P* og *I*; derfor viser Kurven *L* en brat Nedgang i Muskelkraft, Kurverne *P* og *I* derimod henholdsvis en ny Stigning og en forøget Udstrækning af den forhaandenværende Hævning. Der kan følgerig næppe være Tvivl om, at en Overgang fra Højfjeldenes tyndere Luft til Normallufttrykket ved Havets Niveau virker betydelig fremmede paa Muskelkraften. Denne Virkning er vel meget afhængig af Temperaturforholdene, hvis Indflydelse indenfor visse Grænser er meget forskellig, alt efter Beliggenheden af de paagældende Forsøgspersoners Temperaturoptimum, men træder dog altid relativ selvstændigt frem.

Den her omtalte Virkning af Overgangen fra et ringere til et højere Lufttryk kan ogsaa iagttages i Højfjeldene; dette ses af Tab. 6. Hr. S., fra hvem disse Maalinger hidrører, opholdt sig i Tiden fra 28. Juli til 10. Aug. næsten udelukkende i en Højde af over 2000 m.; undertiden overnattede han dog i en Højde af 1300 m. Den 10. Aug. kom han tilbage til Bessheim (960 m.), og den følgende Dag anstilledes Maalingerne. Hans Muskelkraft var da, som det fremgaar af Tab. 6, i de fjorten Dage bleven en Tredjedel større, og dette kunde, som Rækkerne I, II og III viser, ikke skyldes nogen Tilfældighed. Fænomenet kan kun forklares som en Virkning af Overgangen fra lavere til højere Lufttryk, hvilket ogsaa bekræftes derved, at hans Muskelkraft igen var aftagen betydeligt, efter at han havde holdt sig i Ro i fire Dage paa Bessheim (sml. Tab. 6).

Resultatet af denne Undersøgelse kan altsaa i Korthed udtrykkes saaledes:

Den bratte Overgang fra Havets Niveau til en Højde, hvor Lufttrykket er 90 mm. lavere, har ingen paaviselig Indflydelse paa Muskelkraften, der heller ikke paavirkes i konstant Retning under et varigt Ophold i nævnte Højde. Derimod indtræder ved Tilbagekomsten til Havets Niveau stedse en efter Temperaturforholdene mere eller mindre betydelig Stigning af Muskelkraften.

Vi vil i det følgende forsøge at forklare disse Fakta.

9. Resultaterne og deres Forklaring.

Lad os først fremdrage Resultaterne af de forudgaaende Undersøgelser:

De aktiniske Straaler i Sollyset fremmer Muskelkraften des mere, jo større deres Intensitet er. Varmen derimod har et individuelt forskelligt og maaske ogsaa noget forskydeligt Optimum, saa at saavel højere som lavere Temperaturer hæmmer Muskelkraften. Ved Samvirkning af disse to Faktorer opstaar Muskelkraftens aarlige periodiske Variationer. I Januar begynder Muskelkraften at vokse med Lys-

styrken til Trods for den lave Temperatur, og denne Vækst varer ved, indtil den høje Temperatur i Sommermaanederne Juni—August foraarsager en Stilstand. Med Temperaturfaldet i September begynder Muskelkraften atter at tiltage; og i Begyndelsen af November indtræder paa Grund af den ringe Lysstyrke og lave Temperatur igen en Stilstand eller endog en Tilbagegang.

Muskelkraften paavirkes i Foraarshalvaaret af Luftrykket saaledes, at den svinger op og ned med dette. I Efteraaret derimod indtil henimod Slutningen af November er Muskelkraften uafhængig af Luftrykket. Den pludselige Overgang fra Havets Niveau til en Højde, hvor Luftrykket er omkring 90 mm. lavere, har ingen paaviselig Indflydelse paa Muskelkraften; denne paavirkes heller ikke i konstant Retning under et varigt Ophold i nævnte Højde. Derimod indtræder der ved Tilbagekomsten til Havets Niveau en efter Temperaturforholdene mere eller mindre betydelig Stigning af Muskelkraften.

Idet vi nu vil gøre Forsøg paa at forklare disse Resultater, begynder vi bedst med Varmens Virkning, der volder os de mindste Vanskeligheder. Det er nemlig bekendt af talrige fysiologiske Undersøgelser, ligesom det ogsaa er en Erfaring fra det daglige Liv, at Vævene og især Nerverne og Musklerne hos de varmlodede Dyr kun er i Besiddelse af deres maximale Ydeevne ved en ganske bestemt Temperatur. Der kan derfor ikke være Tvivl om, at Legemstemperaturen kun behøver at svinge nogle faa Tiendedele af en Grad for at foraarsage en Nedgang i den maximale Trykkraft, der maalttes ved vore Forsøg. At saadanne af den ydre Temperatur afhængige Svingninger i Legemstemperaturen kan forekomme, har allerede længe været bekendt¹⁾ og ved talrige Maalinger har vi fundet, at de virkelig finder Sted, i alt Fald hos Forsøgspersonen L. Under Opholdet i Højfjeldene, hvor Sovekammerets Minimum gik ned til 7°, og Dagens Maximum næppe naaede 12°, svingede Temperaturen i Rectum om Morgenen Kl. 8 mellem 36,4 og 36,5°; i de første Dage efter Tilbagekomsten til København var Sovekammerets Minimumstemperatur 22°, og Legemstemperaturen steg straks til 36,6°, og en Uge senere svingede den mellem 36,7° og 36,9°. Hos de andre Forsøgspersoner, hvis Optimumstemperatur ikke ligger inden for saa snævre Grænser som L's, er Legemstemperaturens Variationer sandsynligvis ogsaa mindre. Svingninger paa nogle faa Tiendedele af en Grad er dog sikkert store nok til at formindske den maximale Trykkraft. Det er derfor let at forstaa, at baade Sommervarmen og Vinterkulden virker hæmmende paa Muskelkraften.

Lige saa let forstaaer vi et andet Fænomen, nemlig Muskelkraftens Stigning ved Overgang fra Højfjældenes tyndere Atmosfære til Havets Niveau. Der hersker nemlig ikke længere Tvivl om, at den fortyndede Lufts lavere Iltryk kompenseres derved, at Blodets Hæmoglobinmængde forøges²⁾. Foretages nu Tilbagereisen til Havets Niveau i nogle faa Dage, saa kan Hæmoglobinmængden ikke straks gaa ned

¹⁾ Tigerstedt: Die Wärmeökonomie des Körpers. Nagel's Handbuch. Bd. 1, S. 570.

²⁾ Bohr: Blutgase u. respir. Gaswechsel. Nagel's Handb. Bd. 1, S. 213. Zuntz: Höhenklima u. Bergwanderungen. 1906. S. 201.

til det normale, og Individet besidder altsaa mere Hæmoglobin end egentlig nødvendig ved det større Ilttryk. Oxydationen af Vævene foregaar derfor livligere end under normale Omstændigheder, og dette medfører bl. a. en Forøgelse af Trykkraften. Dette Overskud af Hæmoglobin maa imidlertid snart forsvinde; thi der gaar stadig et betydeligt Antal røde Blodlegemer til Grunde, og naar der under det forandrede Luftryk dannes et mindre Antal nye, saa maa Blodet altsaa efterhaanden blive fattigere paa Hæmoglobin. Hvis man her af Forandringerne i Muskelkraften tør slutte sig til Hæmoglobinmængden, saa er denne allerede efter faa Uger reduceret til det normale.

Ved talrige Undersøgelser er det endvidere bevist, at Forøgelsen af de røde Blodlegemers Antal under tilstrækkelig lavt Luftryk allerede kan paavises efter 24 Timers Forløb¹⁾. Det er derfor let forstaaeligt, at det lave Luftryk ved vore Forsøg ikke har haft nogen formindskende Indflydelse paa Muskelkraften, da Opstigningen fra Havets Niveau til en Højde af 960 m. i det mindste fordrede 36 Timer og den første Maaling i denne Højde først fandt Sted den følgende Morgen. Det formindskede Luftryk kan altsaa allerede i denne Tid være blevet kompenseret ved et større Hæmoglobinindhold.

Om Lysstyrkens fysiologiske Virkninger ved vi kun lidt. Som det allerede blev fremhævet i Indledningen, mente FINSSEN at have fundet, at Hæmoglobinmængden varierer periodisk med Lysstyrken, saa at den har sit Maximum i September og sit Minimum i December. Imod dette Resultat er der gjort talrige Indvendinger²⁾. Men Zuntz gør opmærksom paa, at Resultaterne af slige Undersøgelser kan paavirkes saa meget af ydre Omstændigheder, at hverken positive eller negative Resultater egentlig er overbevisende. Finsens Resultat kan altsaa meget godt være rigtigt, og som foreløbig Hypotese til Forklaring af andre Fakta maa det i alt Fald være tilladt at antage, at Hæmoglobinmængden vokser med Lysstyrken. Fremdeles maa det anses som godtgjort, at en større Hæmoglobinmængde forøger det neuromuskulære Systems Ydeevne. Vi har jo nemlig set, hvorledes en større Trykkraft efter et længere Ophold i fortyndet Luft stedse indtræder som Følge af det der opnaaede Overskud af Hæmoglobin. Naar vi altsaa gaar ud fra den Antagelse, at Blodets Hæmoglobinindhold varierer periodisk med Lysstyrken, da maa det ogsaa ventes, at Trykkraften er underkastet en analog aarlig Variation. Men dette er jo netop Tilfældet; Muskelkraften opviser den samme aarlige Periode som Hæmoglobinmængden efter FINSSEN (Fig. 1 A), kun med den Undtagelse, at Muskelkraftens Maximum paa Grund af Varmens Virkning indtræder noget senere.

Ved Hjælp af den opstillede Hypotese kan vi endvidere let forklare den Ejenommelighed, at Muskelkraften i Efteraaret viser sig uafhængig af Luftrykket, i Foraaret derimod afhængig deraf. Jo større nemlig Hæmoglobinmængden er, desto lettere bliver Organismen til Trods for de daglige Svingninger i Luftrykket forsynet med det nødvendige Kvantum Ilt. Om Efteraaret, i hvilken Tid Hæmo-

¹⁾ Zuntz: Anf. St. S. 175—176.

²⁾ Bie: Lysets Anvendelse i Lægevidenskaben. Kbnh. 1904, S. 68.

globinmængden efter vor Antagelse har sit Maximum, kan Lufttrykkets normale Variationer derfor ikke udøve nogen paaviselig Indflydelse paa Muskelkraften. Men hen imod Slutningen af November nærmer Hæmoglobinmængden sig sit Minimum (sml. Fig. 1 A), og samtidig begynder Lufttrykssvingningerne, som vi saa ovenfor, at optræde i Muskelkraftens Kurve. Efter al Sandsynlighed er altsaa Hæmoglobinmængden om Vinteren for ringe, saa at Organismen ved lavere Lufttryk virkelig lider af Mangel paa Ilt; om Vinteren og om Foraaret kan vi derfor paavise, at Muskelkraften er afhængig af Lufttrykket. Mangelen paa Ilt er dog ikke stor nok til at fremkalde en Purring af de bloddannende Organer, saa at der dannes flere røde Blodlegemer; her som overalt maa en vis Tærskelværdi overskrides, for at der kan indtræde en særlig Virkning. Men Tærskelen overskrides rimeligvis, naar Lufttrykket synker noget under den laveste Grænse for Lufttrykssvingningerne paa Bostedet; da kompenseres Lufttryksformindskelsen ved et forøget Hæmoglobinindhold, og derfor har vi ikke kunnet paavise nogen Nedgang i Muskelkraften ved Opstigningen i Højfjeldene.

