

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

789



ALFR. LEHMANN

STØRST UDBYTTE
AF LEGEMLIGT OG
AANDELIGT ARBEJDE



Første Del

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

K Ø B E N H A V N

J. F R I M O D T S F O R L A G

M C M X I X



612
15.

gl



STØRST UDBYTTE AF
LEGEMLIGT OG AANDELIGT ARBEJDE

ALFR. LEHMANN



STØRST UDBYTT
AF LEGEMLIGT OG
AANDELIGT ARBEJDE



FØRSTE DEL

MED 27 FIGURER I TEXTEN

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

J. FRIMODTS FORLAG
KØBENNAVN · MCMXIX

Copyright
by
J. Frimodts Forlag

H. H. THIELES BOGTRYKKERI. KØBENHAVN

INDHOLD

Forord.....	VII
-------------	-----

INDLEDNING

Kap. 1. Arbejde	1
- 2. Maaling af Arbejde.....	10
- 3. Det økonomiske Arbejde	27

ARBEJDETS LOVE

- 4. Muskelarbejdets Tempo.....	37
- 5. Muskernes Løftehøjde	54
- 6. Stofskiftemaalinger	65
- 7. Sjæl og Hjerne	81
- 8. Aandeligt Arbejde	102
- 9. Træthed ved aandeligt Arbejde	124
- 10. Arbejde og Hvile	141
- 11. Hviletidens Anvendelse	156

FORORD

Det Emne, som her i det følgende skal behandles, er nær beslægtet med det, der udgjorde Indholdet af vor originale Digter-Filosof Ludvig Feilbergs første og vel nok betydeligste Arbejde: „Om størst Udbytte af Sjæls-evner“. Skulde en Kender af Feilbergs Bog ved denne Overensstemmelse i Titlen forledes til at antage, at de følgende Blade skal bringe et Forsøg i fint udpenslede Stemningsmalerier i Feilbergsk Stil, vil denne Forventning blive sørgerlig skuffet. Mellem Feilbergs Arbejde og mit er der meget nær den samme Forskel som mellem Charlottenlund Skov for 50 Aar siden, da Feilberg eksperimenterede derude med Fremkaldelsen af Stemninger, og Skoven i vore Dage.

Hvad Charlottenlund er nu, veed enhver Københavner. Den er nærmest et ganske umotiveret Hul i en Villaby. En Række Gangstier og oplyste Køreveje, der ligesom ved et Tilfælde løber paa kryds og tværs mellem Træer i Stedet for mellem Huse. Baade Sommer og Vinter, paa enhver Tid af Dagen, er den fyldt af Mennesker, af hvilke de fleste haster afsted for at komme i rette Tid til Toget paa den ene Side eller naa Sporvognen paa den anden. De smukke smaa Søer og Bækken, der løb i en dyb Kløft, er udtørrede; den tætte Underskov af Bøgekrat blev fældet, da den voxede op og truede med at kvæle de gamle Ege; Anemonerne, der om Foraaret før Løvspring farvede Skovbunden hvid som Sneen om Vinteren, er forlængst revne op af et skaanselsløst Søndagspublikum — Skoven er nu saa prosaisk en Samling Træer, som man vel kan tænke sig i en Millionbys Udkant.

For halvhundrede Aar siden var alt dette anderledes. Der fandtes kun nogle faa Villaer ved Strandvejen syd for Skoven og paa den vestre Side af Jærnbanen. Skoven laa en Mil udenfor Byen, og Sporvogne fandtes ikke. Derfor var den, selv om Sommeren paa Hverdage, saa idyllisk fredelig, at man kunde vandre om derinde i timevis uden at møde et Menneske. Især den smalle, tiltraadte Fodsti, der løb langs det søndre Hegn inde i Skoven, var et højst romantisk Tilflugtssted for den, der søgte Ensomhed. Hyld og Hassel, Tjørn og vilde Roser stod her saa tæt, at man kun hist og her kunde se et Glimt af de tilgrænsende Marker; Grenene fra dette Vildnis af Buske hang saaledes ud over Stien, at man jævnlig maatte bukke sig for at komme frem, og et Par Steder var Stien overskaaret af smaa Vandløb, som man maatte balancere over paa spinkle Træstammer. Om Foraaret var her et øredøvende Kvidder af alle de Fugle, der byggede Reder i Krattet. Hen mod Bregnegaarden var der et Hul i Hegnet — det eneste Sted, hvor man kunde komme ud paa Marken. Her kom en lille Bæk sydfra og gjorde et brat Sving vestover ved Skovbrynet. Der var altid meget Vand med rask Fart i Bækken.

Som Dreng færdedes jeg tidlig og silde i Skoven om Sommeren. Da jeg en Morgen kom gaaende op langs Hegnet, saae jeg ude paa Marken en ung Mand ifærd med at arbejde nede i Bækken. Hvad han foretog sig, kunde jeg ikke se, og da jeg ikke vilde forstyrre ham, gik jeg videre. Men min Nysgerrighed drev mig tilbage til Stedet et Par Timer senere. Nede i Bækken fandt jeg den nydeligste lille Vandmølle, lavet ganske primitivt af tilskaarne Grene, men den snurrede rundt og pladskede gemytligt, drevet af det strømmende Vand. Senere saae jeg nu og da den unge Mand ved Vandmøllen. Det var Ludvig Feilberg; jeg kendte ham strax igen, da jeg nogle Aar efter traf ham paa polyteknisk Lærestalt. Og i „Størst Udbytte af Sjælsevner“ taler han om de vegetative Stemninger, der kommer frem, naar man sidder ved et Mølleværk og hører dets ensformige Klappen, eller naar man sidder længe lyttende til den ensformige Rislen af

en Kilde. I Charlottenlund har han aabenbart eksperimenteret med de vegetative Stemninger.

Feilbergs Bog er en Digters Arbejde, poetisk som den Skov, i hvilken han færdedes og tænkte. Min giver Resultatet af Videnskabens Undersøgelser, nøgtern og prosaisk som den hæslige Baggaard til en Villa, der nu ligger, hvor hans Vandmølle snurrede. Naturligt rejser sig da det Spørgsmaal: hvorledes er det muligt, at samme Emne kan behandles paa to saa forskellige Maader?

Det beror ligefrem paa, hvad man forstaar ved „størst Udbytte“. Feilberg samlede Materialet til sin Bog i Halvfjerdsjerne, i det poetiske Gennembruds Tid, og han stod Schandorph og Drachmann nær. Skønt han var ganske uenig med den nye Tids Mænd i de fleste Punkter, har de dog sikkert havt den Indflydelse, at den poetiske Stemning for ham har staaet som det største Udbytte af Sjælsevner. Hans Bog bærer Vidne derom. „Mulighedsværdien“, som han saa stærkt fremhæver paa „Flidsværdiens“ Bekostning, er netop den intellektuelt-æstetiske Nydelse, der kan vindes ved gode Indfald og stemningsfulde Drømmerier, og hele hans Forsken gaar i denne Bog ud paa at finde Betingelserne for deres Fremkomst. Om han dengang, i 1881, har været sig det klart bevidst, at hans Filosofi var en Nydelseslære, kan maaske være tvivlsomt. Senere bliver den i „Sjælelig Ringhed“ (1899) til en fuldt bevidst Levelære med stærkt religiøst Tilsnit.

Det er forstaaeligt, at en intelligent ung Mand i Halvfjerdsjerne af forrige Aarhundrede kan finde det største Udbytte af Sjælsevner i poetiske Stemninger. Nu, halvhundrede Aar senere, da en ny Samfundsordning skal bygges op paa Ruinerne af den, som Verdenskrigen har slaaet istykker, gaar det ikke an at drømme. Ikke poetiske Drømme, men prosaisk Arbejde, ikke Mulighedsværdier men Flidsværdier vil give os det største Udbytte. Der er næppe nogen, som tør paatage sig at forudsige, hvorledes det ny Samfund vil forme sig. Kun Et turde være sikkert: der vil blive Kapløb om det Arbejde, der er Brug for, og det Folk eller enkelte Menneske, som kan udføre et Arbejde

paa den mest økonomiske Maade, vil have Fordelen paa sin Side.

Paa mange Omraader er man naaet vidt i Arbejdets Økonomi. Teknikerne har konstrueret Maskiner, der muliggør Bearbejdelsen af alle Slags Materialer med meget ringe Spild af Stof og Kraft. Landmænd, Kemikere og Fysiologer har i Forening udforsket, hvorledes Jord skal dyrkes og Husdyr opdrættes med størst Udbytte. Men paa ett Punkt — tilmed det tilsyneladende nærmest liggende — er Menneskeslægten endnu langt tilbage: der ødsles til Stadighed hensynsløst med Menneskets legemlige og aandelige Kræfter. I 3. Del af sin „Educational Psychology“ giver Thorndike denne Tanke Udtryk i følgende drastiske Vendinger: „Altfor meget af Livet i Hjem og i Skole, i Industri, Forretning og Haandværk staar endnu paa lige Trin med de vilde Folks Krigsdanse. Vi behøver ikke netop at brænde et Hus af for at stege en Gris“. Paa Opdragelsens Omraade, som Thorndike særlig behandler, er man maaske endda naaet forholdsvis langt i Retning af hensigtsmæssige Arbejdsmetoder, fordi man har stræbt derefter i snart 300 Aar, fra Comenius udtalte Pædagogikens Hovedgrundsætning: „Man bør følge Naturen,“ d. v. s. Børnenes Natur. Enhver ny Undervisningsmetode tager altid Sigte paa at naa det ønskede Resultat med Anvendelsen af mindre Tid og Arbejdskraft end de tidligere fulgte Fremgangsmaader. Disse pædagogiske Bestræbelser udgør imidlertid et saa omfangsrigt og vel afgrænset Omraade, at der ikke kan være Tale om at komme ind paa det her.

I de almindelige, praktiske Virksomheder har man først i den nyeste Tid opdaget, hvor ødselt der omgaas med menneskelig Arbejdskraft. Det var i 1898, at F. W. Taylor ved Forsøg i stor Stil godtgjorde, at en Arbejder i Almindelighed ikke præsterer mere end en Trediedel af den Arbejdsydelse, som svarer til den anvendte Muskelkraft, hvorfor hans Løn maa blive ganske utilstrækkelig. Senere er der gjort talrige Forsøg af lignende Art, hvis Resultater er offentliggjorte dels i selvstændige Værker, dels i amerikanske Tidsskrifter for „anvendt Psykologi“.

Alle disse spredte Tilløb har Münsterberg samlet og sat i System i sin Bog: „Psychotechnik“ 1914. Af en Videnskabsgren af saa ny Dato kan man naturligvis ikke forlange meget, og Münsterbergs 720 Sider indeholder ogsaa adskillig mere Spekulation over, hvad der maa kunne naas, end Anvisninger til, hvorledes det skal naas.

Under Krigen har psykotekniske Undersøgelser spillet en stor Rolle, hvor det drejede sig om at udvælge de Individer, der særlig egnede sig for bestemte Virksomheder ved Fronten, i Ammunitionsfabrikerne og andetsteds. Her ved er høstet mange Erfaringer, der endnu hemmeligholdes og rimeligvis længe vil blive hemmeligholdte for at udnyttes i de fredelige Erhvervs Tjeneste og derved give de paa-gældende Nationer et Forspring for de andre. En saadan Indsigt vil kun kunne naas ved Masseundersøgelser, som alene kan iværksættes af store industrielle Institutioner eller paa en særlig dertil indrettet Statsanstalt. Oprettelsen af slige psykotekniske Statsprøveanstalter vil derfor sikkert kun være et Tidsspørgsmaal, og det vil røbe klog Forudseenhed hos en Nation, naar den gør dette itide, inden den er ifærd med at bukke under i Konkurrencen med andre.

Men Statens og Storindustriens Initiativ nytter ikke meget, hvis der ikke er en almindelig Forstaaelse af Sagens Betydning hos Folket. Særlig i et Land som vort, hvor Fabriksindustrien endnu spiller en underordnet Rolle, vil kun en ringe Del af alt det daglige Arbejde blive udført under saadanne Forhold, at det af en Arbejdsledelse lader sig sætte i System. Her gælder det, at netop den enkelte Arbejder — i Hjem og i Skole, i Kontoret og Værkstedet, i Mark og i Skov — forstaar at omgaas økonomisk med sin Arbejdskraft. Dette kræver imidlertid en vis Indsigt i Lovenæ for det legemlige og aandelige Arbejde, som hidtil kun har været tilgængelig for Fagfolk, da den ikke nogetsteds findes fremstillet samlet.