Det ses let, at den her givne Forklaring af den fortyndede Lufts fremmende Virkning paa Blodets Hæmoglobinindhold er ganske uafhængig af vor hypotetiske Antagelse om Hæmoglobinmængdens aarlige Variation. Den Kendsgerning, at Muskelkraften under visse Omstændigheder er afhængig af Lufttrykket, beviser, at det neuro-muskulære System allerede under de ved Havets Niveau forekommende normale Lufttrykssvingninger kan lide af Mangel paa Ilt. Det er derfor heller ikke besynderligt, at de bloddannende Organer, naar Lufttrykket formindskes endnu mere, pirres til forøget Nydannelse af Blodceller. Den Omstændighed, at Bloddannelsen allerede begynder at tiltage i en Højde af 400—500 m., hvor man endnu slet ikke er sig nogen Iltmangel bevidst, beviser naturligvis kun, at en Forandring i Almenbefindendet ingenlunde gør sig gældende strax, naar Organismens maximale Ydeevne begynder at aftage.

Psykisk Arbejde.

10. Svingninger i Disposition.

I det foregaaende har vi set, at Muskelkraften er afhængig af forskellige ydre Faktorer som Lysstyrke, Varme og Lufttryk. Det er dog ret usandsynligt, at det er Muskelkraften, der paavirkes af de ydre Omstændigheder. Vi ved jo, at en isoleret Frømuskel er i Stand til at arbejde timevis uden at blive ernæret, og naar den tilsyneladende er fuldstændig udmattet, behøver man kun at udskylle den med en Opløsning af Kogsalt for at gøre det muligt for den at udføre et nyt og ingenlunde ubetydeligt Arbejde. I Betragtning af saadanne Kendsgerninger tør man vel

paastaa, at Musklerne indeholder saa store Energimængder, at deres Ydelser næppe paavirkes kendelig af smaa Forandringer af Blodets Hæmoglobinindhold. Derimod er det meget mere sandsynligt, at den centrale Innervation, der bestemmer Muskulens Kontraktioner, er afhængig af Forandringer i Ernæring og især af Oxydationen af de motoriske Centra. Efter denne Opfattelse er det altsaa egentlig ikke Muskulernes, men Hjernens Energi, hvis Forandringer vi i det foregaaende har undersøgt; men de praktiske Resultater bliver det samme; enten vi søger Aarsagen til Forandringerne i Musklerne eller i Hjernen.

Gaar vi nu ud fra den Forudsætning, at det hovedsagelig er Hjernecentrerne, hvis Tilstand er afhængig af de meteorologiske Faktorer, saa følger heraf, at ethvert Arbejde af det centrale Nervesystem maa være underkastet lignende Svingninger som Muskelkraften. Naar Centralnervesystemets almindelige Ydeevne varierer under givne Omstændigheder, vil Forandringerne kunne paavises ved et hvilket som helst Arbejde. Betegner vi ved Disposition eller Oplagthed til Arbejde den subjektive Fornemmelse af Ydeevnen, saa vilde altsaa, forudsat at vor Opfattelse er rigtig, ogsaa denne Disposition bl. andet være afhængig af Vejret. Dispositionen er nu desværre under normale Forhold noget yderst vagt, hvis Størrelse aldeles ikke kan angives. Om man er mere eller mindre disponeret, erkender man som oftest kun af, hvorledes Arbejdet gaar fra Haanden. Kun i extreme Tilfælde giver Dispositionen sig til Kende ved særlige Organfornemmelser; man føler sig mat, træt og tung i Hovedet, eller man føler sig let og frisk, Hovedet er klart o. s. v. Der gives dog nogle Mennesker, hos hvem en Formindskelse af Arbejds- evnen næsten stedse ledsages af et mere eller mindre stærkt Anfald af Migræne. Styrken af Hovedsmerterne kan naturligvis, naar Sygdommen indfinder sig ret hyppig, nogenlunde vurderes, og saadanne Personer er altsaa virkelig derved i Stand til at „maale“ deres Disposition. I saadanne Tilfælde maatte der altsaa kunne paavises et Forhold mellem det subjektive Befindende og Vejret, dersom Arbejdsevnen og dermed Dispositionen var afhængig af meteorologiske Forhold.

Hr. Professor Dahlberg, Lærer i Geografi ved Officersskolen i København, har stillet et i denne Henseende værdifuldt og omfangsrigt Materiale til vor Raadighed. Han befinder sig netop i den beklagelsesværdige Tilstand, meget hyppig at lide af Migræne, og da han engang mente at have iagttaget, at hans Befindende var afhængig af Barometerstanden, foresatte han sig at undersøge Sagen nærmere. Hver Aften, før han gik i Seng, betegnede han sit Befindende i Dagens Løb ved et Tal: udmærket V, meget godt IV, godt III, temmelig godt II og maadeligt I. Senere optegnede han Barometerstanden for hver Dag efter Meteorologisk Instituts Maanedsoversigter. Iagttagelserne fortsattes i 5 Aar, 1900—1904, saa at der i det hele foreligger 1826 Bestemmelser; Resultaterne af iagttagelserne er gengivne i Tab. 15. Barometerstandene er inddelt i Grupper paa 5 mm., og i hver Gruppe er det absolutte Antal af de her forekommende Bedømmelser V, IV, III, II og I opførte. Da de forskellige Barometerstande ikke forekommer lige hyppig, kan man ingen Slutning drage af de forskellige Bedømmelsers absolutte Hyppigheder; men de heraf

beregnete relative Hyppigheder af de i hver Gruppe forekommende Bedømmelser viser en meget enkel Lovmæssighed: Bedømmelsen „udmærket“ (V) er desto hyppigere, Bedømmelsen „meget godt“ (IV) desto sjældnere, jo større Lufttrykket er. De øvrige Bedømmelser (III, II og I), der forekommer meget sjældnere, viser den samme Tendens til at synke med tiltagende Lufttryk, men der findes her mange Und-

Tab. 15.

Luft-tryk	Absolut Hyppighed						Relativ Hyppighed					B
	V	IV	III	II	I	Sum	V	IV	III	II	I	
732—36	4	4	1	..	..	9	,444	,444	,111	..	..	4,33
737—41	11	8	1	..	1	21	,524	,381	,048	..	,048	4,33
742—46	19	18	20	5	..	62	,306	,290	,322	,081	..	3,82
747—51	78	33	26	7	4	148	,527	,223	,176	,047	,027	4,18
752—56	183	76	38	12	5	314	,583	,242	,121	,037	,016	4,33
757—61	286	92	50	14	3	445	,643	,207	,112	,031	,007	4,45
762—66	293	58	44	15	1	411	,713	,141	,107	,036	,002	4,52
767—71	219	50	19	7	..	295	,742	,169	,064	,024	..	4,63
772—76	74	8	1	3	1	87	,850	,092	,011	,034	,011	4,74
777—81	18	2	3	2	..	25	,720	,080	,120	,080	..	4,44
781—86	8	..	1	..	..	9	,889	..	,111	..	..	4,78
Sum...	1193	349	204	65	15	1826	..	..	..	..	..	4,44

tagelser. Disse Undtagelser er dog ganske uden Betydning, hvad vi kan overbevise os om ved at beregne det gennemsnitlige „Befindende“ ved hver Barometerstand. Betegner vi ved $n_5, n_4 \dots n_1$ den relative Hyppighed af Bedømmelserne V, IV, ... I, saa bliver altsaa Befindendet B ved hver Barometerstand udtrykt ved:

$$B = 5n_5 + 4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + n_1.$$

De saaledes beregnede Værdier er opførte i Kolonne B ; man ser let den Lov, som fremgaar heraf. Indenfor Grænserne 742—776 mm. vokser B næsten proportionalt med Lufttrykket; kun udenfor disse Grænser, altsaa ved de sjældne forekommende meget lave og meget høje Barometerstande, forekommer nogle Uregelmæssigheder. Det gennemsnitlige Befindende for de fem Aar er 4,44; denne Værdi naas aldrig ved et Lufttryk, der er under 757 mm., og ved et Lufttryk over 757 mm. synker B aldrig under Værdien 4,44. Befindendet, Dispositionen, eller hvad man vil kalde det, er altsaa ganske utvivlsomt en Funktion af Lufttrykket.

Om vi i det betragtede Tilfælde skal anse Hovedpinen som Aarsag til Formindskelsen af Arbejdsevnen eller den formindskede Arbejdsevne som Aarsag til Hovedpinen, kan ikke afgøres, og det er iøvrigt ogsaa ligegyldigt. Faktum er, at Centralorganets Tilstand har vist sig afhængig af meteorologiske Forhold. Som vi saa ovenfor, er sandsynligvis ogsaa Svingningerne i Muskelkraften for største Delen af central Oprindelse. Naar Centralnervesystemets Afhængighed af „Vejret“ lader sig godtgøre paa saa forskellige Maader, vilde det ikke være besynderligt, om en

lignende Forbindelse efterhaanden kunde paavises paa de fleste andre Omraader. Saaledes har f. Eks. den norske Læge MAGELSSSEN allerede utvivlsomt bevist, at Organismens Modstandsevne mod Infektionssygdomme, især Scarlatina, er afhængig af Vintertemperaturen¹⁾. Da Magelsssens Arbejde imidlertid er blevet højst forskellig bedømt, paa den ene Side blevet anset som i høj Grad originalt, paa den anden Side stemplet som ganske værdiløst, maa vi nærmere begrunde den her fældede Dom.

Magelsssens Metode er i Princippet den samme, som vi for største Parten har anvendt i det foregaaende; han udjævner Værdierne for de to Fænomener, hvis indbyrdes Forhold skal undersøges, saa længe, til Kurverne bliver overskuelige; men hans praktiske Udførelse af denne Udjævning er saa uheldig som vel muligt. Udjævningens simple Formaal: at eliminere Værdiernes mindre Svingninger, idet de betragtes som tilfældige Fejl, synes slet ikke at være gaaet op for ham. Han tager alene Sigte paa at forandre Værdierne saaledes, at Kurverne enten forløber „parallelt“ eller „oppositionelt“. Dette opnaar han let, idet han anvender de usymmetriske Udjævningsformler:

$$(y_2) = \frac{1}{2}(y_1 + y_2); (y_3) = \frac{1}{3}(y_1 + y_2 + y_3); (y_4) = \frac{1}{4}(y_1 + y_2 + y_3 + y_4) \text{ o. s. v.}$$

ganske efter Behag. Udjævner man f. Eks. det ene Fænomen ved Hjælp af den første, det andet Fænomen ved Hjælp af den sidste af disse Formler, saa forskyder man simpelthen derved de to Kurvers indbyrdes Beliggenhed, og Resultatet bliver ikke en Paavisning af et faktisk Forhold, men Frembringelsen af en kunstig Lovmæssighed²⁾. En saadan lader sig dog næppe fremstille, naar der slet ikke eksisterer noget Forhold mellem de to Fænomener; man tør derfor paastaa, at MAGELSSSEN vel har konstateret et Forhold, blot ikke det faktiske.