Det er denne Mangel, jeg har søgt at afhjælpe i den foreliggende lille Bog. Første Halvdel omhandler Forholdet mellem det legemlige og aandelige Arbejde og Arbejdets Love; anden Halvdel skal behandle Psykotekniken Hoved-

opgaver, særlig de hidtil foreliggende Forsøg paa ved visse Prøver at bestemme, om et Menneske er skikket til en given Virksomhed. Det turde vel være et af de bedste Midler til at undgaa Spild af Arbejdskraft: at ethvert Menneske sættes paa sin rette Plads, hvor det bedst kan gøre Fyldest.

KØBENHAVN i Jan. 1919.

ALFR. LEHMANN.

INDLEDNING

KAP. 1. ARBEJDE

DET skulde være Opgaven her at faa bestemt, hvorledes det største Udbytte af Arbejde naas, d. v. s. hvorledes Arbejde kan udføres saa økonomisk som muligt, med det mindst mulige Spild af Tid og Kraft. Denne Opgave er imidlertid langt mere indviklet, end det ved første Øjekast tager sig ud, fordi der kan spildes Tid og Kraft paa mange forskellige Maader. Inden vi med nogen Udsigt til Held kan forsøge at løse vort Hovedproblem, er der tre Spørgsmaal, vi først maa have besvaret.

For det første: Hvad forstaas ved Arbejde? Hvilke Betingelser maa være opfyldte, for at man skal kunne sige, at der udføres Arbejde? For det andet: Hvorledes kan Arbejde maales? Dette maa aabenbart kunne gøres, hvis man skal kunne overbevise sig om, at man ad een Vej faar udført mere Arbejde end ad en anden. For det tredje: Hvorledes kan man afgøre, at een Arbejdsmetode er mere økonomisk end en anden? I dette og de to følgende Kapitler skal disse Spørgsmaal søges besvarede.

Hvad nu det første Punkt angaar, er der forskellige Videnskaber, til hvilke man kan henvende sig for at faa Rede paa, hvad Arbejde er. Fysiken er vel nok den, der giver det korteste og klareste Svar

paa Spørgsmaalet. At arbejde, siger Fysikeren, er at overvinde en stadig virkende Modstand gennem en vis Vej. Jo større Modstanden er, og jo længere en Vej man overvinder den, desto større bliver Arbejdet. Det kender man fra det daglige Liv, f. Ex. naar man bærer noget op ad en Trappe. Jo mere Byrden vejer, og jo højere den skal løftes, desto større bliver Arbejdet. Det er imidlertid strax indlysende, at denne Definition kun gælder for rent fysisk Arbejde; paa aandeligt Arbejde kan den slet ikke anvendes.

Ingen vil bestride, at en Lærer, der underviser, eller en Kontormand, der fører Bøger, virkelig arbejder. I hvert Fald vil deres Overordnede meget hurtigt komme paa det Rene med, om de „driver“, d. v. s. ikke udfører saa meget Arbejde, som de burde. Altsaa de, hvem Sagen nærmest angaar, nærer ingen Tvivl om, at Undervisning, Bogføring o. s. v. er Arbejde, og at der i en vis Tid kan udrettes mer eller mindre. Men det er da kun rent billedligt, at man ved slige aandelige Arbejder kan tale om at overvinde en vis Modstand, og nogen Vejlængde, gennem hvilken Modstanden overvindes, kan man slet ikke paavise. Fysikens Definition paa Arbejde holder altsaa aldeles ikke Stik for aandeligt Arbejdes Vedkommende. Den passer ikke engang for alt legemligt Arbejde, naar vi derved forstaar Muskelarbejde udført af Mennesker.

Lad os tænke os, at vi havde nogle tusind Stykker tynde, hvide Kartonblade, og at der i Midten af hvert af disse var trykt en sort Firkant, f. Ex. 20 cm lang og 5 cm bred. Disse Firkanter skal nu skæres ud af alle Bladene, saa at alle Hullerne bliver saa nøjagtig som muligt 5×20 cm. Det maa dog nærmest henregnes til Haandværk, altsaa være legemligt Ar-

bejde. Her er virkelig ogsaa en Modstand, der skal overvindes, idet Kniven trykkes gennem Papiret, og der er ogsaa en Vejlængde, gennem hvilken Modstanden er overvunden, thi for hver Firkant, der er udskaaret, er Kniven ført 50 cm. Men selve det fysiske Arbejde er her det mindste ved Sagen. Prøver man at udføre et saadant Stykke Arbejde, vil man snart opdage, at den egenlige Vanskelighed skyldes den Nøjagtighed, hvormed Linealen skal lægges langs Linien og Kniven føres. Det kræver kun meget ringe Kraft at trykke en skarp Kniv gennem Bladet, derimod koster det ikke saa lidt Anstrengelse at stoppe Kniven nøjagtigt i hver af Firkantens Vinkelspidser, saa at Snittet ikke løber for langt. Ganske lignende Forhold har man øjensynlig ved ethvert Arbejde, der kræver Nøjagtighed, sikre Bevægelser, „Haandelag“. Naar en Urmager f. Ex. sysler med et Lommeur, er den Muskelkraft, Arbejdet kræver, aldeles forsvindende, og Arbejdets Vanskelighed kan ikke maales som en Flyttemands, der utvivlsomt voxer med Størrelsen af de løftede Byrder. Tværtimod; der kan ingen Tvivl være om, at et Ur er desto vanskeligere at have med at gøre, jo mindre det er, fordi de smaa Hjul og Skruer fordrer større Fingerfærdighed ved Behandlingen end de store.

Vi kommer saaledes til det Resultat, at Fysikens Bestemmelse af Arbejde end ikke passer paa alt af Mennesker udført legemligt Arbejde. Der er ganske vist menneskelig Virksomhed, saasom Opbæring af Byrder, Grøftegravning o. l., hvorved det udelukkende kommer an paa Muskelkraften, og som derfor kan maales som rent fysisk Arbejde. Den Art kan man kalde *Kraftpræstationer*. Men der er ogsaa legemligt Arbejde, hvorved den anvendte Muskelkraft er alde-

les forsvindende, og hvor Arbejdets Vanskelighed beror paa den Behændighed, der kræves til at udføre det med den fornødne Nøjagtighed. Den Art kan man kalde *Nøjagtigheds-* eller *Præcisionsarbejde*. Nogen skarp Grænse kan naturligvis ikke trækkes mellem de to Arter af Arbejde. Fra saadanne Haandværk som Grovsmedens, Tømrerens, Murerens og Snedkerens, hvor Muskelkraften dog endnu har nogen Betydning, er der en ganske jævn Overgang til Virksomheder som Typografens og Maskinskriverens, der næppe nok kan regnes for legemligt Arbejde.

Det rene Aandsarbejde falder imidlertid helt udenfor de hidtil omtalte Virksomheder; det er aldeles uafhængigt af Muskelbevægelser. Ganske vist maa det i Almindelighed, hvis det skal have nogen Betydning, give sig Udslag i Muskelbevægelser. Kunstneren, Videnskabsmanden eller Teknikeren maa ved Tegning eller Maling, ved Skrift eller Tale give sit aandelige Arbejde et sanseligt Udtryk, hvis han vil meddele sig til andre Mennesker. Men det er slet ikke sikkert, at han altid vil gøre det. Hvis f. Ex. en Forretningsmand har overvejet en vanskelig Situation og er kommen til det Resultat, at han foreløbig intet skal foretage sig men se Tiden an, saa er Arbejdet gjort, og ethvert ydre synligt Udtryk mangler, da han netop intet foretager. Spørgsmaalet bliver nu ligefrem: Med hvad Ret kalder vi aandeligt Arbejde for Arbejde, naar det dog synes at være væsensforskelligt fra det legemlige? Der maa dog aabenbart være et eller andet fælles for de to Arter, siden de benævnes med samme Navn.

Der synes da heller ikke at kunne være Tvivl om, hvad dette fælles er. En menneskelig Virksomhed kaldes Arbejde, saasnart den kræver Anstrengelse

eller Anspændelse, og Arbejdet regnes for at være desto større eller vanskeligere, jo større Anstrengelsen er. Ved den Art Muskelarbejde, vi ovenfor kaldte Kraftpræstationer, er dette ganske tydeligt: Anstrengelsen voxer med Størrelsen af det fysiske Arbejde, saavel med Byrdens Vægt som med den gennemløbne Vej. Men ogsaa ved Nøjagtighedsarbejdet er det let at se, at Arbejdets Størrelse eller Vanskelighed netop bedømmes efter den Anstrengelse, det kræver. Jo større Nøjagtighed der f. Ex. forlanges ved Udkæringen af de omtalte Firkanter, desto større Anspændelse medfører dette, og dermed voxer Arbejdets Vanskelighed. Paa ganske tilsvarende Maade forholder det sig med aandeligt Arbejde. For et dannet Menneske, der med Lethed læser sit Modersmaal, er Læsningen af en Morskabsbog et saa ringe Arbejde, at de fleste vel vil sige, at det slet ikke er Arbejde, men Hvile, Adspredelse. Men den samme Bog kan volde et Barn, der først nylig har lært at læse, ikke saa lidt Besvær, og netop paa Grund af Vanskeligheden bliver Læsningen et virkeligt Arbejde. Det samme gælder for andre aandelige Virksomheder, f. Ex. Regning. For den øvede Regner er Addition af encifrede Tal kun et let Arbejde, derimod vil de fleste Mennesker rimeligvis finde det saa anstrengende at multiplicere to fircifrede Tal i Hovedet, at Arbejdet bliver ganske uoverkommeligt. Overalt finder vi, at det er den paakrævede Anstrengelse, der bestemmer Arbejdets Størrelse. Vi kan derfor fastslaa: *Arbejde kaldes enhver menneskelig Virksomhed, der kræver Anstrengelse, og efter dennes Størrelse bedømmes Arbejdets Størrelse eller Vanskelighed.*

Ved denne Definition synes imidlertid en meget væsenlig Omstændighed at være overset, nemlig at

selv meget anstrengende Virksomheder i mange Tilfælde slet ikke regnes for Arbejde. Den bekendte amerikanske Humorist Mark Twain har i „Lille Toms Eventyr“ givet denne Kendsgerning et meget træffende Udtryk: „Arbejde er alt det, et Menneske er nødt til at gøre, mens „Løjer“ er alt det, et Menneske ikke er nødt til at gøre. Derfor maa det at lave kunstige Blomster som Levebrød eller at gaa i en Trædemølle nærmest kaldes Arbejde, medens det at spille Kegler eller bestige Montblanc maa henregnes under Begrebet Løjer“. Denne Sondring mellem Arbejde og Leg er imidlertid ikke blot et vittigt Indfald af en Humorist; i forskellige Videnskaber finder vi Grænserne trukne nøjagtig paa samme Maade. Socialøkonomien, der beskæftiger sig med alle de Problemer, som Arbejdets Betydning for det menneskelige Samfund stiller, giver os saaledes følgende Forklaring: „Arbejde er enhver Anvendelse af den menneskelige Arbejdskraft, aandelig eller legemlig, med den Hensigt at naa et Resultat ud over den Fornøjelse, som Arbejdet i sig selv bringer“. Ganske i Overensstemmelse hermed fastslaar Pædagogiken: „Leg er enhver Beskæftigelse, der udøves blot paa Grund af den Tilfredsstillelse, den i og for sig medfører“. Der synes saaledes at herske den skønneste Enighed om, at der er endog meget anstrengende Beskæftigelser, som ikke regnes for Arbejde.

Det er imidlertid indlysende, at den Grænse, som i disse forskellige Udtalelser trækkes mellem Arbejde og Leg eller Sport, slet ikke angaar selve Virksomheden, men kun Individets Motiver til at udøve en vis Virksomhed. At bestige Montblanc er ganske utvivlsomt en Kraftpræstation — aldeles uden Hensyn til, om Bestigningen foretages af Turister for Sportens

Skyld eller som Erhverv af de Mænd, der lever af at føre Turister til Toppen. Analoge Forhold har vi i andre Tilfælde. At undervise er et Arbejde — ogsaa hvis en rig Mand finder paa at undervise gratis, fordi det interesserer og morer ham. Et Menneskes Motiver til at udøve en vis Virksomhed kan i mange Henseender være af Betydning, men de kan blot ikke forandre selve Virksomhedens Natur. Keglespilleren, Tindebestigeren og den filantropiske Lærer bestrider heller ikke, at deres Idrætter er anstrengende, selv om de med Fornøjelse underkaster sig disse Anstrengelser. Sondringen mellem paa den ene Side Arbejde og paa den anden Side Leg og Sport faar saaledes Betydning, hvor de menneskelige Motiver skal tages med i Beregning, men disse angaar os ikke her. Vi maa derfor fastholde: *Arbejde i videste Forstand er enhver mer eller mindre anstrengende Virksomhed, ganske uden Hensyn til, hvilke Motiver et Menneske har til at udøve den.*

Efter at vi saaledes har faaet Rede paa, hvad der er det fælles for alt aandeligt og legemligt Arbejde, kunde det have sin Interesse at faa trukket en Grænse mellem de to Arter. Det er imidlertid umuligt, fordi der indgaar sjælelig Virksomhed i det meste af det, vi plejer at kalde legemligt Arbejde. Lad os som Exempel tage den tidligere omtalte Udskæring af Firkanter, hvor Linealen skal anlægges og Kniven føres nøjagtig langs Linien. Dette sker kun derved, at Muskelbevægelser udløses i Overensstemmelse med de Forestillinger om det tilsigtede Resultat, der foresvæver Arbejderen. Det er umiddelbart indlysende, at man ikke ved nogen som helst legemlig Beskæftigelse kan naa et bestemt Resultat, naar man ikke selv har en klar Forestilling om, hvad det

er, man vil. Om Arbejdet saa kræver mer eller mindre Muskelkraft, er egenlig ganske ligegyldigt. Selv Grovsmeden, der med Anvendelsen af betydelig Muskelkraft former et Stykke Jærn, er sjælelig virksom — ellers faar Stykket simpelthen ikke den rette Form.

Grænsen mellem aandeligt og legemligt Arbejde er saaledes ret vilkaarlig; i visse Tilfælde synes den mere at være vedtægtsmæssig end egenlig begrundet i Virksomhedens Natur. Det er naturligt, at f. Ex. Grovsmedens Arbejde kaldes legemligt, da Muskelvirksomheden herved spiller en væsenlig Rolle. Paa den anden Side maa en Forfatter, der søger at forme bestemte Tanker i Ord, som løselig nedskrives, siges at udføre aandeligt Arbejde, da Bevidsthedsprocesserne herved er det langt overvejende. Men den Typograf, som „sætter“ efter Forfatterens næsten ulæselige Manuskript og ligefrem af Meningen maa gætte sig til, hvad en Del af de forekommende Skrifttegn skal betyde, er virkelig ogsaa fortrinsvis sjælelig virksom, og dog betragtes hans Arbejde som Haandværk. I hvert Fald udgjorde Bogtrykkerne i ældre Tid et særligt Haandværkslav, der ligesom alle andre Lav havde sine ejendommelige Vedtægter og Cereemonier. Dette er ganske sikkert ikke noget enestaaende Tilfælde. Hvis en Mekaniker f. Ex. til Reparation har faaet et indviklet Apparat og nu skal finde den Fejl, som gør det ubrugeligt, vil hans Virksomhed ogsaa være langt mere sjælelig end legemlig. Han bliver egenlig først Haandværker, naar han har fundet Fejlen og begynder at udbedre den. Paa tilsvarende Maade vil der rimeligvis i mange Haandværk forekomme Arbejder, der med større Ret kunde kaldes aandelige end legemlige, og den dyg-

tigste Arbejder vil derfor ogsaa ofte være den intelligenteste og ikke den, der har den største Fingerfærdighed. Det er med andre Ord ganske haabløst at forsøge paa at trække en Grænse mellem legemligt og aandeligt Arbejde: Vi finder alle mulige Overgange fra rent Muskelarbejde, som i det Tilfælde hvor et Menneske sløvt gør Tjeneste som Trækdyr, og til rent Aandsarbejde, hvor Arbejdet udelukkende bestaar i anstrengende intellektuel Virksomhed. Det er altsaa kun disse rene Former, som med fuld Føje kan stilles i Modsætning til hinanden, og hvis Love vi i det følgende skal søge at udrede.

KAP. 2. MAALING AF ARBEJDE

VI er nu komne paa det rene med, hvad Arbejde er; vor næste Opgave bliver at finde et Maal for Arbejdets Størrelse. Uden et saadant Maal kan vi ikke afgøre, hvilken Fremgangsmaade der ved et Arbejde af bestemt Art giver det største Udbytte, eller hvilket Individ der er bedst skikket for dette Arbejde. For at have et bestemt Exempel at holde os til, kan vi antage, at flere Mennesker søger samme Stilling, og at den, der er dygtigst til Arbejdet, skal findes. Man kunde da tænke sig at gaa een af to Veje. Enten kunde man lade dem alle udføre et og samme Arbejde og maale den Anstrengelse, det koster dem, eller ogsaa kunde man lade dem alle anstrenge sig saa meget som muligt og maale, hvormegit Arbejde hver enkelt faar præsteret i en given Tid. Det er i Virkeligheden kun den sidste Metode, der er brugbar, fordi vi savner et praktisk Middel til at maale forskellige Menneskers Anstrengelse med et fælles Maal. Det bliver altsaa ikke selve Virksomheden, men kun dennes synlige Resultat, Arbejdsydelsen eller Udbyttet, vi maaler. I det daglige Liv betegner Ordet Arbejde imidlertid ikke blot Virksomheden, men ogsaa dens haandgribelige Resultat, og saalænge det ikke kan medføre Misforstaaelse, kan vi godt anvende denne Sprogbrug. Det er først, naar det Spørgsmaal opstaar,

om vi ved samme Arbejde under forskellige Omstændigheder kan faa forskelligt Udbytte, at vi maa sonde skarpt mellem Virksomheden og dens Resultater.

Man kan som sagt ikke maale forskellige Menneskers Anstrengelse ved et givet Arbejde med et fælles Maal, og heller ikke samme Menneskes Anstrengelser under forskellige Forhold kan med Sikkerhed bestemmes. Som vi senere skal se, kan det nok gøres ad en Omvej, men den er saa vanskelig, at den i hvert Fald ikke har nogen praktisk Betydning. Derimod kan det enkelte Menneske nok selv sammenligne sine Anstrengelser ved forskellige Arbejder og umiddelbart skønne, at den ene er større end den anden, men hvormange Gange den er større, er det umuligt at sige. Det er utvivlsomt mere anstrengende at læse Kants „Kritik der reinen Vernunft“ end en af Dickens' Romaner, men Forskellen mellem de to Anstrengelser kan ikke udtrykkes talmæssig. Tiltrods herfor har disse Skøn en saa stor praktisk Betydning, at vi maa dvæle lidt nærmere ved dem.

I Almindelighed er det kun Anstrengelser af nogenlunde ensartet Natur, som lader sig sammenligne. Det er ikke let at afgøre, hvilket Arbejde der er størst: at læse Kants Kritik eller at multiplicere to cifrede Tal i Hovedet. En Sammenligning mellem saa uensartede Virksomheder lader sig kun udføre, hvis det ene af de paagældende Arbejder helt overskrider, hvad Individet formaar at præstere. Det var en Flytte- mand, som belærte mig om, at en Sammenligning i saa Fald er mulig. Han skulde bære mine Bøger, som fyldte 10 til 12 Kasser hver paa 70 kg Vægt op paa fjerde Sal. Jeg pakkede strax Bøgerne ud og stillede dem paa Plads paa Reolerne, hvad Manden

saa paa, medens han tog sig et lille Hvil. Saa sagde han pludselig: „Med Forlov at spørge, har De læst alle de Bøger?“ Jeg søgte at forklare ham, at ikke alle Bøger skulde læses fra Ende til anden; der var noget, som hed Tidsskrifter, hvoraf man kun læste enkelte Stykker, naar man netop havde Brug for det. Men jeg turde jo nok paastaa, at jeg havde læst det meste. „Nej“, sagde Flyttemanden og rystede paa Hovedet, „saa vil jeg hellere bære dem op paa fjerde Sal“. Han havde aabenbart paa Fornemmelsen, at det oversteg hans aandelige Evner at læse alle de Bøger — og jeg vidste med Sikkerhed, at jeg ikke var istand til at bære en eneste af Bogkasserne op ad Trapperne.

Flyttemanden og jeg var altsaa ganske enige om, at vi kunde sammenligne Anstrengelserne ved et aandeligt og et legemligt Arbejde. Men aabenbart kun fordi enhver af os var klar over, at han nok kunde præstere det ene, men ikke det andet af de to Arbejder. I det praktiske Liv spiller slige Skøn øjensynlig en meget stor Rolle, fordi det i hvert Fald tildels er dem, der afgør, hvilken Levevej et Menneske vælger. Min Flyttemand har rimeligvis allerede i Skolen mærket, at han trods al Anstrengelse ikke kunde holde Maal med Kammeraterne i boglige Kunster, medens han var dem overlegen i legemlige Kræfter, og han har derfor valgt den Vej, hvor Anstrengelsen syntes ham mindst. Paa den anden Side er det jo ingenlunde ukendt, hvorledes Børn, der kun har faaet en meget tarvelig Undervisning i Skolen, dog er naat op til fremragende Stillinger, fordi de havde særlige Evner i en eller anden Retning. *Særlige Evner, Begavelse af bestemt Art, røber sig netop derved, at Individet med mindre Anstrengelse naaer videre end de, der ikke har et saadant Anlæg.*

Det er let at illustrere dette ved et Exempel. I Fig. 1 — 4 er gengivet Tegninger af fire forskellige Børn fra samme Skole og alle i en Alder af 13 Aar. Børnene er underviste af samme Lærer og har vel ogsaa anvendt omtrent samme Tid paa at tegne, men Resultaterne er rigtignok blevne højst forskellige. Alle Tegningerne er udførte i Skolestuen, altsaa uden nogen Model for Øje, ud af Hukommelsen. Fig. 1, 2 og 3 er især lette at sammenligne, fordi de behandler samme Emne, Børnenes Beskæftigelse paa Legepladsen. Medens de to første kun er ret raa Kradserier, hvor finere Enkeltheder mangler, og de menneskelige Figurer er stive og kantede i Bevægelserne, har den lille Kunstnerinde, som har udført Fig. 3, aabenbart langt tydeligere Erindringer om Ansigtsudtryk og de rette Forhold i Legemsbygningen. Næsten paa Højde med hende staar Ophavsmanden til Hønsegaarden i Fig. 4. Han kender Forskellen paa en Hane og en Høne, og det morer ham at fremstille den i Dyrenes Form og Holdning. Det er dog aabenbart, at disse to Børn ikke ganske ensidig har lagt Mærke til visse enkelte Ting, som de derfor formaar at gengive. Ogsaa de underordnede Dele i Tegningen, Stafagen, har de tydelige Erindringer om; man ser det bedst ved at sammenligne deres omhyggeligt udarbejdede Træer med de Krudseduller, der er Børns sædvanlige Signaturer for Trækroner og i Fig. 1 og 2 ogsaa er benyttede paa denne Maade. Overlegenheden hos de to af disse Børn røber sig da netop derved, at de med samme — eller maaske endog mindre Anstrengelse — er istand til at præstere meget bedre Arbejde.

I Almindelighed tør man nok gaa ud fra, at det for et Menneske er personlig mere tilfredsstillende



Fig. 1.