For at se, hvilket Resultat der fremkommer, naar man gaar rigtig til Værks, har vi underkastet Magelsssens hele Materiale angaaende Scarlatina³⁾ en ny Bearbejdelse. Resultatet findes i Tab. 16. Under A er Aarstallene anførte; T er Vinterens Middeltemperatur for Christiania, angiven i Grader Reaumur. Hver Vinter er regnet fra Oktober i det foregaaende Aar til Marts i det angivne Aar; Middeltemperaturen for disse Halvaar har vi udjævnet to Gange efter Lign. 4 og anført Resultatet i Tabellen. Sc. endelig er Dødeligheden af Scarlatina i Christiania pr. 10000 Indbyggere; disse Tal er kun udjævnedes een Gang. Da Ligning 4 er fuldstændig symmetrisk, kan de to Fænomeners Maxima og Minima ikke forskydes derved, at Værdierne er ulige stærkt udjævnedes. Dette var nemlig nødvendigt, for at Kurven, der erholdes af de stærkt svingende Temperaturværdier, kunde blive ligesaa jævn som Kurven for Scarlatina.

I Fig. 15 er Resultatet grafisk fremstillet; T er Temperaturen, Sc. Dødeligheden af Scarlatina. Kurverne har, som det ses, hverken et parallelt eller et oppositionelt Forløb; Sc. er nærmest at anse som en sammentrængt Gentagelse af T.

¹⁾ Wetter und Krankheit, Heft. 1—5. Christiania 1894—1906.

²⁾ Vi gaar her ikke nærmere ind paa de vilkaarlige Forskydninger og Drejninger af Kurverne, som Magelsssen foretager; som videnskabelig Metode kan denne Fremgangsmaade ikke tages alvorligt.

³⁾ Anf. St. Heft 1, S. 14—16.

Tab. 16.

A	T	Sc.	A	T	Sc.	A	T	Sc.	A	T	Sc.
1855	-1,9	..	1864	-0,7	2,6	1873	-0,1	0,7	1882	-1,1	2,5
6	-1,9	..	5	-1,2	1,1	4	+0,2	6,0	3	-0,7	6,0
7	-1,2	..	6	-1,4	8,3	5	-0,4	18,4	4	-0,6	10,3
8	-0,5	..	7	-1,4	16,6	6	-1,4	22,5	5	-0,6	12,6
9	-0,6	..	8	-1,3	13,3	7	-1,7	12,3	6	-0,7	12,8
1860	-1,2	..	9	-1,4	8,1	8	-1,4	4,1	7	-1,0	10,3
1	-1,5	5,9	1870	-1,9	7,6	9	-1,3	2,4	8	-1,3	5,4
2	-1,1	13,7	1	-1,9	4,5	1880	-1,6	1,7	9	-1,6	3,3
3	-0,6	10,4	2	-1,0	1,1	1	-1,6	1,5	1890	-0,4	3,8

Formen kommer det dog ikke an paa; langt vigtigere er den heraf tydelig fremtrædende Lov: Dødeligheden vokser, naar flere milde Vintre følger efter hverandre, og den bliver desto større, jo mildere Vinteren er. Indtræffer der kun faa milde

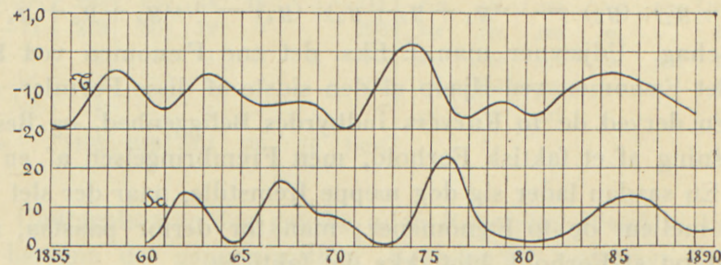


Fig. 15.

Vintre i Træk, saa vokser Dødeligheden først senere og naar ikke nogen betydelig Størrelse; men naar Rækken af milde Vintre afbrydes af nogle meget strenge, da synker Dødeligheden næsten til Nul. Det kan altsaa ikke benægtes, at Scarlatina staar i et simpelt Afhængighedsforhold til Vintertemperaturen, og højst sandsynligt kan lignende Forhold paavises for andre Sygdommes Vedkommende. Men for at finde saadanne Forhold maa man gaa rigtig til Værks; ved Kunstgreb kan man vel tilvejebringe Lovmæssigheder, men ikke paavise Naturens Love.

11. Forskelligartede psykiske Arbejder.

Fakta og Teori. Størrelsen af et psykisk Arbejde kan vi subjektivt nogenlunde vurdere af Størrelsen af den fornødne Opmærksomhedskoncentration. Som Selviagttagelsen lærer os, bestaar der imidlertid en væsentlig Forskel mellem de forskellige Slags psykiske Arbejder. Medens nogle psykiske Arbejder baade med Hensyn til Hastighed og Nøjagtighed er fuldstændig afhængige af Opmærksomhedsanspændelsen, idet de vokser med den, vinder andre derimod enten intet eller kun lidt ved en Koncentration af Opmærksomheden. Den første Gruppe kan vi kalde „Kraftydelse“, fordi de bestemmes ved den Energi, som anvendes dertil; den anden

Gruppe, der næsten udelukkende synes at være afhængig af den erhvervede psykofysiologiske Organisations Finhed, kan vi kalde „Præcisionsarbejder“. Til den første Gruppe hører Udenadslæren, Fastholden af givne Forestillinger, og Innervationen af vilkaarlige Muskler — om man da vil regne dette for et psykisk Arbejde. At Størrelsen, Hastigheden og som oftest ogsaa Nøjagtigheden af saadanne Arbejder vokser med Opmærksomhedsanspændelsen, er en dagligdags Erfaring, som det her ikke er nødvendigt at føre Bevis for. Ganske anderledes forholder det sig derimod med den anden Gruppe.

Til Præcisionsarbejderne regner vi Skelnen og Reproduktion af associerede Forestillingsrækker. At skelne mellem to Fornemmelser eller Forestillinger fordrer ingen særlig Opmærksomhed, idet denne Proces i Regelen er umiddelbart given med Bevidsthedstilstandene. Undertiden lykkes det ved større Anspændelse af Opmærksomheden at opdage Forskelle, som før er undgaaede os, men denne Anspændelse er meget ringe, naar da ikke særlig vanskelige Omstændigheder er til Stede; oftest gælder det kun om ikke at være uopmærksom. Der kan kun være Tale om en større Opmærksomhedskoncentration ved saadanne Arbejder, naar ydre eller indre Forstyrrelser skal hæmmes eller holdes borte; men dette angaar jo i og for sig ikke Arbejdet. Reproduktionen af indøvede Forestillingsrækker kræver heller ingen Anspændelse af Opmærksomheden. Talrækken, Alfabetet og lignende kan man fremsige fejlfrit, medens Tankerne er optagne af ganske andre Ting; ja man vilde vel endog næppe vide, hvorledes man egentlig skulde bære sig ad med at fremsige en saadan Række med Opmærksomhed. Til Reproduktionerne af indøvede Forestillingsrækker hører ogsaa hos øvede Regnere Udførelsen af simple Beregninger. Er Talrækken $7 + 5 + 8 + \dots$ given, saa reproducere Tallene $7 + 5$ umiddelbart Summen 12, denne i Forbindelse med det følgende Tal reproducere 20 o. s. v. Disse Operationer fordrer slet ingen Opmærksomhedsanspændelse; og de udføres, som Erfaringen viser, hverken hurtigere eller nøjagtigere, fordi en Anspændelse finder Sted. Det eneste, som man kan opnaa ved en større Anspændelse af Opmærksomheden, er en større subjektiv Vished om Regningens Rigtighed. Hos de fleste Mennesker, som regner motorisk, d. v. s. ved Hjælp af Talebevægelser, sker dette paa den Maade, at der ved Siden af Talebevægelserne opstaar et visuelt Skema, i hvilket de successive Summer indordnes. Idet man saaledes ser Summerne i deres rigtige Stilling til Addenderne, ved man, at Additionen er rigtig. Da disse samtidige Operationer med to forskellige Billedrækker fordrer et større Arbejde, fuldføres de naturligtvis ogsaa kun under en større Anspændelse.

Drejer det sig om Reproduktioner af ikke helt indøvede Forestillinger, f. Eks. om Beregninger, der skal udføres af uøvede Regnere, saa fordres der ogsaa en større Anspændelse. Men i dette Tilfælde foreligger der heller ikke rene Reproduktioner. Hæver Addenderne ikke straks Summerne over Bevidsthedstærskelen, maa disse Tal findes ad Omveje, hvad der f. Eks. kan opnaas ved Hjælp af det nylig omtalte visuelle Skema. Den ene Addend stilles da i Forlængelsen af den anden, og man ser paa denne Maade Summen af Skemaet. For ikke-visuelle Individets

Vedkommende kan Operationen blive meget sværere, idet f. Eks. en Addend deles i to Dele, af hvilke den ene er det dekadiske Komplement til den anden Addend, og til denne runde Sum lægges saa den anden Del. I disse og alle analoge Tilfælde drejer det sig øjensynligt om noget ganske andet end en blot og bar Reproduktion; medens nogle Forestillinger reproduceres, maa andre holdes fast, hvad der stadig kræver en særlig Koncentration af Opmærksomheden. Vi er her lige ved Grænsen af den egentlige Tænken, hvor alle disse Virksomheder: Reproduktion, Skelnen og Fastholden af Forestillinger samtidig finder Sted.

Hvad der her er anført, kan umiddelbart konstateres ved Selviagttagelse; Resultaterne er iøvrigt allerede forlængst bekræftede af LEHMANN ved Maalinger. Han fandt, at hverken Skelnen mellem givne Fornemmelser eller Forestillinger, eller Reproduktion af indøvede Forestillingsrækker fordrede saa stort Arbejde, at et samtidigt Muskelarbejde hæmmedes derved. Reproduktionen af ikke helt indøvede Forestillinger, saaledes som den forekommer ved Addition af flercifrede Tal og i endnu højere Grad ved Multiplikation, medførte altid en maalelig Hæmning af det samtidige Muskelarbejde; denne Hæmning blev desto større, jo vanskeligere Regningerne var, og naaede sit Højdepunkt, naar der blev stillet den Fordring til Forsøgspersonen, at han skulde angive Facit af Regningerne, altsaa huske de successive Resultater¹⁾. Senere paavistes det, at det særlig var Hukommelsespræstationerne, der lagde Beslag paa Arbejdet; ved Udenadslæren af en Række meningsløse Stavelser voksede Arbejdet med Kvadratet paa Antallet af Led i Rækken²⁾. Alt dette stemmer altsaa fuldstændig med de Resultater, som man kommer til ved Selviagttagelse.

Der gives dog endnu en Vej, ad hvilken vi kan komme til de samme Resultater. Dersom de psykiske Arbejder deler sig i to Grupper, der beror paa væsentlig forskellige Virksomheder, saa er det ret sandsynligt, at en Person, der er i Besiddelse af naturlige Anlæg for et Arbejde af den ene Gruppe, ogsaa vil være duelig til andre Arbejder af den samme Gruppe, medens han maaske slet ikke kan yde noget af Betydning med Hensyn til Arbejder af den anden Gruppe. Hvis man derfor undersøger et større Antal Forsøgspersoners Præstationer paa forskellige Omraader, saa vil der sandsynligvis vise sig en vis Overensstemmelse mellem de til hver Gruppe hørende Præstationer, medens Præstationerne i de to forskellige Grupper af Arbejder slet ikke stemmer overens. Dette bekræftes fuldstændigt af Erfaringen. Undersøgelser af OEHRN³⁾, SPEARMAN⁴⁾, EBBINGHAUS⁵⁾, POHLMANN⁶⁾ og KRÜGER & SPEARMAN⁷⁾ have alle ført til det samme Resultat. Arbejder, der tilsyne-

¹⁾ Die körperlichen Äusserungen psychischer Zustände. II Teil, S. 210—237.

²⁾ Elemente der Psychodynamik. S. 341—351.

³⁾ Experimentelle Studien zur Individualpsychol. Kraepelin, Psychol. Arbeiten. Bd. 1, S. 146.

⁴⁾ General Intelligence. Amer. Journ. of Psychol. Bd. 15, S. 268 o. f.

⁵⁾ Über eine neue Methode zur Prüfung geistiger Fähigkeiten. Zeitschr. für Psychol. Bd. 13, S. 429—32.

⁶⁾ Zur Lehre vom Gedächtnis. Berlin 1906. S. 51—54.

⁷⁾ Die Korrelation zwischen verschiedenen geistigen Leistungsfähigkeiten. Zeitschr. für Psychol. Bd. 44, S. 75—80, 99.

ladende er ret forskellige, som Skelnen mellem Lysintensiteter, Tonhøjder og Former (Tælning af Bogstaver), Addition af eencifrede Tal og Kombineren (Supplering af ufuldstændig Tekst) viser en høj Korrelation, paa den ene Side indbyrdes, paa den anden Side med den „almindelige Intelligens“, der til Dels fremgaar af Elevernes Rækkefølge i Klassen. Derimod viser Udenadslæren ingen Korrelation hverken med de nævnte Arbejder eller med „Intelligensen“. Herfra gives dog een Undtagelse, idet WINCH¹⁾ og til Dels ogsaa POHLMANN hos Piger har paavist en Korrelation mellem Hukommelsespræstationerne og Intelligensen. Men denne Undtagelse kan naturligvis meget vel bero derpaa, at de paagældende Pigers Intelligens hovedsagelig er bedømt af deres Præstationer paa Hukommelsens Omraade. Ser vi bort herfra, fører de omtalte Undersøgelser ligeledes til en Deling af de psykiske Arbejder i de oftere nævnte Grupper.

Denne Forskel mellem de to Slags psykiske Arbejder var vi aldeles ikke paa det rene med, da vi besluttede at bestemme Svingningerne af den psykiske Arbejdsevne ved daglige Maalinger. Vi begyndte med en Undersøgelse af Hukommelsen, men efter fire Maaneder blev den atter opgiven, fordi de praktiske Vanskeligheder var saa store, at det forventede Resultat næppe kunde svare til Ulejligheden. Idet vi gik ud fra den Betragtning, at det ikke kom an paa Arbejdets Art, foretog vi derefter en Bestemmelse af Additionshastigheden, hvilken Bestemmelse var meget lettere og bekvemmere at gennemføre. Disse forskellige Undersøgelser og Resultaterne deraf skal senere udførlig omtales; her fremhæver vi kun Hovedsagen, at de to Slags Arbejder viste helt forskelligartede Forhold overfor de meteorologiske Fænomener, hvilket jo kun er et yderligere Bevis for den Væsensforskel, der bestaar mellem dem.

Da disse Resultater i Slutningen af 1906 begyndte at skinne igennem, opstod det ret naturlige Spørgsmaal, om det ikke var muligt at udfinde de fundamentale psykofysiske Fakta, hvorpaa Forskellen mellem de to Grupper beror. Ganske haabløst syntes dette Foretagende os ikke. Betragter vi først Præcisionsarbejderne, saa giver Selviagttagelsen os et utvivlsomt Fingerpeg. Det ved første Øjekast ret overraskende Faktum, at Skelnen og Reproduktion staar i Forhold til hinanden, vil synes mindre mærkeligt, naar man betænker, hvilken Betydning Reproduktionen har for Skelneprocessen. Talrige Iagttagelser taler for, at Fornemmers Identificering og altsaa ogsaa Skelnen mellem givne Fornemmelser ikke alene beror paa Fornemmelsernes Art og Styrke, men ogsaa paa deres totale Indhold, σ : Skelnen mellem Fornemmelser muliggøres kun ved en Række psykiske Momenter, der næppe kan opløses i deres Bestanddele gennem psykologisk Analyse, men tilkendegiver deres Tilstedeværelse derved, at nu og da enkelte Momenter bliver bevidst²⁾.

¹⁾ Immediate memory in school children. Brit. Journ. of Psychol. Vol. 1. S. 127.

²⁾ Elemente der Psychodynamik S. 353—366. Den her S. 353, forekommende Bemærkning, at man hidtil i Psykologien ikke har lagt stor Vægt paa Fornemmelsernes Indhold, er for saa vidt ikke korrekt, som HØFFDING allerede i den første Udgave af sin Psykologi (København 1882) saavel som i alle følgende Oplag har anført Fakta, der gør det sandsynligt, at de saakaldte enkle Fornemmelser er ret komplicerede Forbindelser. Senere har MÜNSTERBERG (Neue Grundlegung der Psychophysik; 1890) frem-

Særlig for Sammenligningen af successive og kun i Intensitet forskellige Fornemmelser spiller Fornemmelsens Indhold sandsynligvis Hovedrollen, fordi den først optrædende Fornemmelse slet ikke længere besidder sin særlige Intensitet, naar den følgende Fornemmelse, der skal sammenlignes dermed, indtræder. Holder man i dette Tilfælde sin Opmærksomhed rettet paa den første Fornemmelse, saa bestaar der, efter at den er ophørt, en Tilstand, der vel kun kan beskrives som en yderst levende Forestilling, en Erindring om Fornemmelsen. Indtræder nu den anden Fornemmelse, saa vil enten den givne Tilstand vedvare uden væsentlig Forandring, kun meget mere levende — og da kalder man de to Fornemmelser ens — eller man føler, ofte næsten med et Chok, en Forandring af Tilstanden, og man kalder da de to Fornemmelser forskellige. Disse Tilstandsændringer, der alt efter Omstændighederne optræder mere eller mindre bestemt, er næsten altid følelsesbetonede; den bestemte Vedvaren eller Forandring af den først givne Tilstand kan være stærkt lystbetonet, medens Ubestemthed i Tilstandsændring stedse er ulystbetonet. Hvad man oplever ved bevidst „Sammenligning“ af enkelte Fornemmelser, er kun disse emotionelt farvede Tilstandsændringer tillige med den hele Tilstands sproglige Benævnelse, der uundgaelig indfinder sig.

Man kan imidlertid ogsaa, naar den første Fornemmelse er indtraadt, straks vende sin Opmærksomhed mod den sidst indtrædende. Da forsvinder Forestillingen om den første forholdsvis hurtigt, og da de to Tilstande ikke mødes i Bevidstheden, bliver Dommen subjektivt og objektivt mere usikker, hvad der giver sig til Kende derved, at Skelnedygtheden bliver ringere, Fejlspredningen større. Da der i dette Tilfælde ikke kan være Tale om nogen bevidst Sammenligning af to Tilstande, kan man være tilbøjelig til at antage en „absolut“ Dom. Men en saadan finder faktisk ikke Sted, idet Bedømmelsen af den sidst indtrædende Fornemmelse erfaringsmæssigt stedse er afhængig af den første¹⁾; „Sammenligningen“ beror altsaa i dette Tilfælde paa en fuldstændig ubevidst Proces. En vis Øvelse er sandsynligvis nødvendig, for at en ubevidst Sammenligning overhovedet kan komme i Stand. Undertiden forekommer det nemlig, at uøvede Personer erklærer sig ude af Stand til at skelne mellem to successive Pirringer, selv om Intensitetsforskellen er overordentlig stor. Man behøver da kun at instruere dem om udelukkende at henvende Opmærksomheden paa den først indtrædende Fornemmelse; da forandres Forholdet pludselig, Dommen bliver sikrere og Skelnedygtheden ikke synderlig ringere end for de fleste andre Personers Vedkommende.

Analysen af de enkle Fornemmelers Sammenligning viser altsaa, at denne Proces ligesaa vel kan forløbe ubevidst som bevidst; men selv naar man er sig den bevidst, iagttager man intet andet end en hyppig emotionelt farvet Vedvaren hævet Fornemmelsernes Indhold som den eneste mulige Forklaring af den Kendsgerning, at vi er i Stand til at sammenligne successive Fornemmelser med Hensyn til deres Intensitet (sml. især Anf. St. S. 54—55). Münsterbergs Mening, at Indholdet udelukkende hidrører fra Muskelspændinger, holder utvivlsomt ikke Stik.

¹⁾ Lehmann: Beiträge zur Psychodynamik der Gewichtempfindungen. Archiv f. Psychol. Bd. 6. S. 460—462.

eller Forandring af en given Tilstand, hvorefter Fornemmelserne bedømmes henholdsvis identiske eller forskellige. Der foreligger altsaa her en, som det synes, ganske elementær „Oplevelse“, der ikke nærmere kan bestemmes. Men den Kendsgerning, at successive Fornemmelser, kun forskellige i Intensitet, kan sammenlignes med Hensyn til deres Intensitet, gør den Antagelse meget sandsynlig, at de saakaldte enkle Fornemmelser er komplicerede Tilstande, hvis af associerede Elementer dannede Indhold ikke forandres, idet Fornemmelserne bliver Forestillinger. Jo rigere Fornemmelsernes Indhold er, jo flere Enkeltheder de rummer, desto finere bliver Skelnedygtheden, fordi de to Fornemmelser plus deres totale Indhold vanskeligere bliver fuldstændig kongruente og altsaa ikke saa let identificerede. Men er Fornemmelsernes Indhold stort, tyder det paa et stort Antal centrale Ledningsbaner, der ligeledes maa være uddannede, for at f. Eks. en Addition kan komme i Stand som simpel Reproduktionsproces. Forholdet mellem de to Virksomheder saavel som deres karakteristiske Præg som Præcisionsarbejder bliver herved forstaaeligt.

Kombinationsevnen, der efter Ebbinghaus' Metode bestemmes ved Supplerings af en ufuldstændig Tekst, bestaar, som det let kan indses, i Hovedsagen af en Samvirken af Reproduktionsvirksomheden og Skelneevnen; i ringere Grad kommer her ogsaa en Fastholden af Forestillingerne i Betragtning. Tekstens givne Ord reproducerer nemlig først andre Ord, der i Forbindelse med de givne reproducerer mere eller mindre fuldstændige Helhedsbilleder. Disse Billeder maa foreløbig holdes fast og sammenlignes indbyrdes, idet det er Forsøgspersonens Opgave at afgøre, hvilket af de forskellige Billeder der giver den største Sammenhæng og den bedste Mening. Kombinationens Forhold til de øvrige Præcisionsarbejder er altsaa let at forstaa.