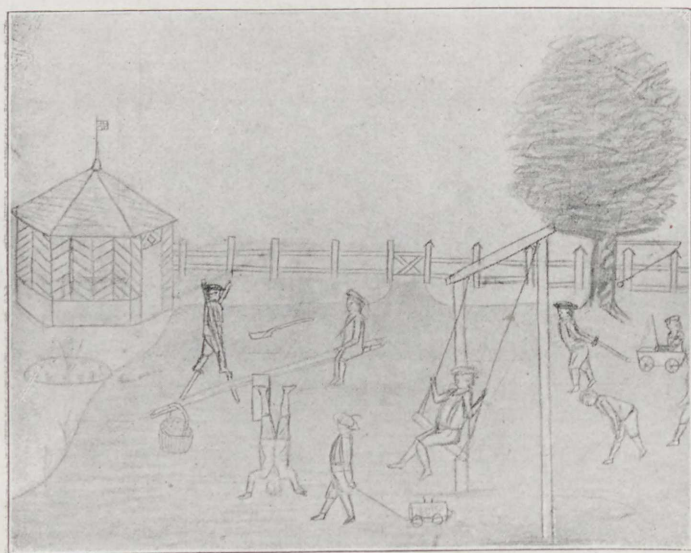


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

at yde godt Arbejde med ringe Anstrengelse end slet Arbejde med stor Anstrengelse. Derfor vil enhver naturligt søge den Beskæftigelse, for hvilken han har Anlæg, saa at han kan udføre Arbejdet med ikke altfor stor Anstrengelse. Kan Individet kun med den største Anspændelse af sine Kræfter opfylde de Krav, der stilles i et eller andet Fag, vil Arbejdet i Længden blive altfor utilfredsstillende. *Det bliver saaledes den overvældende Anstrengelse og den dermed forbundne Ulyst som sikrer Samfundet mod, at Mennesker kommer ind i Stillinger, hvor de aldeles ikke kan gøre Fyldest.* Men deraf følger nu ingeniunde, at et Individ vil havne netop ved det Arbejde, hvortil han egner sig bedst. Det er en væsenlig Mangel ved Samfundets nuværende Ordning, at der gøres saa overordenlig lidt for at bestemme, hvad det enkelte Individ er bedst skikket til. Naar Mennesker ikke netop har ganske udprægede Anlæg i bestemt Retning — og det er vel de færreste, for hvem dette gælder — er det ofte ret tilfældigt, hvilken Beskæftigelse de kommer ind i. Følgen deraf bliver ligefrem, at de fleste ikke driver det videre end til at yde middelmaadigt Arbejde, hvilket i Længden hverken tilfredsstiller dem selv eller andre. Det vil derfor bidrage ikke saa lidt til Forebyggelse af den hyppige Utilfredshed med Tilværelsen, naar man paa Forhaand kan afgøre, om et givet Individ har eller ikke har Anlæg for en bestemt Virksomhed. I det følgende skal der blandt andet gøres Rede for, hvorledes man kan undersøge dette. Hertil kræves imidlertid først og fremmest, at vi kan faa et Maal for, hvad forskellige Individer kan præstere.

Da vi nu, som alt sagt, ikke kan maale de forskellige Menneskers Anstrengelser, har vi kun den

Udvej at maale, hvor meget Arbejde af bestemt Art de kan faa udført i en given Tid, naar de anstrenge sig saa meget som muligt. At de virkelig vil anstrenge sig det mest mulige, har vi naturligvis ingen Sikkerhed for. Men naar de Paagældende f. Ex. konkurrerer om en ledig Plads, kan man vel nok gaa ud fra, at enhver ved Prøven vil gøre sit bedste. I hvert Fald vil den, der under saadanne Forhold ikke gider anstrenge sig, næppe heller gøre det til daglig, saa ham er man ikke tjent med. Og selv om den enkeltes personlige Interesser ikke staar paa Spil, hvilket f. Ex. vil være Tilfældet, hvis Prøverne anstilles blot som videnskabelige Experimenter, kan man saa godt som altid gøre Regning paa, at Kappelysten vil drive Deltagerne til at udfolde de største Anstrengelser. Man faar da virkelig det mest mulige præsteret. 

Naar man efter en eller anden Prøve gør op, hvad de enkelte Deltagere har udrettet i en vis Tid, faar man et Maal for, hvad man kunde kalde deres Arbejdsevne. Ved en Maskines Arbejdsevne forstaar man nemlig den i en Tidsenhed, f. Ex. et Minut, udførte Mængde Arbejde. Dette Udtryk kunde naturligvis ogsaa godt anvendes om Mennesker, men i det daglige Liv bruger vi om dette Forhold en anden Betegnelse, nemlig *Dygtighed*. Jo mere Arbejde af bestemt Art et Individ kan yde i en vis Tid, desto dygtigere siges han at være til det Arbejde. Derimod betyder *Arbejdsevne*, anvendt om Mennesker, nærmest det samme som Udholdenhed; et Menneske har desto større Arbejdsevne, jo længere Tid han kan udholde at fortsætte sit Arbejde. Da Sproget nu engang gør denne Sondring, vil vi rette os derefter, saa meget mere som vi aabenbart har Brug for begge disse Udtryk, der betegner forskellige Forhold.

Det er nemlig indlysende, at den, der er dygtigst til et Arbejde, ikke netop behøver tillige at være den mest udholdende, at have størst Arbejdsevne.

I det praktiske Liv synes det især at komme an paa Dygtigheden, medens Arbejdsevnen har mindre Betydning, naar den da ikke bliver alt for ringe. En Forretning er ikke tjent med at have en Funktionær, der kan arbejde i 16 Timer, hvis hans Arbejde ikke duer. Kan en anden arbejde godt blot de 8 Timer, man har Brug for ham, er han aabenbart langt at foretrække. Ja, selv om et Menneskes Arbejdsevne er saa ringe, at den ikke slaar til overfor et foreliggende Arbejde, vil virkelig Dygtighed dog fuldt ud kunne opveje denne Mangel. En fornuftig Chef afskediger ikke en dygtig Funktionær, fordi Arbejdet voxer ham over Hovedet; man giver ham hellere den fornødne Bistand. Det er saaledes, i hver Fald som oftest, Dygtigheden det kommer an paa.

Ved Bestemmelsen af forskellige Menneskers Dygtighed til et vist Arbejde kan der indtræffe to væsenlig forskellige Tilfælde. Arbejdet kan enten være af den Art, at det kun kommer an paa Mængden, Kvantiteten, eller ogsaa er Mængden af ganske underordnet Betydning, og det drejer sig udelukkende om Arbejdets Beskaffenhed, Kvalitet. Ikke saa sjældent kan der endog bliver Tale om at tage Hensyn til begge disse Momenter. Vi maa nu gaa nærmere ind paa, hvorledes man i hvert af disse Tilfælde kan sammenligne de udførte Arbejder.

Den Opgave, vi har stillet os, maa ifølge Sagens Natur i visse Tilfælde være uløselig, nemlig naar vi har at gøre med Enkeltpræstationer, for hvilke en fælles Maalestok ikke findes. Hvor Masseproduktion er udelukket, saaledes ved al videnskabelig og tek-

nisk-videnskabelig, ved kunstnerisk eller kunstindustriel Produktion, maa Arbejdets Art, Kvalitet være det ene afgørende. En Kunstners Anseelse bestemmes ikke ved det Antal Malerier, han aarlig kan udstille, men ved det enkelte Billedes æstetiske Værd. Kan en Opfinder konstruere f. Ex. en Flyvemaskine, der hurtigere og sikrere end alle andre, vurderes hans Genialitet efter Opfindelsens tekniske Fortrin og ikke efter den Tid, han har været om den. Har en Bogbinder f. Ex. gjort det til Speciale at fremstille særlig fine Bogbind, bedømmes hans Dygtighed ikke efter, hvormange han kan lave om Aaret, thi det vil som oftest være afhængigt af Forhold, han ikke selv raader over, men efter den Smag, hvormed hvert enkelt er udført. Kvaliteten kommer saaledes udelukkende i Betragtning ved Arbejder, der kræver et særligt Talent, og her vil en Sammenligning som oftest være udelukket.

Først er det indlysende, at Arbejder af helt forskellig Art, som ingen Lighedspunkter har, ikke kan sammenlignes. Det er umuligt at afgøre, om en sindrig Opfindelse eller et smagfuldt Bogbind vidner om størst Dygtighed; der er intet fælles Maal for saa forskellige Præstationer. Dernæst vil en Sammenligning af Arbejder af ensartet Natur være om end ikke umulig saa dog meget vanskelig, naar der ingen fast Maalestok kan findes. Det gælder i alle saadanne Tilfælde, hvor Arbejdets Værd er afhængig af, om det falder i Folks Smag eller er til Gavn for Samfundet. De store Kunstnere tiltaler ikke altid deres Samtid, men vurderes maaske saa meget højere af Efterverdenen. Ogsaa Opfindelser har sin Tid. Særlig virksomme Midler til at foranstalte Masse mord en gros har i nogle Aar været stærkt efterspurgt;

der kommer forhaabenlig snart den Tid, hvor man ikke har Brug for dem, og deres Værd følgelig er meget ringe. *Der kan altsaa ikke ret vel være Tale om Sammenligning af kunstnerisk og videnskabelig Produktion i videste Forstand, fordi der enten intet fælles Maal findes, eller Maalestoken forandrer sig i Tidens Løb.* Alle den Art Tilfælde maa vi derfor lade ude af Betragtning.

Der gives imidlertid andre Tilfælde, hvor ligeledes Kvaliteten af Arbejdet er det afgørende, men hvor ikke desto mindre en Sammenligning mellem flere Menneskers Præstationer er mulig. Det er velbekendt fra Skolestile og Examensopgaver, hvor det i Almindelighed ikke kommer an paa Mængden af Arbejdet, men paa dets Beskaffenhed, Rigtighed. Har en Klasse f. Ex. leveret en Oversættelse af et bestemt Stykke, maales det enkelte Barns Arbejde ligefrem med den fuldstændig rigtige Oversættelse som Maalestok, og jo større Afvigelsen herfra er, jo flere Fejl der med andre Ord findes i den enkelte Stil, desto ringere er den. Det er det samme Princip, vi anvendte tidligere ved Sammenligning af Figurerne 1—4. Ganske vist kan den, der ikke selv kan tegne bedre, heller ikke paavise og optælle de enkelte Fejl i disse Tegninger. Men ethvert Menneske kan dog rimeligvis se, at de to af disse Tegninger kommer Virkeligheden nærmere, ligner bedre end de to andre, og derefter bedømmer vi ganske umiddelbart Børnenes Dygtighed. Ogsaa ved industrielle og haandværksmæssige Frembringelser kan der ofte være Brug for en nøjagtig Bedømmelse, en Udmaaling af ensartede Produkters Kvalitet; det sker f. Ex. paa Udstillinger. Naar de sagkyndige Dommere, hver paa sit Omraade, skal sammenligne og bedømme Udstillingsgenstandene, har de næppe

anden Vej at gaa end at tælle Fejlene, Afvigelserne fra det fuldkomne Produkt. Dette bliver aabenbart den for alle slige Tilfælde fælles Metode: *Udmaaling af ensartede Arbejders Kvalitet kan gennemføres ved en Optælling af Fejlene, af Afvigelserne fra Fuldkommenheden, og jo flere Fejl der findes i det enkelte Arbejde, desto ringere er det.*

Principet er saaledes klart nok; en ganske anden Sag er det, at det i Praxis ofte kan være vanskeligt at afgøre, hvad der skal regnes for Fejl. Og da ikke alle Fejl er lige grove, maa der opstilles en ofte ret vilkaarlig Skala over de forskellige Fejls Vægt. Saaledes gaar som bekendt enhver Lærer tilværks, naar han retter Stil; en tilfældig Skrivefejl er ikke saa slem som en Stavefejl, og den har atter mindre Vægt end en grammatikalsk Bommert. Lignende vilkaarlige Skalaer anvendes ogsaa i andre Tilfælde, f. Ex. ved de stadig forekommende Sammenligninger mellem forskellige Mejeriers Smør. Ved første Øjekast kunde det maaske nok se ud, som om der aldeles ikke kunde blive Tale om en Maaling ved Hjælp af saadanne vilkaarlige Skalaer, fastsatte ved menneskelige Skøn. Det er dog let ved et Exempel at vise, hvad Maalestokkens Tal betyder, og hvilken Betydning man ikke maa tillægge dem. Lad os antage, at vi havde en Meter, delt ikke i 100 cm men i 100 ret vilkaarlige Stykker, af hvilke nogle maaske kun var et Par Millimeter, medens andre derimod var flere Centimeter. Maaler vi med denne Maalestok to Længder og finder den ene 70 og den anden 35, saa er det indlysende, at den første er længere end den sidste. Thi mellem 35 og 70 ligger dog 35 Inddelinger, selv om disse maaske allesammen er meget smaa. Derimod tør man ikke paastaa, at den paa 70 er

dobbelt saa lang som den paa 35; det kan den tilfældigvis blive, men vi veed det ikke, hvis Inddelingerne ikke er lige store. Det er aabenbart en saadan Maalestok med ulige store Inddelinger man laver, naar man tillægger forskellige Fejl ulige stor og vilkaarlig Vægt; Maalestoken er unøjagtig men brugbar, naar man blot ikke tillægger Talværdierne større Betydning, end de har. *Ved Anvendelsen af en unøjagtig Maalestok kan man nok ordne de maalte Størrelser i en Trinrække, men man kan ikke angive den virkelige Forskel mellem dem.*

Ulige nemmere er naturligvis en Maaling af Arbejdet, hvor det kun er Mængden, det kommer an paa. Det kan forekomme baade ved legemligt og aandeligt Arbejde. Haandværk og Industri fremstiller ofte Masseartikler, paa hvis nøjagtige Udførelse der ikke ligger stor Vægt, fordi de ikke skal holde mere end en begrænset Tid; som Exempel i den Retning kan nævnes Tændstikæsker. De tynde Træspaaner, hvoraf de laves, tilvirkes naturligvis paa Maskine, men de foldes sammen og beklæbes med Papir i Haanden. Om en Æske bliver lidt mere eller mindre skæv, er ret ligegyldigt. Arbejdets Kvalitet kommer det ikke an paa, og et Menneskes Dygtighed til den Art Arbejde er da udelukkende afhængig af, hvor mange Æsker der laves i Timen. I andre Tilfælde skal Arbejdet ganske vist være ordenlig udført, men da det saa godt som fuldstændig fremstilles paa Maskine, er Udførelsens ensartede Beskaffenhed derved sikret. Arbejderens Dygtighed bliver saa kun bestemt ved, hvor hurtig han kan passe sin Maskine. Saaledes er Forholdet ved de fleste af de Manufakturvarer, der kan købes fix og færdige i Stormagasinerne. De er naturligvis maskin-

syede, og da Syersken lønnes med en bestemt Betaling pr. Stk., kan hendes Dygtighed ligefrem maales ved den Mængde, hun kan faa færdig om Dagen.