Som OEHRN har paavist, staar Læsning og Skrivning i høj Korrelation f. Eks. til Addition¹⁾. Dette kan heller ikke synes besynderligt, da de centrale Processer, Skelnen og Reproduktion, spiller en ikke uvæsentlig Rolle ved disse motoriske Funktioner. Hvor dette ikke er Tilfældet, som f. Eks. ved Bestemmelse af den simple Reaktionsid, er det heller ikke at vente, at en større Korrelation til de psykiske Arbejder kan paavises, idet Muskelkontraktionernes større eller mindre Hastighed maa udøve en stor Indflydelse. Vi skal senere se, at det forholder sig saaledes.

Betragter vi nu den fra de andre Arbejder fuldstændig isolerede Udenadslæren, der gaar ud paa at fastholde givne Forestillinger, saa er den som allerede fremhævet næsten udelukkende afhængig af Opmærksomhedskoncentrationen. Det gælder ved Udenadslæren netop om, at alle fremmede Forestillinger hæmmes, og at kun de Forestillinger, der skal holdes fast, er i Bevidstheden, og dette opnaas desto fuldstændigere, jo mere Opmærksomheden fæstes paa dem. Efter Banningsteorien har Opmærksomhedskoncentrationen til Følge, at de Banninger, der finder Sted mellem de successive Forestillinger, begrænses til disse Forestillinger, og jo større

¹⁾ Sml. Krüger & Spearman, anf. St. S. 99.

altsaa den centrale Energiomsætning og følgelig Banningen er, desto lettere og hurtigere maa Forestillingsrækken blive lært udenad. Evnen til at fastholde Forestillingerne vokser altsaa med Energien af de centrale Processer, for hvis Størrelse Baningskoefficienterne giver os et relativt Maal. Paa den anden Side maa denne Evne være desto mindre, jo finere Skelnedygtigheden er, da som allerede ovenfor omtalt en finere Opfattelse af Forskel beror paa et større Antal Ledningsbaner. Men med Antallet af Baner vokser ogsaa ved Læren af nye Forestillingsrækker Muligheden for Dannelse af Siderækker, hvorved den associative Sammenknytning i høj Grad vanskeliggøres¹⁾. Det maa altsaa ventes, at Evnen til at holde en Forestillingsrække fast vokser med Baningskoefficienten, men er desto mindre, jo finere Skelnedygtigheden er.

Ekspérimental Prøve paa Teorien. Naar man vil undersøge de her omtalte Korrelationer, vil man ganske naturligt være henvist til at arbejde med Lydintensiteter. Baade hvad Lysintensiteter, Lyskvaliteter, Vægt og Tryk angaar, er Skelnedygtigheden nemlig i høj Grad afhængig af perifere Forhold, medens Skelnen mellem Tonhøjder, særlig naar man forlanger Angivelse af Forskellens Retning, er afhængig af den specielle musikalske Begavelse. Skelnen mellem Lyd af forskellig Styrke frembyder derimod for det første den Fordel, at den hos Mennesker med normal Hørelse saa vidt vides ikke forstyrres af perifere Momenter, saa at den centrale Skelneproces her fremtræder renest. For det andet er kun faa Mennesker paa dette Omraade i Besiddelse af særlig Øvelse, fordi Skelnen mellem Lydintensiteter ikke finder særlig Anvendelse i det praktiske Liv. Endelig faar man ved Bestemmelsen af Skelnedygtigheden for Lydintensiteter tillige en Værdi for Baningskoefficienten, saa at denne følgelig ikke kræver nogen speciel Undersøgelse. Føjer man hertil en Bestemmelse af Additions-hastigheden og Udenadslæren, saa kan Korrelationerne undersøges.

En saadan Undersøgelse anstilledes i November og December 1906 paa nogle Studerende, fem mandlige og to kvindelige, der just arbejdede i Laboratoriet. De Studerende svarede saa lidt som muligt til de Fordringer, der bør stilles til et saadant Forsøgsmateriale, idet deres Øvelse i forskellige Retninger var yderst forskellig. Nogle havde taget Del i psykologiske Undersøgelser, andre derimod ikke. To af Forsøgspersonerne kunde næsten kaldes professionelle Regnere, de øvrige havde kun middelmaadig Øvelse i Regning, og paa samme Maade forholdt det sig med Hensyn til Udenadslæren. Hukommelsens Modaliteter var ogsaa meget forskellige; de fleste var vel visuel-motoriske, een Person hørte derimod til den indifferente Type, en anden til den auditiv-motoriske, og en tredje var udpræget typografisk-visuel. Dersom der under disse forstyrrende Omstændigheder kan paavises Korrelationer, tør man vel antage, at de bliver endnu mere fremtrædende, naar en mere ensartet Gruppe undersøges. Forsøgene fandt Sted 2 Gange om Ugen, Kl. 1—2. I det hele blev der arbejdet otte Gange, hver Gang efter det samme Skema. Først blev en Stavelserække lært udenad, derpaa fulgte fem dels op- dels nedstigende

¹⁾ Müller und Pilzecker: Zur Lehre vom Gedächtnis. S. 134—157.

Rækker af Lydintensiteter til Bestemmelse af Forskelsopfattelsen, og saa Addition i fem Minutter. Efter en kort Pavse fulgte igen fem Rækker Lydintensiteter, og tilsidst lærtes en Stavelserække udenad. Paa to Dage blev der desuden indskudt en Bestemmelse af Reaktionstiden før og efter Additionerne. Anordningen og Resultaterne af disse forskellige Forsøg skal nu nærmere omtales.

Rækkerne, der skulde læres udenad, bestod af ti meningsløse Stavelser, der fremstilledes med Hensynstagen til alle nødvendige Forsigtighedsregler¹⁾. Rækkerne fremvistes ved Hjælp af en stor roterende Tromle; Stavelserne var skrevne paa lange Papirstrimler, der kunde udspændes paa Tromlen; de korte Bogstaver var 4 cm. høje, saa at Stavelserne bekvemt kunde læses af alle Forsøgspersonerne. Hver Stavelse var synlig i 0,75 Sek.; Intervallet mellem de enkelte Gentagelser var 3 Sek. Den første Forsøgsdag viste det sig, at ti Gentagelser af Rækken var for stort et Antal. Rækken blev derfor senere kun læst otte Gange, og et Minut efter Gennemlæsningen blev Associationsfastheden undersøgt ved Hjælp af Ordningsmetoden. Hver Forsøgsperson fik en Konvolut, der indeholdt de ti Stavelser, trykte paa smaa Sedler. Stavelserne ordnedes, og Resultatet protokolleredes for hver Forsøgsperson. Af Protokollen kunde da senere dels Antallet af rigtige Associationer, dels Antallet af Stavelser, der befandt sig paa rette Plads, sammentælles. Da den første Dags Forsøgsresultater maatte udskydes, har vi i det hele paa denne Maade prøvet 14 Rækker Stavelser. I Tab. 17 er Resultaterne for de syv Forsøgspersoner, A, B, . . . G, opførte; O er det hele Antal rigtig ordnede Stavelser, Ass. Antallet af fastholdte Associationer. Tallene for de to Rækker staar i næsten konstante Forhold til hinanden, hvad der ikke er absolut nødvendigt; man kan f. Eks. i en Række paa ti Led have syv rigtige Associationer, medens der ikke findes nogen Stavelse paa rette Plads. Summen $O + Ass.$ giver følgelig det nøjagtigste Udtryk for den opnaaede Associationsfasthed; denne Størrelse findes ogsaa i Tabellen.

Additions hastigheden bestemtes ved Hjælp af Kraepelins Regnehefte efter de fortløbende Additioners Metode. Uden at Summerne nedskreves, adderedes Rækker af eencifrede Tal indtil 100; saasart Summen 100 naaedes eller lige overskredes, satte Forsøgspersonen en Streg og noterede da det sidste Ciffer i Summen; med dette sidste Ciffer begyndtes den nye Addition. Der blev hver Dag adderet nøjagtig i 5 Min. uden Afbrydelse, i det hele 8 Gange. I Tab. 17 er i Rækken *Add.* Middeltallene af de i 5 Min. udførte Additioner anførte.

Bestemmelsen af Reaktionstiden udførte vi paa følgende Maade. Der forelagdes hver Forsøgsperson et Blad Papir, paa hvilket der var tegnet et Kvadrat, hvis Sidelinie var 5 cm.; dette Kvadrat var ved finere Linier delt i 100 smaa Kvadrater. Paa et givet Signal begyndte Forsøgspersonerne saa hurtigt som muligt med Blyant at skrive et \times i hvert af de smaa Kvadrater. Prøven varede hver Gang nøjagtig et halvt Minut. Af Antallet af Kryds kan man beregne Middeltiden, som medgaar til Skrivning af et Kryds; denne Tid t , angiven i Tusindedele Sek., findes i Tab. 17. Da Skrivning af et Kryds tillige med Bevægelsen af Blyanten til næste

¹⁾ Lehmann: Psychologische Methodik. S. 69—70.

Kvadrat fordrer tre forskellige Bevægelser, faar man af Værdierne t meget nær den enkle naturlige Reaktionslid ved Division med 3.

Skelnedygtigheden for Lydstyrke bestemtes ved Hjælp af Lehmanns Faldfonometer. For at undgaa forstyrrende Efterklang dæmpedes Zinkpladen, idet et tykt Stykke Karton, der var forsynet med Huller der, hvor Kuglerne faldt, laa løst paa Zinkpladen. Lyden blev herved mere kortvarig, og befriedes for Bilyde, hvad der lettede Sammenligningen betydeligt. Normalpaavirkningen var $r = 256$ og kom stedse foran den variable Paavirkning. Den simplificerede Konstansmetode, der udelukkende egner sig for Masseundersøgelser, anvendtes¹⁾. To Rækker af Værdier, nemlig 86, 126, 166, 206, 246, 286, 326 og 106, 146, 186, 226, 266, 306, 346, mellem hvilke der veksledes uregelmæssigt uden Forsøgspersonernes Vidende, blev systematisk gennemgaaede, dels i opstigende og dels i nedstigende Retning. Vi erholdt paa denne Maade de sædvanlige tre Spredningskurver for g -, u - og k -Domme, af hvilke, efter at Kurverne er udjævnede, Værdierne $^{1/2}(R_{II} + r_{20})$, $(r_2)w$ og $^{1/2}(r_{II} + r_2u)$ kan bestemmes. I Tab. 17 er disse tre Værdier opførte i Rækkerne R_{II} , „ r_2 af u “,

Tab. 17.

	A	B	C	D	E	F	G
R_{II}	189,5	235,3	212,3	205,0	189,2	226,8	220,2
r_2	167,2	201,3	181,0	185,6	163,2	204,0	194,7
r_2 af u	172,2	204,3	184,2	190,3	163,6	204,6	198,0
r_{II}	146,8	171,8	153,5	167,7	140,1	180,3	171,8
ρ	0,347	0,213	0,298	0,275	0,362	0,209	0,239
U	0,087	0,132	0,122	0,076	0,101	0,095	0,099
$10^5 \rho U^2$	264	371	437	165	369	188	234
Add.	526	168	198	272	295	494	230
O	115	116	136	96	135	129	124
Ass.	98	98	120	78	120	112	107
$O + Ass.$	213	214	256	174	255	241	231
t	803	866	1018	966	844	913	763

og r_{II} . Desuden forekommer endnu en Størrelse r_2 , der er afledet ved Hjælp af Baningsteorien paa følgende Maade. Ifølge Teorien har man²⁾

$$\frac{x + R_{II} + u r^v}{x + r} = K = \frac{x + r}{x + r_{II} + u \cdot r^v} \quad (5)$$

Størrelsen x er saa lille i Forhold til de i disse Maalinger forekommende Størrelser af R_{II} , r og r_{II} , at den ganske kan lades ude af Betragtning. Da man endvidere har:

$$u \cdot r^v = \rho = \frac{r - r_2}{r} \quad (6)$$

antager Lign. 5 følgende Form:

$$\frac{R_{II}}{r} + \rho = K = \frac{r}{r_{II} + \rho \cdot r} \quad (7)$$

¹⁾ Psychologische Methodik. S. 97.

²⁾ Elemente der Psychodynamik. S. 86.

Da R_{II} , r og r_{II} er bekendte Størrelser, kan ρ beregnes af Ligningen. Den saaledes fundne Værdi af ρ er ogsaa angiven i Tab. 17. Ved Hjælp af Lign. 6 kan da endvidere r_2 beregnes; disse Værdier findes ligeledes i Tab. 17. Som det ses, afviger de kun lidt fra de af u -Dommene uden teoretiske Forudsætninger afledede Værdier for r_2 og afgiver følgelig et nyt Bevis for Baningsteoriens Rigtighed. De af Lign. 6 og 7 fundne Værdier for r_2 og ρ er dog sikkert nøjagtigere end de, der umiddelbart er afledede af u -Dommene, for det første fordi R_{II} og r_{II} kan afledes med større Nøjagtighed af de paagældende Spredningskurver end r_2 , der er afhængig af Maximumpunktets altid noget usikre Beliggenhed, og for det andet, fordi et større Antal Værdier, nemlig samtlige g - og k -Domme, kommer i Betragtning ved den teoretiske Bestemmelse af r_2 . Vi lægger derfor de af Lign. 6 og 7 beregnede Værdier til Grund for vore følgende Betragtninger.

Der staar endnu tilbage at bestemme Skelnedygtheden U . Da r_2 bliver vurderet lig r og R_{II} netop mærkelig større end r , er Skelnedygtheden altsaa desto finere, jo mindre Differensen $R_{II} - r_2$ er. Følgelig er:

$$U = \frac{R_{II} - r_2}{r}. \text{ Det kan forøvrigt let bevises, at } U = K - 1. \text{ Ifølge Lign. 7 er}$$

$$\text{nemlig: } \frac{R_{II}}{r} + \rho = \frac{R_{II} + r - r_2}{r} = 1 + \frac{R_{II} - r_2}{r} = 1 + U = K.$$

Vi kan nu gaa over til Bestemmelsen af Korrelationerne, idet vi anvender den samme Fremgangsmaade, som allerede oftere har ydet os god Tjeneste. Vi afsætter altsaa f. Eks. simpelthen Additionshastigheden som Funktion af Skelnedygtheden og faar da Fig. 16, hvor de ved punkterede Linier forbundne Punkter repræsenterer Værdierne for de enkelte Forsøgspersoner. For at den Lovmæssighed, der her gør sig gældende, kan træde tydeligere frem, kan vi udjævne Værdierne. Rigtignok er Argumenterne i det foreliggende og i alle analoge Tilfælde ikke æquidistante, men dette kan ikke berede os større Vanskeligheder, da det er nødvendigt at foretage en stærk Udjævning udelukkende ved Hjælp af Differenserne af første Orden. Det er da let at anvende dividerede Differenser.

Lad Argumenterne være:

$$x_1 \quad x_2 \quad x_3$$

deres Differenser:

$$d_1 \quad d_2$$

og de tilsvarende Funktionsværdier: $y_1 \quad y_2 \quad y_3$.

Til Midten x_μ mellem x_1 og x_2 svarer Funktionsværdien $y_\mu = \frac{1}{2}(y_1 + y_2)$, og til Midten x'_μ mellem x_2 og x_3 Funktionsværdien $y'_\mu = \frac{1}{2}(y_2 + y_3)$. Men nu er Differensen $x'_\mu - x_2 = \frac{1}{2}d_2$, og Differensen $x_2 - x_\mu = \frac{1}{2}d_1$, altsaa bliver den udjævnede Funktionsværdi (y_2):

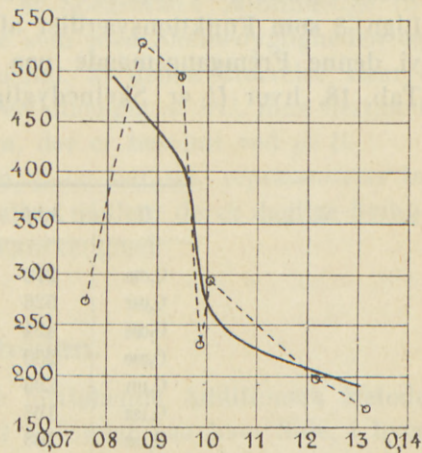


Fig. 16.

$$(y_2) = \frac{y_1 + y_2}{2} + \frac{d_1}{d_1 + d_2} \cdot \frac{y_3 - y_1}{2}. \quad (8)$$

Sættes i Lign. 8 $d_1 = d_2$, gaar denne Ligning over til Ligning 4; man kan altsaa ligesaa godt udjævne Funktionsværdier af ikke æquidistante Argumenter efter Lign. 8 som Funktionsværdier af æquidistante Argumenter efter Lign. 4. Anvender vi denne Fremgangsmaade paa Additions-hastigheden, faar vi Værdierne (*Add.*) i Tab. 18, hvor U er Skelnedygtigheden og *Add.* de maalte Værdier for Additions-

Tab. 18.

U	<i>Add.</i>	(<i>Add.</i>)	$10^5 \rho U^2$	$O + A$	($O + A$)
0,076	272	..	165	174	..
0,087	526	463	188	241	217
0,095	494	411	234	231	225
0,099	230	296	264	213	226
0,101	295	262	369	255	235
0,122	198	204	371	214	235
0,132	168	..	437	256	..

hastigheden. Værdierne (*Add.*) bestemmer den fuldtoptrukne Kurve i Fig. 16. Som det var at vente, vokser Additions-hastigheden stærkt med aftagende Værdier af U .

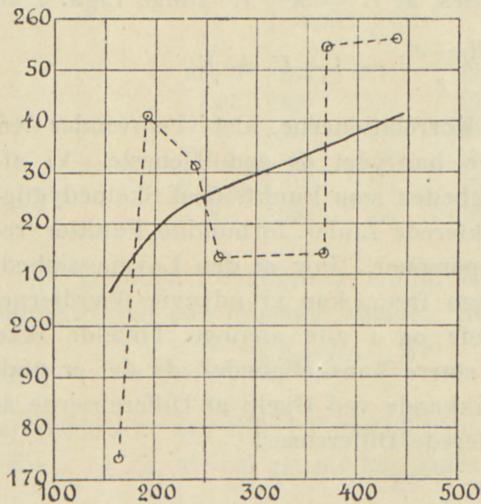


Fig. 17.

Forholdet grafisk, idet $10^5 \cdot \rho \cdot U^2$ er afsat som Abscisse og som Ordinator dels ($O + A$), der bestemmer den fuldtoptrukne Kurve, dels $O + A$. Udenadslæren vokser altsaa, som det ses, baade med ρ og med U og staar altsaa i skarp Modsætning til Additions-hastigheden, der vokser med $1/U$.

Ifølge ovenstaaende Bemærkninger (S. 188)

maa man endvidere vente, at Evnen til at lære udenad vokser med Produktet $\rho \cdot U$. Dette er vel ogsaa Tilfældet, men den vokser endnu stærkere med Produktet $\rho \cdot U^2$. Denne store Afhængighed af U er utvivlsomt kun en Tilfældighed; Antallet af vore Forsøgspersoner er saa lille, og deres individuelle Ejendommeligheder saa udprægede, at man ikke kan lægge stor Vægt paa en saadan Omstændighed. Vi haaber snart at kunne undersøge Sagen paa et større Forsøgsmateriale; men i foreliggende Tilfælde er Korrelationen til $\rho \cdot U^2$ utvivlsom. I Tab. 18 har vi for at undgaa Brøker angivet Værdierne $10^5 \cdot \rho \cdot U^2$ samt $O + A$ og de ved Hjælp af Lign. 8 udjævnede Værdier ($O + A$). Fig. 17 fremstiller

Reaktionstiden t i Tab. 17 viser en forøvrigt ikke betydelig Korrelation til Additions-hastigheden, hvilket heller ikke kan vække Forundring, da i alt Fald Flertallet af Forsøgspersonerne adderede motorisk, ved Hjælp af Taleklangbilleder. Vi vil imidlertid ikke gaa nærmere ind herpaa, da Sagen i denne Sammenhæng ikke har større Interesse. Det skal kun endnu bemærkes, at Spearman's „almindelige Intelligens“ maa vokse saavel med Baningens Styrke som med Skelnedygtigheden og altsaa er bestemt ved ρ/U . Det er derfor forstaaeligt, at denne Størrelse staar i Korrelation til Additions-hastigheden, der ligeledes er afhængig af $1/U$, men derimod opviser meget ringere Korrelation til Udenadslæren, der er bestemt ved $\rho \cdot U$.

Da Udenadslæren og Additions-hastighed, som vi nu har set, repræsenterer to forskellige Slags psykiske Arbejder, forstaas Forskellen mellem deres daglige Svingninger, der i det følgende skal undersøges, uden Vanskelighed.

12. Additions-hastigheden.

Additions-hastigheden undersøgte vi efter de fortløbende Additioners Metode (sml. ovenfor S. 189). Vore Regnehæfter havde 12 Kolonner paa hver Side, i hver Kolonne 50 eencifrede Tal. Hver Morgen adderedes 7 Kolonner, enten før eller efter Dynamometermaalingerne. Tiden, der medgik hertil, bestemte vi ved Hjælp af et Ur med Arretering; det angav Femtedele Sek. Af den saaledes fundne Tid t kan Antallet A af Additioner i 5 Min. beregnes, idet $A = \frac{105000}{t}$, naar t udtrykkes i Sek. Disse Bestemmelser paabegyndtes i Begyndelsen af Maj 1906 og fortsattes til Begyndelsen af Februar 1907; kun to Forsøgspersoner, P og L deltog i dem. Foruden de omtalte daglige Iagttagelser anstillede vi i Sommerferien 1906 en Række Maalinger for at bestemme Motionens Indflydelse paa Additions-hastigheden. Disse Forsøg blev ligesom de tilsvarende Maalinger af Muskelkraften udførte før og efter en Spadseretur paa to Timer. Ogsaa at anstille Maalinger under Spadsereturen var af praktiske Grunde ret udførligt. Vort Resultat var ganske det samme, som allerede tidligere KRAEPELIN kom til¹⁾. Additions-hastigheden formindskedes stærkt ved Spadsereturen. Saaledes erholdt f. Eks. L i Gennemsnit af 9 Forsøg 386 ± 10 Additioner pr. 5 Minutter før Spadsereturen og 375 ± 10 efter den. Disse Resultater staar altsaa i skarp Modsætning til dem, som vi fandt ved Maaling af Muskelkraften, idet denne forøgedes ved Motionen.