Ved aandeligt Arbejde stiller Sagen sig lidt anderledes. Her kan der, saa vidt jeg kan se, aldrig blive tale om at nøjes med Arbejde udført efter Principet: „slet, men billigt“. Hvis aandeligt Arbejde ikke er fuldstændig eller meget nær fejlfrit, er det ubrugeligt. Videnskabelig og kunstnerisk Produktion ser vi bort fra; for slige Enkeltpræstationer har vi som allerede omtalt ingen Maalestok. Men om den Art aandeligt Arbejde, der spiller en Rolle i det praktiske Liv, gælder det, at det maa være fejlfrit. Hvad kan det f. Eks. nytte, at en Kontormand kan addere Talrækker meget hurtigere end en anden, hvis hans Resultater hyppigt er gale? Saa er han aabenbart ubrugelig. En Typograf, Maskinskriver eller Konstruktor skal ogsaa levere fejlfrit Arbejde; hvis han sætter, skriver eller tegner galt, maa han rette Fejlen. Der forekommer vel nok Tilfælde, hvor Fordringerne ikke er saa strenge, men det er vist udelukkende ved Arbejde, hvor Rigtigheden maa afgøres ved Skøn, f. Ex. ved Korrespondance og i det hele taget ved skriftlige Udarbejdelser i praktiske Øjemed. Da en og samme Tanke i et givet Sprog i Almindelighed kan udtrykkes paa forskellig Maade, bliver det en Skønssag, om det valgte Udtryk er det bedst mulige. Derfor faar det passere, hvis det blot kan forstaas. Desværre faar det herhjemme ogsaa Lov til at passere, selv om det ikke kan forstaas. Hvad Handelsfolk og offentlige Kontorer præsterer i den Retning, trodser enhver Beskrivelse.

Der er en lille Anekdote, som viser, hvor stor

Vægt der i det praktiske Liv lægges paa fejlfrit Arbejde i visse Retninger. En bekendt Forretningsmand skulde have en ny Kontorist, og for at prøve Ansøgerne stillede han til dem alle det samme Spørgsmaal: hvad de vilde gøre, hvis de var komne til at skrive fejl i Hovedbogen. Den ene foreslog et, den anden et andet. Men En svarede, at han slet ikke forstod Spørgsmaalet, thi man kunde da ikke komme til at skrive fejl i en Hovedbog. Han fik strax Pladsen.

Vi maa altsaa gaa ud fra, at aandeligt Arbejde i det praktiske Liv skal være saa at sige fejlfrit. En Arbejders Dygtighed bestemmes da ligefrem ved, hvormeget fejlfrit Arbejde han kan præstere i en vis Tid; det kan i Almindelighed let tælles eller maales. Ved experimentale Undersøgelser, som i stor Udstrækning anstilles i de psykologiske Laboratorier til Bestemmelse af Øvelsens, Træthedens og andre Omstændigheders Indflydelse paa Arbejdet, vælger man derfor altid saadanne Virksomheder, hvis Resultat ligefrem lader sig maale ved Arbejdsydelsens Størrelse. Man lader sine Forsøgspersoner addere Talrækker, udføre større eller mindre Multiplikationer i Hovedet, lære Ramser af forskellig Længde udenad o. l. I det Antal Opgaver, der kan løses i en given Tid, eller i den Tid, der medgaar til Løsning af en bestemt Opgave, har man da et nøjagtigt Maal for Arbejdsydelsen. I det følgende vil vi faa rig Lejlighed til at se Exempler paa den Art Undersøgelser.

Uheldigvis er Mennesker ikke fuldkomne, hvilket med andre Ord vil sige, at end ikke den største Dygtighed udelukker Muligheden for, at der lejlighedsvis kan begaa Fejl. Men saasnart Arbejdet ikke er fejlfrit, gaar det ikke an ved Sammenligningen at

tage Hensyn alene til Arbejdsmængden. Det er let at paaavise dette ved et bestemt Exempel. Det skal afgøres, hvilken af to Maskinskrivere der er den dygtigste. Den ene har i en vis Tid skrevet 450 Bogstaver med 1 Fejl, den anden har i samme Tid skrevet 500 Bogstaver med 5 Fejl. Tog man aldeles ikke Hensyn til Fejlantallet, kunde en ganske uøvet maa-ske gaa af med Sejren, hvis han kunde bringe 600 Bogstaver paa Papiret, hvoraf rigtignok de 500 var gale. Slige Muligheder maa udelukkes, hvilket kun kan gøres, naar man forlanger fejlfrit Arbejde. Der maa med andre Ord for hver Fejl gøres et bestemt Fradrag i det faktisk skrevne Antal Bogstaver. Et saadant Fradrag kan — og maa i mange Tilfælde — fastslaas ret vilkaarligt. Man kan f. Ex. vedtage, at der for hver Fejl trækkes 10 fra det skrevne Antal Bogstaver; i saa Fald lønner det sig aabenbart ikke at jage saa stærkt paa, at der indløber for mange Fejl. I det her valgte Exempel kunde man gaa den Vej, at man lod Skriverne rette de begaaede Fejl paa Maskinen og maalte den dertil medgaaede Tid. Derefter kunde man nemt regne sig til, hvormeget fejlfrit Arbejde de kunde præstere i den til Skrivingen givne Tid, og man vilde da have et nøjagtigt Maal for deres Dygtighed.

Som oftest er der imidlertid ingen anden Mulighed end at indføre en vilkaarlig Korrektion for begaaede Fejl. Prøver man f. Ex. en Del Menneskers Færdighed i Addition, kan man maale den Tid, de bruger til at addere en vis Række Tal, og tælle Fejlene i Resultaterne. Da man ved at regne langsommere kan sikre sig mod Fejl, er det ganske i sin Orden, at der for hver begaaet Fejl lægges et vist Antal Sekunder til den medgaaede Tid. Men denne

Korrektion maa fastslaaes vilkaarlig, fordi det er umuligt at sige, hvormeget langsommere man maatte have regnet for at undgaa Fejlene; rimeligvis er dette endog forskelligt for hvert enkelt Menneske. Desværre bliver Maalestoken ikke længere helt nøjagtig, naar vi saaledes indfører vilkaarlige Rettelser; hvad der ovenfor blev sagt om Maaling af Arbejdets Kvalitet ved de begaaede Fejl, gælder ogsaa, naar man foruden Arbejdsmængden skal tage Kvaliteten i Betragtning. Men derved er intet at gøre; vi har ingen anden Vej at gaa. At Maalestoken alligevel kan bruges, naar man blot ikke tillægger den større Betydning, end den faktisk har, blev ogsaa tidligere paavist. Som Resultat kan vi altsaa fastslaa: *Naar der forlanges fejlfrit Arbejde, maa der ved Maaling af Arbejdet ikke blot tages Hensyn til Mængden men ogsaa til Kvaliteten, idet der for begaaede Fejl indføres en Korrektion, et Fradrag i Arbejdsmængden. Hvis denne Korrektion fastsættes vilkaarlig, bliver Maalestoken unøjagtig, saa at kun Rækkefølgen, men ikke den virkelige Forskel mellem de maalte Størrelser kan angives.*

KAP. 3. DET ØKONOMISKE ARBEJDE.

DET meste Arbejde, aandeligt saavel som legemligt, kan udføres paa forskellig Maade. Men ikke enhver Arbejdsmaade er lige hensigtsmæssig; tager man upraktisk paa Tingene, faar man vel nok Arbejdet udført, men man kan spille en Mængde Tid og maa anstrenge sig for meget. Det gælder imidlertid om at holde Hus, at økonomisere med Tid og Kraft, ti hvad der er brugt, kommer ikke igen. Man søger følgelig at faa det størst mulige Udbytte i saa kort en Tid og med saa ringe en Anstrengelse som muligt. Eller med andre Ord: *Den mest økonomiske Arbejdsmaade er den, der i en given Tid giver det største Udbytte med den mindst mulige Anstrengelse.*

Lad os nu først ved nogle bestemte Tilfælde overbevise os om, at selv ganske enkle Arbejder virkelig kan udføres paa forskellig Maade. Som Exempel i denne Retning kan vi tage den tidligere omtalte Udskæring af Firkanter. Vi har liggende for os en Stabel Kartonblade, hvor de paatrykte Firkanter skal udskæres med stor Nøjagtighed. To Fremgangsmaader er her mulige. Den ene er den, at vi gør hvert Blad færdig for sig. Dertil kræves, at vi bringer et Blad under Linealen, udfører Snittet, drejer Bladet, gør det næste Snit og saaledes videre, til alle fire Snit er udførte, hvorefter Bladet lægges til Side og et nyt bringes i Stilling. Ved den anden Fremgangsmaade gør

vi kun ett Snit i det første Blad, skyder det til Side, bringer det næste under Linealen og saaledes videre, indtil alle Blade har faaet samme Snit. Saa drejes hele Stablen, for at den kan ligge bekvemt for det næste Snit, hvorefter dette udføres suksessivt i alle Bladene osv. Dette Exempel har den store Fordel fremfor de fleste andre, at vi slet ikke behøver at tage Hensyn til Anstrengelsen. Den er for det første meget ringe, og da den for det andet kun gør sig gældende ved den nøjagtige Udførelse af Snittene, som bliver ens i begge Tilfælde, kan vi helt lade den ude af Betragtning. Spørgsmaalet er saaledes kun, hvilken af de to Metoder der kræver de færreste eller mindste Bevægelser og derfor gør det muligt at arbejde hurtigst. Forskellen er nu ikke stor, men efter min Erfaring er det hurtigere at dreje Bladet, naar det først er under Linealen, end at lægge det til Side og tage et nyt. Det er altsaa virkelig den mest økonomiske Metode at gøre hvert Blad færdig for sig. Ved mere sammensatte Virksomheder bliver der naturligvis flere Fremgangsmaader at vælge imellem, og i saa Fald kan den intelligente Arbejder faa et betydeligt Forspring fremfor den mindre tænksomme, idet han ved at prøve sig frem efterhaanden kan finde den hurtigste og derfor mest økonomiske Arbejdsmaade.

I det omtalte Exempel kunde vi lade Anstrengelsen ude af Betragtning; i andre Tilfælde spiller den derimod Hovedrollen. Dette gælder saaledes ved alt Arbejde med uhensigtsmæssige Redskaber. Naar man f. Ex. hugger Brænde, bliver Øxen efterhaanden sløv. At kløve Brænde med en sløv Øxe koster imidlertid en uforholdsmæssig stor Anstrengelse, saa at man hurtig bliver træt, og saa synker Arbejds-

mængden meget betydeligt. Derfor er det ubetinget fordelagtigt at slibe Øxen, saasnart man mærker, at den ikke bider. Ganske vist tager Slibningen Tid, og saa længe faar man intet Brænde hugget, men den spildte Tid indvindes snart igen, fordi man med det skarpe Redskab kan udrette forholdsvis mere med ringe Anstrengelse. Talrige Erfaringer fra det daglige Liv viser, at stor Anstrengelse kun kan udholdes en meget kort Tid. Derfor vil det ved Arbejder af længere Varighed altid være mest økonomisk at indrette sig saaledes, at Anstrengelsen ikke bliver for stor; det tager ganske vist længere Tid, men i Længden faar man dog mest udrettet paa den Maade. Et velbekendt og særdeles oplysende Exempel i den Retning har vi i Cykling op ad en meget brat Bakke. Er Bakken kun kort, kan det være fordelagtigt at sætte Fart paa og komme op saa hurtig som muligt; Anstrengelsen bliver meget stor, men Tiden kun ringe, saa at Kræfterne maaske kan slaa til, og Arbejdet blive gjort. Hvis Bakken derimod er lang, kan man slet ikke køre op ad den paa den Maade. Inden man naaer Toppen er man udmattet, og maa springe af og gaa Resten af Vejen. Derimod kan man let køre helt til Toppen, hvis man kører i Zigzag, „krydser“ op ad Vejen. Derved bliver Vejen ganske vist meget længere, men Anstrengelsen i hvert enkelt Øjeblik saa meget mindre, at Kræfterne kan slaa til. Og Erfaringen lærer, at den, der saaledes kører langsomt helt op, kommer før den, der maa gaa et langt Stykke af Vejen. Følgelig er det mest økonomisk at indrette sig paa den Maade, fordi man faar det samme Arbejde gjort i kortere Tid. Ganske lignende Forhold gør sig ogsaa gældende ved anstrengende aandeligt Arbejde, kun drejer det sig i saa Fald om

meget længere Tidsrum. Vi skal senere komme tilbage til det Spørgsmaal.

De anførte Exempler vil være tilstrækkelige til at vise, at der saa godt som altid ved ethvert Arbejde er flere Fremgangsmaader mulige, og at det ingenlunde er nogen nem Sag ved Arbejder af længere Varighed at finde den mest økonomiske Fremgangsmaade. Anstrenger man sig ikke nok, bliver Udbyttet selvfølgelig for ringe, og anstrenger man sig for meget, bliver Udbyttet i Længden maaske endnu ringere, fordi det kræver lang Tids Hvile at komme til Kræfter efter Udmattelse, hvorved megen Tid kan spildes. Hertil kommer yderligere, at der altid, naar der skal arbejdes i mange Timer, maa indskydes Hvileperioder. Der bliver da Spørgsmaal om, hvor hyppige og langvarige disse Arbejdspavser skal gøres, for at det største Udbytte kan naas. For at kunne tage Hensyn til disse forskellige Forhold og for et givet Arbejde finde den mest økonomiske Fremgangsmaade maa man aabenbart have et indgaaende Kendskab til Lovene for Arbejdet. En Fremstilling heraf skal derfor gives i det følgende, men inden vi gaar nærmere ind paa de specielle Forhold, vil der være Anledning til først at søge Besvarelse paa et Spørgsmaal af mere almindelig Betydning.

At arbejde er at anstrenge sig. Jo mere man anstrenger sig, desto større bliver i Almindelighed Arbejdsydelsen, men derved opstaar erfaringsmæssig Træthed, hvorved Udbyttet atter formindskes. Hvor paa beror dette? Hvad er i det hele Betingelsen for, at der kan præsteres Arbejde, og hvorfor medfører Organismens fortsatte Arbejde Træthed? Da et Indblik i disse Forhold vil give os en klarere Forstaaelse

af Betingelserne for det økonomiske Arbejde, skal vi først søge at gøre Rede herfor.

Arbejde kan ikke opstaa af intet og heller ikke forsvinde, blive til intet. Naar Arbejde udføres, forbruges der altid en vis Mængde *Energi*. Kaster man f. Ex. en Sten op i Luften, udfører man et Arbejde, hvis Størrelse ligefrem er bestemt ved Produktet af Stenens Vægt og Højden, hvortil den hæves. Men ingen Sten er nogensinde gaaet tilvejs af sig selv; den hæver sig kun fra Jorden, naar en Haand eller en Kastemaskine meddeler den *Bevægelsesenergi*. Idet den gaar opad, bliver dens Hastighed mindre og mindre og tilsidst Nul; saa er hele Bevægelsesenergien opbrugt, og Stenen kan ikke komme højere, men maa igen begynde at falde. Smutter Stenen tilfældigvis ind over Kanten paa en Tagrende, hvor den bliver liggende, saa ser det ganske vist ud, som om det udførte Arbejde var forsvundet, men det er det ikke. Stenen har faaet *Pladsenergi*, og gaar Tagrenden en Dag istykker, vil Stenen falde til Jorden og omsætte sin Pladsenergi i Bevægelsesenergi, som paany kan frembringe Arbejde. Hvis den faldende Sten f. Ex. ved Jordens Overflade rammer en Fjeder, vil denne blive spændt, og naar den igen retter sig ud, vil den kunne kaste Stenen op i Luften paany. Her er saaledes en stadig Omsætning af Energier. Bevægelsesenergien udfører Arbejde og frembringer Pladsenergi, som igen kan omsættes i Bevægelsesenergi osv.

Men hvis Stenen, naar den kommer til Jorden, rammer et fast og urokkeligt Underlag, f. Ex. en stor Metalblok, saa bliver den liggende, og nu synes Energien at være forsvunden. Det er den dog ikke; den er kun omsat i en anden Form: *Varme*. Baade

Stenen og Metalblokken er blevne varme ved Slaget. Der skal nok fine Apparater til at paavise den ringe Mængde Varme, der opstaar ved et saadant enkelt Stød, men hamrer man tilstrækkelig længe paa en Jærnstang, bliver den dog saa varm, at det kan mærkes. Naar Arbejde saaledes tilsyneladende forsvinder, faar man i Almindelighed Varme i Stedet. Omvendt kan Varmen igen omsættes til Arbejde; dette sker i Dampmaskiner og Motorer.

Foruden de nævnte Former af Energi findes der endnu adskillige andre, af hvilke de vigtigste er *Elektricitet*, *Magnetisme*, *straalende Energi* (Lys) og *kemisk Energi*. Alle disse forskellige Energier kan stadig omsættes til hinanden; forsvinder der en bestemt Mængde af en af dem, kommer der tilsvarende (ækvivalente) Mængder af en eller flere andre i Stedet. I det praktiske Liv bliver Energien ofte omsat mange Gange, inden man sluttelig har den i den Form, hvori den kommer til Anvendelse. Det mest sammensatte Exempel herpaa har vi vel nok i Elektricitetsværkerne. Her omsættes kemisk Energi ved Kullenes Forbrænding under Dampkedlerne til Varme og Lys. Ved Hjælp af Dampmaskinerne bliver Varmen igen omsat til Bevægelsesenergi, som i Dynamoerne omformes til Elektricitet. Denne strømmer gennem Ledningerne ind i Husene, hvor den omsættes til Lys eller Varme, som f. Ex. i elektriske Strygejærn. I Sporvognene, som modtager Elektriciteten fra Ledningstraadene i Gaderne, bliver den igen til Bevægelsesenergi, som udfører Arbejde, idet den driver Vognene fremad.

Forsvinde kan Energi som sagt ikke, men ved enhver Energiomsætning vil der som oftest opstaa ikke blot den Form, man har Brug for, men desuden

andre Energiformer. Næsten altid bliver en Del af den omsatte Energi til Varme, og hvis man ikke netop har Brug for Varmen, bliver denne altsaa at betragte som et Tab, Spild. *Den Brøkdels af Energi, som man i en eller anden Maskine faar omsat til den særlige Form, man ønsker, kaldes Maskinens Nyttevirkning.* Ved de forskellige Energiomsætninger er Nyttevirkningen yderst forskellig. Man kan altid faa enhver Energi fuldstændig omsat til Varme; hvis det altsaa er Varme, man har Brug for, kan Nyttevirkningen blive 100%, som f. Ex. i elektriske Varmeovne. I andre Tilfælde er man ikke saa gunstig stillet. Naar man ved Hjælp af Dampmaskiner vil omsætte Kulles kemiske Energi til Arbejde, faar man selv ved de bedste Maskiner kun en Nyttevirkning paa henved 20%; de 80% af Varmen gaar tabt i Røgen, ved Udstraaling fra Maskinen og i Spilledampen. Endnu ugunstigere er Forholdet ved en Petroleumslampe, som jo gerne skulde lyse. Det gør den ganske vist ogsaa, men kun 0,3% af den kemiske Energi bliver til Lys, Resten gaar tabt som Varme.

Af de i Naturen forekommende Energier er der egentlig kun to Former, man kan anvende, nemlig Bevægelsesenergien og den kemiske Energi. Bevægelsesenergi har vi i Vinden og rindende Vand. Ved Sejlskibe og Vindmøller bringes Vindens Energi til direkte at udføre det Arbejde, vi har Brug for. Paa lignende Maade arbejder rindende Vands og Vandfalds Energi i Vandmøller og Turbiner. Størst Betydning har dog den kemiske Energi, som vi faar fra Naturen i Form af Kul, Petroleum og Føde til Dyr og Mennesker. Da det er de levende Væsners Arbejde, som her fortrinsvis interesserer os, skal vi holde os til den Side af Sagen.

Af den i Organismen optagne Føde dannes ved Fordøjelsen nye kemiske Forbindelser, hvoraf der rundt om i de forskellige Organer opbygges levende Æggehvide-stoffer, Biogener. Disse Biogener er yderst sammensatte kemiske Forbindelser, der let sønderdeles, hvorved den kemiske Energi omsættes i andre Former. I en Muskel f. Ex. vil Sønderdelingen have til Følge, at Musklen bliver kortere, altsaa trækker sig sammen, hvorved der udføres Arbejde. Det er dog ikke Musklens hele kemiske Energi, der saaledes kan omsættes i ydre Arbejde; samtidig opstaar der baade Elektricitet og Varme. Som vi senere skal se, er Musklens Nyttevirkning, den Del af den kemiske Energi, der kan omsættes til Arbejde, ret variabel, afhængig af de ydre Betingelser, hvorunder Musklen arbejder. I gunstigste Tilfælde regner man, at Nyttevirkningen kan blive 33%; den er altsaa ikke saa lidt større end selv i vore bedste Dampmaskiner. Ogsaa ved Nervesystemets Virksomhed foregaar der kemiske Omsætninger. Naar en Nerve pirres, vil den derved foraarsagede Forandring rimeligvis forplante sig i Form af en fremadskridende Række af kemiske Sønderdelinger fra Pirringsstedet og f. Ex. op til Hjernen. Samtidig udvikles der Elektricitet; om der ogsaa opstaar Varme, er mere tvivlsomt. End ikke ved den livligste Hjernevirksomhed har man endnu med Sikkerhed kunnet paavise en Opvarmning, men det kan skyldes mange forskellige Aarsager.

Naar et Organ, f. Ex. en Muskel, vedbliver at arbejde, og der hertil stadig bruges Energi, saa maa Energibeholdningen nødvendigvis før eller senere være opbrugt, og Musklen er da fuldstændig udmattet. Saaledes gaar det nu i Almindelighed ikke. Organismen er nemlig saa hensigtsmæssig indrettet, at

den under selve Arbejdet tildels kan erstatte de forbrugte Stoffer. Samtidig med Sønderdelingen, Dissimilationen, foregaar der en Genopbygning, Assimilation, idet Blodet tilfører det arbejdende Organ Næringsstoffer og Ilt. Heraf dannes paa Stedet de levende Æggehvdestoffer, som Organet har Brug for, medens de ubrugelige Sønderdelingsprodukter afgives til Blodet. Med dette gaar de til Lungerne, hvor de udaandes i Form af Kulsyre og Vanddamp; en ringe Del, omtrent 5%, udskilles gennem Nyrerne. Det er indlysende, at et Organ maatte kunne arbejde uden Grænse, hvis Tilførsel og Forbrug, Assimilation og Dissimilation, altid holdt hinanden i Ligevægt. Saaledes gaar det dog kun sjældent. Et stort Energiforbrug kan foregaa i kort Tid, medens det altid kræver meget længere Tid at faa de sønderdelte Stoffer genopbyggede. Hvis f. Ex. en Muskel hurtig udfører en Række kraftige Sammentrækninger, maa dens Energibeholdning stadig formindskes, hvilket har til Følge, at det udførte Arbejde aftager; Musklen bliver træt. *Ved Træthed forstaar man den Forandring, som selve Virksomheden medfører i et arbejdende Organ, og som ytrer sig ved en Formindskelse af Arbejdsydelsen.*

Det forstaas nu, hvorfor de største Anstrengelser i Længden ingenlunde giver det største Udbytte. Thi stor Anstrengelse medfører et stort Energiforbrug, som aldeles ikke kan erstattes i Løbet af kort Tid. Derfor trættes det arbejdende Organ stærkt, saa at det tilsidst slet ikke kan udføre det Arbejde, der kræves. Det er netop, hvad der sker, naar man kører lige op ad en brat Bakke; Trætheden bliver hurtig saa stor, at man ikke kan drive Cyklen videre. Hvis man derimod ved at anstrenge sig mindre kan

fordele det samme Energiforbrug over en længere Tid, saa vil i denne længere Tid en større Mængde blive erstattet; Trætheden bliver ikke saa stor, og man kan fortsætte Arbejdet. Netop dette opnaar man, naar man cykler i Zigzag op ad Bakken. Heraf følger nu ingenlunde, at man vil faa det største Udbytte ved slet ikke at anstrenge sig, thi saa faar man heller intet Arbejde udført. Nogen Træthed er uundgaaelig, men det gælder i hvert enkelt Tilfælde om at finde den rette Middelvej mellem „Driveri“ og Overanstrengelse. Et nærmere Kendskab til Arbejdets Love vil herved være af Betydning, og dem skal der derfor gøres Rede for i det følgende. De skal hjælpe os til at finde, hvorledes man kan faa saa stort et Udbytte med saa ringe Træthed som muligt. Som Resultat af, hvad vi veed om Arbejdets Betingelser, kan vi altsaa nu fastslaa: *Den mest økonomiske Arbejdsmaade er den, der giver mest Arbejde med mindst Energiforbrug, altsaa med størst Nytevirkning og derfor mindst Træthed.*

ARBEJDETS LOVE.