Endnu tydeligere træder denne Modsætning frem ved de daglige Maalinger. Det er hidtil ikke lykkedes os at paavise nogen Indvirkning af Lysstyrke og Lufttryk paa Additions-hastigheden. Antallet af Additioner pr. 5 Min. vokser bestandig, hvad vel kun kan forklares som en Følge af Øvelse, skønt begge Forsøgspersonerne, allerede før disse Maalinger paabegyndtes, var meget øvede Regnere. Sagen er alligevel forstaaeligt. Ved de almindeligt forekommende Beregninger kommer det nemlig først og fremmest an paa Nøjagtighed; den større eller mindre Hastig-

¹⁾ Geistige Arbeit. 4 Aufl. Jena 1903. S. 19.

hed er derimod en Biting. Man udfører vel derfor stedse Beregningerne saaledes, at man har en subjektiv Vished for deres Rigtighed, men dette opnaas som ovenfor forklaret kun paa Bekostning af Arbejde og Tid. Ved Maalingerne af Additions-hastigheden kan man i Begyndelsen ikke opgive denne tilvante Regnemaade, men lidt efter lidt træder Bioperationerne, ved hvilke der opnaas Vished, tilbage, de auditive eller motoriske Billeder, ved Hjælp af hvilke Additionerne udføres, forkortes, og saaledes nærmer Hastigheden sig langsomt sit Maximum. Denne Stigning af Additions-hastigheden paa Grund af Øvelse varede for vort Vedkommende næsten tre Fjerdingaar, saa at en eventuel Aftagen om Vinteren derved fuldstændig skjultes. Lige saa lidt er det lykkedes os at paavise et Forhold til Lufttrykket. I December og Januar, da Muskelkraften begynder at variere med Lufttrykket, findes for Additions-hastighedens Vedkommende endnu ikke Spor af en saadan Afhængighed, skønt der i disse Maaneder forekom meget store og varige Lufttryksforandringer.

Af de undersøgte ydre Faktorer er det kun Temperaturen, der udøver en paaviselig Indflydelse paa Additions-hastigheden; men denne Indvirkning er ogsaa meget betydelig, saa at alle Svingninger af større Bølgelængde sandsynligvis hidrører herfra. Alle saadanne Omstændigheder, der foraarsager Svingninger i Arbejdsdispositionen fra Dag til Dag, som Ernæring, den foregaaende Dags Arbejde, Søvnens o. s. v., paavirker uden Tvivl Additions-hastigheden meget stærkere, end de paavirker f. Eks. Muskelkraften, hvad der giver sig til Kende derved, at Additions-hastighedens Variationer som oftest er ret betydelige; men saa snart man udjævner disse Variationer, idet der dannes Middeltal af Maalingerne for fem og fem Dage, saa viser det sig, at de tilbageværende Svingninger næsten fuldstændig er afhængige af Temperatursvingningerne. Smaa Uregelmæssigheder, der vanskeliggør Overblikket, kan let udjævnes ved Hjælp af Lign. 4. Paa denne Maade har vi behandlet vore Maalinger saavel af Additions-hastigheden som af Soveværelsets Minimumstemperatur. Resultatet fremgaar af Fig. 18.

Figuren indeholder fire Kurver, der parvis hører sammen. De to foroven fremstiller Maalingerne for Forsøgspersonen *P*, de to forneden for Forsøgspersonen *L*. De med *T* betegnede Kurver, den øverste og den nederste, er Temperaturkurverne; de to mellemste fremstiller Additions-hastigheden. Sammenligner man de sammenhørende Kurver, ses det let, at de næsten overalt opviser modsat rettede Svingninger; naar Temperaturen synker, stiger Additions-hastigheden, og omvendt, naar den første stiger, synker den sidste. Forandringerne af de to Fænomener indtræder dog ikke altid samtidig; i Regelen begynder Additions-hastigheden først at variere, naar en Temperaturforandring en kort Tid har gjort sig gældende. Dette viser sig tydeligst derved, at de sammenhørende Kurvers Maxima og Minima er saaledes forskudt overfor hverandre, at Additions-hastighedens Maxima og Minima ofte indtræffer noget senere end Temperaturens. Utvivlsomme Undtagelser fra den Lov, at Additions-hastigheden svinger modsat Temperaturen, indtræder først omkring den 22. Dec., da Temperaturen bliver meget lav. Her synker *P*'s Temperaturkurve under 7° C, *L*'s Kurve under 10° , og fra den Tid bliver de to Kurvers

Svingninger ensrettede: Additions hastigheden synker og stiger med Temperaturen. Dette Faktum kan vel kun tydes saaledes, at vi ogsaa her har et individuelt forskelligt Temperaturoptimum, der for *P*'s Vedkommende ligger ved 7° , for *L*'s ved 10° . Additions hastigheden stiger, naar Temperaturen nærmer sig Optimum, hvad enten dette sker ovenfra eller nedenfra; den synker derimod, naar Temperaturen fjerner sig fra Optimum.

Det er endvidere et meget interessant Faktum, at Additions hastighedens Temperaturoptimum ligger meget lavere end Muskelkraftens (sml. ovenfor S. 163). Den relative Beliggenhed af disse Optima er næsten den samme hos begge Forsøgspersonerne. *P* har sine Optima for Muskelkraft og Additions hastighed henholdsvis ved 15° og 7° , *L* derimod sine henholdsvis ved $17^{\circ},5$ og 10° ; Differenserne er altsaa

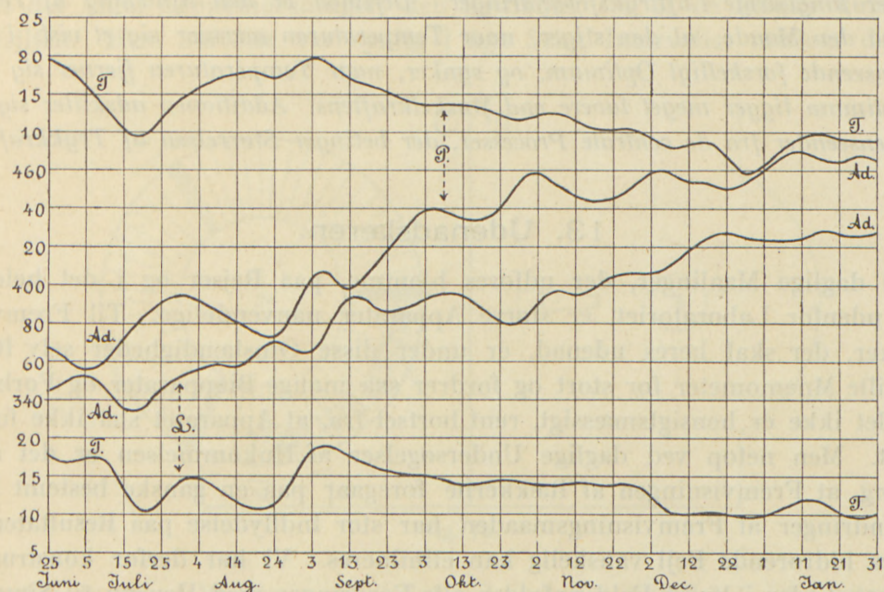


Fig. 18.

henholdsvis 8° og $7^{\circ},5$. Vi forstaar ganske vist endnu ikke, hvorfor en lavere Temperatur er meget gunstigere for Additions hastigheden end for Muskelkraften, men det kan næppe betvivles, at det forholder sig saaledes, ligesom det er ubestrideligt, at Beliggenheden af disse Optima er betinget af de paagældende Personers Konstitution.

At Temperaturen udøver en langt større Indflydelse paa Additions hastigheden end de øvrige meteorologiske Forhold, fremgaar ogsaa af Fig. 13, i hvis Afdelinger *P* og *L* 1906 Additions hastigheden under Opholdet i Højfjeldene er afsat fra Dag til Dag. Under det lave Lufttryk stiger Kurven A bestandig, ikke alene for *P*'s, men ogsaa for *L*'s Vedkommende, skønt *L*'s Muskelkraft aftager. Ved Overgangen til det højere Lufttryk viser *P* og *L* derimod et modsat Forhold. *P*'s Additions hastighed formindskes stærkt — paa Grund af den høje Temperatur i August. *L*'s

Additions-hastighed synker vel ogsaa i Begyndelsen, men da den høje Temperatur i de første Dage af September snart tager af, stiger Additions-hastigheden igen til den tidligere Højde. Hverken hos *L* eller hos *P* finder man i Additions-hastighedens Kurver den stærke Stigning, der ved Overgangen fra lavt til højt Lufttryk er saa karakteristisk for Muskelkraften. Kun den forhaandenværende højere eller lavere Temperatur gør her Udslaget. Det synes at fremgaa heraf, at Hæmoglobinmængden, der er relativ stor ved Tilbagekomsten til Havets Niveau, ikke udøver nogen Indflydelse paa Additionsarbejdet, hvilket atter stemmer med den Kendsgerning, at Additions-hastigheden viser sig uafhængig af Lysstyrken.

Resultaterne af disse Undersøgelser kan vi sammenfatte saaledes:

Additions-hastigheden paavirkes hverken af Lysstyrken eller af mindre eller større, kort- eller langvarige Lufttryksforandringer. Derimod er den afhængig af Temperaturen paa den Maade, at den stiger, naar Temperaturen nærmer sig et vist, i individuel Henseende forskelligt Optimum, og synker, naar Temperaturen fjerner sig derfra. Dette Optimum ligger meget lavere end Muskelkraftens. Additionen adskiller sig altsaa i alle Henseender fra de centrale Processer, der betinger Størrelsen af Trykkraften.

13. Udenadslæren.

Til daglige Maalinger, der udføres hjemme, paa Rejser og i det hele taget overalt udenfor Laboratoriet, er større Apparater uanvendelige. Til Fremvisning af Rækker, der skal læres udenad, er under disse Omstændigheder selv RANSCHBURG's lille Mnemometer for stort og fordrer saa mange Biapparater og Forberedelser, at det ikke er hensigtsmæssigt, rent bortset fra, at Apparatet slet ikke fungerer nøjagtigt. Men netop ved daglige Undersøgelser af Hukommelsen er det af stor Betydning, at Fremvisningen af Rækkerne foregaaer paa en ganske bestemt Maade, da Forandringer af Fremvisningsmaaden har stor Indflydelse paa Resultaterne, og de herfra hidrørende Fejl vanskelig kan elimineres. Vi har derfor konstrueret et lille Apparat, der i hvert Fald opfylder alle Fordringer med Hensyn til Simpelt, og som ogsaa ved Maalingerne har vist sig hensigtsmæssigt.