KAP. 4. MUSKELARBEJDETS TEMPO.

NAAR der nu skal gøres Rede for, hvorledes Arbejdsydelsen kan variere under forskellige Omstændigheder, vil det være naturligt at begynde med Muskelarbejdet. Herom veed vi nemlig allerede ikke saa lidt. Fysiologerne har i henved 60 Aar gjort Musklerne og deres Virksomhed til Genstand for indgaaende Undersøgelser, og da Muskelarbejdet kan maales nøjagtigt, og de ydre og indre Forhold, der har Indflydelse derpaa, ligeledes som oftest let kan bestemmes, saa er i hvert Fald de væsenligste Love for Muskelarbejdet kendte. Hvad det rene Aandsarbejde angaar, er vi derimod ikke nær saa heldigt stillede. Da det i Almindelighed ikke blot varierer i Mængde men ogsaa i Beskaffenhed, bliver Maalingen, som tidligere omtalt, nødvendigvis unøjagtig. Desuden er Arbejdsydelsen afhængig af mange smaa Omstændigheder, som slet ikke eller kun i ringe Grad synes at have Indflydelse paa Muskelarbejdet. Endelig er Undersøgelserne paa dette Omraade af ganske ny Dato; de første Forsøg gaar næppe mere end 25 Aar tilbage i Tiden. Paa Grund af disse forskellige Omstændigheder er vor Viden paa mange Punkter endnu ret mangelfuld, og en Forstaaelse bliver ofte kun mulig, fordi vi har visse Overens-

stemmelser med det bedre kendte Muskelarbejde at bygge paa. Det maa altsaa blive dette, hvormed vi begynder.

Til Undersøgelser over Muskelarbejde kunde man naturligvis nok bruge den Art Arbejder, der forekommer i det praktiske Liv, saasom Opbæring af Mursten; Grøftegravning o. l. Men til Laboratorieforsøg egner de sig i hvert Fald ikke, og den nøjagtige Bestemmelse af den udførte Mængde Arbejde, af den anvendte Tid, af Hvilepavsernes Længde osv. bliver altfor vanskelig. Hvormedet der udrettes, vil ligefrem være afhængigt af den Hastighed, hvormed der arbejdes. Man maatte derfor staa med et Ur i Haanden og notere Varigheden af de enkelte Bevægelser og tillige maale den derved præsterede Mængde Arbejde. Det kan og maa i visse Tilfælde ogsaa gøres; vi skal senere se Exempler paa den Art Forsøg. Men til videnskabelige Undersøgelser i strengere Forstand er en saadan Fremgangsmaade for vidtløftig og tillige for usikker; naar mange Maalinger og Aflesninger skal foretages, medens Arbejdet gaar sin jævne Gang, indløber der altfor let i de enkelte Bestemmelser Fejl, som man bagefter har megen Ulejlighed med at faa rettet.

Man har derfor ved de Forsøg, hvorved Lovene for Muskelarbejdet er fastslaaede, indskrænket sig til Arbejder, der let kan udføres i et Laboratorium. Her kan man ogsaa indrette sig mere praktisk end ved Undersøgelser under aaben Himmel. Fremfor alt sørger man for, at Udførelsen af Arbejdet og Maalingen af de Størrelser, man har Brug for, holdes fuldstændig ude fra hinanden. Dette opnaas, naar man lader Muskelkraften virke paa et Apparat, der er indrettet til at optegne Arbejdsydelsen i hvert en-

kelt Øjeblik. Af saadanne Apparater, de saakaldte *Ergografer*, findes en Mængde forskellige Konstruktioner; en af de nemmeste er vist i Fig. 5. Omkring en solid Trisse T er lagt en stærk Tarmsnor, der er fastgjort til et Punkt af Trissen, og i hvis ene Ende der hænger et Vægtlod, medens der i den anden



Fig. 5.

Ende er en Læderstrop. Forsøgspersonen griber med Haanden omkring en i Bordet faststaaende, lodret Søjle og stikker Pegefingeren ind i Læderstroppen. Naar Fingeren krummes, drejes Trissen rundt, hvorved Vægten løftes, og idet Fingeren derpaa strækkes, sænkes Vægten atter. For at Fingeren nu ikke skal bære Vægten i Tidsrummet indtil den næste Hævning, er det indrettet saaledes, at Vægtloddets Sænkning stopper i et bestemt Punkt, idet en Tap paa

Trissen slaar imod en tilsvarende Tap paa Bordet. Fingeren udfører saaledes intet andet Arbejde end at hæve og sænke Loddet. Da Vægtloddets Størrelse er bekendt, behøver man til Beregning af Arbejdsmængden kun at bestemme Løftehøjden, og den tegner Apparatet selv op.

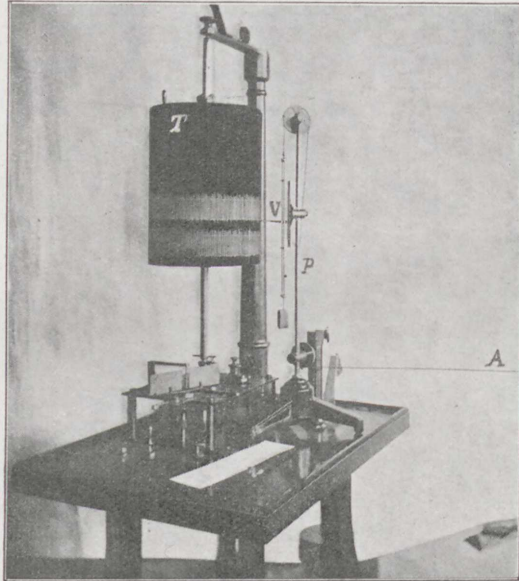


Fig. 6.

Dette gaar for sig paa følgende Maade. Trissen *T* i Fig. 5 har to Riller af nøjagtig samme Dybde. I den ene ligger den omtalte Tarmsnor, der bærer Vægtloddene, i den anden ligger en tynd Snor, *A*, hvis ene Ende er gjort fast til Trissen, saa at Snoren vikler sig op om denne, naar den drejes rundt. Denne Snor gaar hen til Skriveapparatet, den saakaldte *Kymograf*, der er vist i Fig. 6. Man ser Snoren *A* komme ind fra højre Side; den gaar derefter omkring

et Par smaa Trisser og er fastgjort til en lille slædeagtig Indretning, der ved Snorens Træk hæves og sænkes langs Søjlen P. Slæden bærer en Stift V, der skriver paa Kymografens Tromle T. Denne Tromle er beklædt med glat Papir, som er sodet over en Petroleumsflamme, og idet Stiften kradser Sodlaget af, tegner den en hvid Streg paa Tromlen. Ved et Urværk kan Tromlen sættes i omdrejende Bevægelse, og naar Stiften vedbliver at bevæge sig op og ned, tegner den, som det ses paa Figuren, den ene hvide Streg ved Siden af den anden. Længden af enhver af disse Streger angiver netop den Højde, hvortil Vægtloddet er bleven løftet, og naar Forsøget er endt, kan Løftehøjderne udmaales paa Tromlen. Man trækker dog først det sodede Papir gennem en tynd Opløsning af Lak i Spiritus; naar det er tørt, kan Sodlaget ikke viskes af, og man kan saaledes opbevare Forsøgsresultaterne til senere Behandling.

Man er naturligvis ikke indskrænket til kun at arbejde med en enkelt Finger, som det er vist i Fig. 5. Det kan ogsaa have sin Betydning at undersøge, hvorledes det gaar, naar der arbejdes med hele Haanden, med een eller to Arme, og man har derfor konstrueret Ergografer til det Brug. Vi skal strax i det følgende se et Apparat indrettet til Arbejde med hele Haanden. Der er imidlertid, som det vil vise sig, en betydelig Ulempe ved alle de Apparater, hvor Arbejdet bestaar i at løfte et Vægtlod. Derfor har man konstrueret Ergografer efter et helt andet Princip, idet Muskelkraften virker paa en Fjedervægt. Et af den Slags Apparater er vist i Fig. 7. Det bestaar af et langt Bræt, hvorpaa der er fastgjort en Træklods K, og heri er indlagt en stærk Fjedervægt F, som kan bære indtil 100 kg. Vægtens

Skaal er her erstattet med en Metalbøjle B, til hvilken der er befæstet en stærk Læderem R; tæt ved denne findes fastgjort til Brættet en opstaaende, afrundet Liste L. Naar Apparatet benyttes, støttes Haandfladen mod L, og Fingrene griber omkring

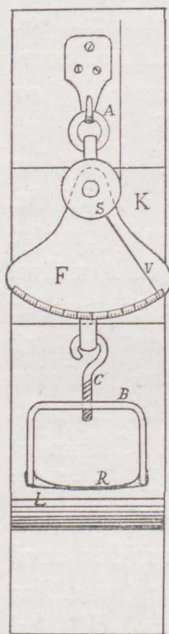


Fig. 7.

Remmen R; paa denne Maade kan Haanden udøve et meget kraftigt Træk i Fjedervægten, naar der blot er den rigtige Afstand mellem R og L. Det kan man imidlertid nemt opnaa ved at skrue Bøjlen B frem eller tilbage paa Krogen C. Hvor stort et Træk der udøves i Fjedervægten, kan ses ved Bevægelsen af Viseren V, men man kan naturligvis ikke for hvert Træk aflæse og notere Viserens Stilling. Hvert enkelt Træk maa selv optegne sig paa Kymografen i Fig. 6. I det Øjemed er Trissen S anbragt paa den Axe, hvorom Viseren V drejer sig, og i Kanten af Trissen er fastgjort en Snor A, som gaar hen til Kymografen. Hvorledes den her sætter Skriveapparatet i Bevægelse, er allerede omtalt. Det forstaas saaledes let, at der paa Kymografens Tromle bliver tegnet en

Streg, der er desto længere, jo større Trækket i Fjedervægten er.

Det i Fig. 7 viste Haandtag, Bøjlen med Læderremmen og Listen, kan aabenbart ogsaa anvendes i Apparater med Vægtlodder. Vi behøver blot i Fig. 5 at erstatte Læderstroppen med Bøjlen, og i Stedet for den Søjle, som omfattes af Haanden, at sætte Listen, hvortil Haandfladen støttes, saa kan Apparatet

bruges til Arbejde med hele Haanden. Det er en stor Fordel, at have de to Apparater indrettede saaledes, at samme Haandtag kan bruges i dem begge. Det vil nemlig i det følgende vise sig, at man i Almindelighed ikke kommer til de samme Resultater, naar man arbejder med Vægtlodder, som naar man arbejder med Fjedervægten. Forskellen mellem de to Arbejdsmaader kan naturligvis kun træde tydeligt frem, hvis det er netop de samme Muskler, der arbejder i begge Tilfælde, og derfor maa samme Haandtag kunne anvendes ved begge Apparater.

Vi har nu Redskaberne i Orden og kan begynde at arbejde. Herved er der imidlertid en Betingelse, som bestemt maa overholdes: *Forsøgspersonen maa stadig anstrenge sig maximalt, saa meget som muligt.* Hvis han snart arbejder med fuld Kraft og snart tager sig det mageligt, vil Arbejdsydelsen ikke blive et Udtryk for, hvad Musklerne kan præstere, men kun for hvad Forsøgspersonen gider gøre. Det er altsaa nødvendigt, at den Arbejdende stadig anstrenger sig til det yderste.