Konstruktionen fremgaaer af Fig. 19. Apparatet er simpelthen et af stærkt Karton dannet løst Bind, der kan aabnes og lukkes sammen som et Bogbind. Paa Bagsiden af den venstre Halvdel, *C*, er der fastlimet en lille Benplade; denne Plade bærer i Midten en Stilk, *s*, der gaar gennem Kartonpladen og rager omtrent 5 mm. frem. Paa denne Stilk kan Skiverne til Ranschburg's Mnemometer anbringes, som Figuren viser. Den højre Halvdel *D* har et cirkulært Udsnit ved *B* og et sektorformet ved *A*; lukkes denne Halvdel, saa at den dækker den venstre, saa ser man gennem Udsnittet *A* en af Stavelserne, der er skreven paa Skiven. Ved *K* fatter man det sammenlukkede Apparat med den højre Haand; *K* er en Strimmel Karton, der forhindrer, at Skiven klemmes fast, hvorved Drejningen af Skiven vilde blive besværligere. Tager man nu endvidere fat med venstre Haand paa den fremragende Del af Skiven ved *a* og drejer Skiven i Pilens Retning, saa kommer

Maalinger af Muskelkraften og den aflæste Barometerstand. For at faa nogenlunde overskuelige Kurver har vi efter Lign. 4 udjævnet Barometerstandene to Gange og Værdierne for Muskelkraft og Hukommelse, sidstnævnte bestemt ved $1000/G$, en Gang. Værdierne, der saaledes erholdtes, er afsatte som Ordinatorer fra Dag til Dag og bestemmer de tre Kurver: Barometerstanden *B*, Muskelkraften *M* og Hukommelsen *Ass.* Af disse Kurver fremgaar der tydelig to Fakta. For det første ser man, at Kurverne *M* og *Ass.* næsten overalt viser Overensstemmelse; hvor større Afvigelser forekommer, særlig i Januar og Februar, stemmer Hukommelsens Svingninger meget bedre overens med Lufttrykket end Muskelkraftens. For det andet ses det, at Kurven *Ass.* til Trods for den voksende Øvelse slet ikke stiger i November og

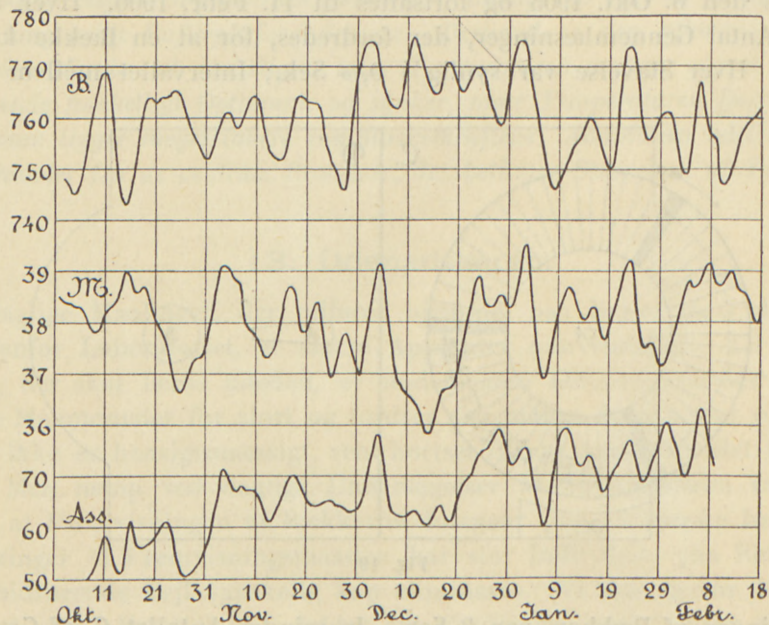


Fig. 20.

December, men kun svinger op og ned; først i Januar tiltager Hukommelsespræstationerne atter stærkt. Disse to Fakta er altsaa ganske i Overstemmelse med de Forandringer, som vi tidligere har paavist med Hensyn til Muskelkraften og maa utvivlsomt forklares paa samme Maade. Hvis man altsaa vil drage bestemte Slutninger af en saadan lille fra en enkelt Forsøgsperson hidrørende Forsøgsrække, saa er Resultatet følgende:

Hukommelsespræstationerne paavirkes af de meteorologiske Forhold paa samme Maade som Muskelkraften.

Af de talrige hidtil foreliggende Undersøgelser over Hukommelsen kan kun Lobsien's ovenfor (S. 130) omtalte Maalinger her fremdrages til Sammenligning, fordi kun han har udført ensartede Forsøg til bestemte forskellige Tider. Men da hans Maalinger kun anstilledes een Gang om Maaneden, er Værdierne afhængige

saavel af de øjeblikkelige meteorologiske Forhold som af talrige andre Tilfældigheder. For saa vidt som muligt at eliminere alle disse Tilfældigheder har vi først af Middelværdierne for de otte Skoleklasser for hver Maaned beregnet Median- eller Centralværdier efter Galton's Metode¹⁾; disse Værdier er opførte i Tab. 19 i Rækken

Tab. 19.

	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Marts	April	Maj	Juni
Ass.	518	521	559	528	618	555	612	549	642	553
(Ass.)	..	530	542	558	580	585	582	588	597	..

Ass. I Fig. 7 er de afsatte som Ordinator og forbundne ved punkterede Linier. Værdierne svinger, som det ses, op og ned fra Maaned til Maaned; der fremtræder dog en Lovmæssighed, naar Værdierne udjævnes een Gang efter Lign. 4. Vi faar da Værdierne (Ass.) i Tab. 19, der bestemmer den fuldtoptrukne Kurve Ass. i Fig. 7. Denne Kurve afviger fuldstændig fra Muskelkraftens, idet den viser Stilstand i Februar og Marts, men derimod en stærk Tilvækst i November og December. Denne Forskydning af Stilstandsperioden kan dog være en ren Tilfældighed, der kan skyldes een eneste fejlagtig Værdi. Den i Januar fundne Værdi er nemlig, som det fremgaar af Tab. 19, overordentlig stor; den overgaas kun af Værdien for Maj. Det er følgelig ikke usandsynligt, at denne Værdi for Januar er bleven saa stor paa Grund af tilfældige gunstige Omstændigheder, men dette er fuldstændig tilstrækkeligt til at hidføre en falsk Stilling af Stilstandsperioden. Havde man f. Eks. i Januar fundet 580 i Stedet for 618 — og denne Værdi vilde da blot overskrides af to andre — saa vilde den udjævnede Kurve vise en Stilstand i Nov. og Dec., men derimod en Stigning i Jan., Febr. og Marts og altsaa stemme nøje med Muskelkraftens Kurve. Da det af Værdiernes stærke Svingninger fra Maaned til Maaned fremgaar, at disse Maalinger er behæftede med store tilfældige Fejl, hvis Størrelser ikke kendes, og da een eneste fejlagtig Værdi faktisk er tilstrækkelig til fuldstændig at forandre Kurvens Form, saa kan vi altsaa ikke drage nogen Slutning af disse Maalinger.

14. Slutning.

De sidst omtalte Undersøgelser over Hukommelsen trænger sikkert i høj Grad til en nærmere Prøve. Men for at saadanne Maalinger overhovedet skal have nogen Værdi, maa de helst anstilles dagligt, i alt Fald meget hyppigere end Lobsien's Forsøg. Desuden kan der utvivlsomt ogsaa ved et hensigtsmæssigt Valg af Metoden opnaas mere indgaaende Resultater. Ved Masseundersøgelser er de erindrede Leds Metode om end ikke den eneste mulige, dog i hvert Fald den nemmeste og bekvemmeste; mindre heldigt er det dog, som LOBSIEN gjorde det, at anvende Rækker af bekendte Ord, fordi talrige Biassociationer derved paa ubekendt

¹⁾ Natural Inheritance. London 1889. S. 35—70.

Maade kan udøve Indflydelse paa Resultaterne. Efter Pohlmann's Angivelse er sandsynligvis Talrækker det bedste Materiale til saadanne Undersøgelser¹⁾. For daglige Enkeltpaalinger er enten de erindrede Leds Metode eller maaske endnu bedre Ordningemetoden at foretrække. Disse to Metoder fordrer et mindre Antal Gennemlæsninger end den ovenfor anvendte Metode med fuldstændig Udenadslæren; derved formindskes Sandsynligheden for tilfældige Forstyrrelser betydeligt, og dissers Virkninger forringes sikkert ogsaa. Ved Hjælp af en af disse Metoder vil det uden Tvivl lykkes at besvare det Spørgsmaal, om Hukommelsens daglige Svingninger stemmer fuldstændig overens med Muskelkraftens. Vi har ikke forsøgt Løsningen af dette Problem, da vi forud gik ud fra, at vore Bestemmelser af Additionshastigheden vilde give samme Resultat som Undersøgelserne af Hukommelsen (jfr. S. 185). Først efter Afslutningen af vore Forsøg er vi blevne opmærksomme paa den væsentlige Forskel mellem de to Slags psykiske Arbejder.

Det fremgaar med Sikkerhed af det foregaaende, at Størrelsen saavel af det legemlige som af det psykiske Arbejde varierer fra Dag til Dag. Endvidere har vi paavist, at disse Svingninger, hvad Muskelkraften og sandsynligvis Hukommelsespræstationerne o. l. angaar, er afhængige af Lysstyrke, Temperatur og Lufttryk, medens Svingningerne i Additionshastigheden med Sikkerhed er fundne afhængige af Temperaturen. Disse Fakta er baade i teoretisk og praktisk Henseende af Interesse. Herved er nogle af de Aarsager paapegede, der foraarsager de i lang Tid kendte Svingninger i de psykologiske Maalinger, og man vil altsaa for Fremtiden ved nøjagtige Undersøgelser kunne tage Hensyn dertil. For det andet har de den Betydning i praktisk-pædagogisk Henseende, at de viser, hvorledes Arbejdsevnen formindskes, dels til bestemte Aarstider, dels ved en vis Kombination af Forandringer i Temperatur og Lufttryk, saa at der ikke altid tør fordres de samme Præstationer af Eleverne.

¹⁾ Anf. St. S. 21—29.

INDHOLD.

	Side
Indledning.	
1. Plan for de foreliggende Undersøgelser	127 (3)
2. De meteorologiske Iagttagelser	132 (8)
3. Forholdsbestemmelsernes Metodik	136 (12)
Muskelarbejdet.	
4. Apparater og Forsøgsanordning	144 (20)
5. Indflydelse af Beskæftigelse og Øvelse paa Muskelarbejdet	148 (24)
6. Muskelkraftens Afhængighed af Lysstyrken	153 (29)
7. Muskelkraftens Afhængighed af Temperaturen	157 (33)
8. Muskelkraftens Afhængighed af Lufttrykket	165 (41)
9. Resultaterne og deres Forklaring	175 (51)
Psykisk Arbejde.	
10. Svingninger i Disposition	178 (54)
11. Forskelligartede psykiske Arbejder	182 (58)
12. Additionshastigheden	193 (69)
13. Udenadslæren	196 (72)
14. Slutning	199 (75)