Jo større den løftede Vægt er, og jo hyppigere den løftes i en vis Tid, desto mere Arbejde bliver der udført, og desto større bliver Musklernes Træthed, hvorved Arbejdsmængden aftager. For at kunne paavise den mest økonomiske Arbejdsmaade maa vi altsaa have Rede paa, hvorledes Arbejdsydelsen afhænger saavel af den løftede Vægts Størrelse som af Arbejdstempoet. Dette kan med stor Nøjagtighed bestemmes ved Hjælp af de beskrevne Ergografer. Vi skal nu tage hver af de to Opgaver for sig og begynder med at undersøge Arbejdets Afhængighed af Tempoet.

Et regelmæssigt Tempo sikrer man sig, idet Takten angives ved Hjælp af et Taktur, en Metronom; et saa-

dant Apparat ses i Fig. 5 foran Forsøgspersonen. Ved hvert Taktslag udføres et Træk med størst mulig Anspændelse af Musklerne, som strax igen slappes. Der faas da paa Tromlen optegnet en Række Linier, som viser, hvorledes det udførte Arbejdes Størrelse efterhaanden forandrer sig. I Fig. 8 og 9 er gengivet flere paa denne Maade frembragte Figurer, de saakaldte *Ergogrammer*, *Arbejdskurver*. Ergogrammerne i Fig. 8 er frembragte ved Vægterergografen, de i Fig. 9 derimod med Fjederergografen; i begge Tilfælde er der arbejdet med hele Haanden og anvendt samme Haandtag. Alle disse Arbejdskurver er skrevne fra venstre til højre, d. v. s. Stregen yderst tilvenstre i hver Figur er den først udførte, Stregen yderst tilhøjre den sidst frembragte. Da den sidste gennemgaaende er mindre end den første, og Stregernes Længde angiver Størrelsen af det udførte Arbejde, fremgaar altsaa umiddelbart af disse Ergogrammer: *ved fortsat Muskelarbejde voxer Trætheden, saa at Arbejdsydelsen stadig aftager*. Man vil dog lægge Mærke til, at Arbejdet ikke aftager ganske regelmæssigt; enhver Streg er ikke lidt mindre end den nærmest foregaaende. Dette skyldes den Omstændighed, at man ikke, hvormeget man end bestræber sig derfor, kan anstrenge sig lige meget hver Gang. Trods denne Ujævnhed i Forsøgspersonens Anstregelser bliver Arbejdsydelsens Variationer dog som Helhed ret regelmæssige.

Der er imidlertid mange flere og væsentligere Lærdomme at uddrage af disse Ergogrammer. Det ses af Figurerne, at der med hvert af de to Apparater er arbejdet i tre, ret forskellige Tempoer, nemlig 6, 30 og 80 Træk i Minuttet. De saaledes tilvejebragte Ergogrammer viser, at Arbejdstempoet har en bety-

lig Indflydelse paa Arbejdsydelsen. Ved 6 Træk pr. Min. sker der saa godt som ingen Forandring i Ar-

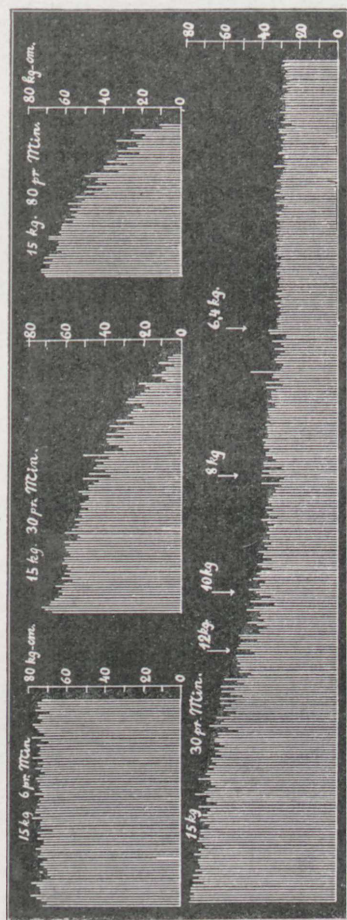


Fig. 8.

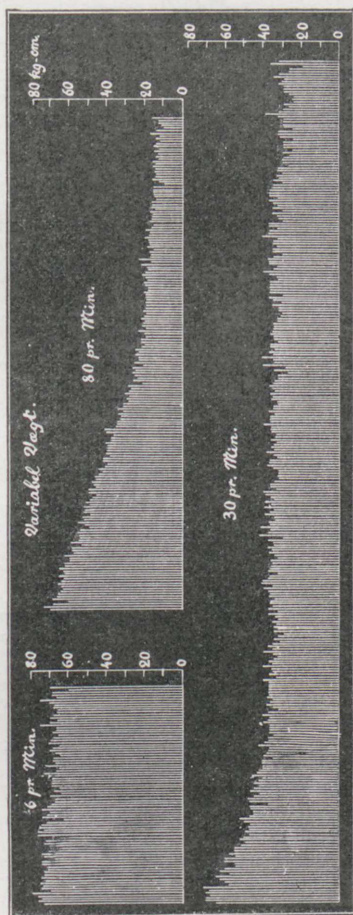


Fig. 9.

bejdets Størrelse; der er ganske vist kun arbejdet i 14—15 Min., men Forsøgspersonen kunde utvivlsomt have fortsat i timevis, uden at de enkelte Træk var bleven væsenlig mindre. Af Forsøgene fremgaar

altsaa: *Efter en kortvarig, maximal Anspændelse vil en Muskelgruppe naa at blive udhvilet i Løbet af omtrent 10 Sekunder.* Bliver Arbejdstempoet hurtigere, kan Musklerne ikke naa at blive udhvilede, og saa voxer Trætheden, hvilket ytret sig ved, at Arbejdsydelsen stadig aftager. Ergogrammerne viser, at Arbejdet synker meget hurtigere ved 80 end ved 30 Træk pr. Min., eller med andre Ord: *Jo hurtigere Arbejdstempoet bliver, desto større bliver Musklernes Træthed, og desto hurtigere og stærkere synker Arbejdsydelsen.*

Disse Resultater er aabenbart i fuld Overensstemmelse med de teoretiske Betragtninger over Træthedens Natur, der blev fremsat i forrige Afsnit. Naar Trætheden beror paa, at den kemiske Energi i Musklerne ikke kan erstattes saa hurtigt, som den forbruges, saa maa Trætheden aabenbart voxer med Arbejdstempoet. Herpaa skal vi dog ikke gaa nærmere ind; det er Opgaven her at paavise Love og ikke at give teoretiske Forklaringer. De fundne Resultater fører os netop til et Spørgsmaal af største praktiske Betydning. Naar Arbejdstempoet er meget langsomt, faar man selvfølgelig i en vis Tid, f. Ex. en Time, kun udført en ringe Mængde Arbejde. Er Tempoet derimod meget hurtigt, faar man i samme Tid ogsaa kun udført meget lidt Arbejde, fordi Musklerne hurtig trættes saa stærkt, at der i Størstedelen af Tiden næsten intet udrettes. Der maa selvfølgelig være et vist Middeltempo, som er det gunstigste, d.v.s. i en vis Tid giver den største Mængde Arbejde, og det er netop dette Tempo, der skal findes. Men Opgaven kan ikke løses i Almindelighed. De to forskellige Slags Ergogrammer, som er fremstillede i Fig. 8 og Fig. 9, frembyder nemlig øjensynlig en

væsenlig Forskel i Arbejdets Forandring med voxende Træthed. Dette maa have til Følge, at det gunstigste Arbejdstempo bliver afhængigt af Arbejdets Beskaffenhed. Vi maa derfor betragte hvert af de to foreliggende Tilfælde for sig.

De tre Vægtergogrammer i øverste Række af Fig. 8 er alle udførte med et Vægtlod paa 15 kg. Ved 6 Træk pr. Min. sker der ingen Forandring i Arbejdet; det kan fortsættes saa at sige ubegrænset, uden at de enkelte Træks Størrelse aftager. Men ved 30 Træk pr. Min. er Forholdet et ganske andet. I Begyndelsen aftager Arbejdet langsomt, senere stærkere og stærkere, tilsidst gaar det helt istaa; Musklerne kan overhovedet ikke mere løfte det store Vægtlod. Først efter en vis Tids Hvile vil det være muligt igen at arbejde. Ved 80 Træk pr. Min. sker ganske det samme, kun gaar Forandringen meget hurtigere for sig. Der er her kun udført 62 Træk; Musklernes Energi er altsaa udtømt i Løbet af $\frac{3}{4}$ Minut. I den korte Tid er der ganske vist ydet et ret betydeligt Arbejde, men naar Musklerne er saaledes udmattede, kræver det lang Tids Hvile, inden de igen kan præstere et større Arbejde. Det er derfor ret usandsynligt, at der kan vindes noget ved at jage paa. Skal der arbejdes i lang Tid uden Afbrydelse, er der, som vore Arbejdskurver viser, kun een Maade, hvorpaa det kan opnaas: mellem de enkelte, maximale Anspændelser maa der hengaa en Tid af omtrent 10 Sek., i hvilken Musklerne kan naa at blive fuldstændig udhvilede. Arbejdes der i hastigere Tempo, vil den voxende Træthed medføre, at Arbejdet tilsidst gaar istaa, og det desto tidligere, jo hurtigere Tempoet er. Det er sandsynligt, at der kan være visse Fordele ved at arbejde i et noget

hastigere Tempo og saa efter en vis Tids Forløb indskyde en længere Hvilepavse, hvor man hviler helt ud; hvorledes det forholder sig hermed, skal vi senere undersøge. (Kap. 10). Men som Resultat af de betragtede Forsøg kan vi foreløbig fastslaa: *Naar en stor Byrde af konstant Vægt skal løftes til en bestemt Højde, kan dette Arbejde kun fortsættes uafbrudt, saafremt Arbejdstempoet er saa langsomt, at Musklerne hviler ud mellem hvert Træk.*

Arbejder af den her omtalte Art forekommer hyppigt i det praktiske Liv. Naar Metalblokke, Jærnbaneskinner, Favnebrænde eller lignende større Genstande skal læsses paa en Vogn, drejer det sig netop om at løfte Byrder af omtrent samme Vægt til bestemt Højde. I et senere Kapitel skal det blive paa vist ved Exempler fra det praktiske Liv, hvor store Fordele der er forbundne med at bære sig rigtigt ad istedet for at arbejde paa en eller anden uøkonomisk Maade.

De med Fjedervægten optagne Ergogrammer faar et ganske andet Forløb end de hidtil betragtede Arbejdskurver. Kun ved det langsomme Tempo 6 pr. Min. er Forholdene uforandrede; da Musklerne her bliver helt udhvilede mellem hvert Træk, bliver Arbejdsydelsen konstant ligesom ved Løftning af Vægtlodder. Men ved ethvert hurtigere Tempo, hvor Musklerne trættes, og Arbejdet følgelig efterhaanden aftager, faar Ergogrammerne en helt anden Form. Som Fig. 9 viser, synker Arbejdet i Begyndelsen hurtigt, senere langsommere og bliver tilsidst konstant. Der er slet ikke Tale om, at det selv ved det hurtigste Tempo gaar istaa; det kan fortsættes, saa længe man vil, og det er derfor ogsaa mere af Pladshensyn end af Nødvendighed, at Ergogrammerne i Fig. 9 er afbrudte.

Det er ikke vanskeligt at forstaa, hvorfor der viser sig saa betydelig en Forskel mellem de to Slags Arbejdskurver. Naar en Byrde løftes, gaar Arbejdet tilsidst istaa, fordi de trætte Muskler ikke kan løfte saa stor en Vægt. Havde man derimod formindsket Vægten, inden Musklerne var blevne helt udmattede, vilde de endnu i lang Tid have kunnet løfte den mindre Vægt og saaledes præstere en hel Del Arbejde. Men netop dette sker ved Fjederergografen. Den viser kun det Træk, som Musklerne er istand til at udøve, og efterhaanden som de trættes, bliver Trækket mindre og mindre, men Arbejdet gaar først istaa, naar Musklerne er saa udmattede, at de overhovedet ikke kan trække sig sammen længere. Det vil dog tage overordenlig lang Tid, hvis Arbejdet kun er tilstrækkeligt lille.

Ergogrammerne i Fig. 9 viser, at jo hurtigere Tempoet er, desto mere aftager Arbejdet, desto større bliver altsaa Trætheden. Heri er intet mærkværdigt. Mindre forstaaeligt er det derimod, hvorfor Arbejdet tilsidst bliver konstant. Dette er imidlertid en ligefrem Følge af, at der under Arbejdet stadig foregaar en Genopbygning af de forbrugte Stoffer. Da Genopbygningen, Assimilationen, foregaar ret langsomt, kan den ved et hurtigt Arbejdstempo ikke naa at erstatte alt, og derfor trættes Musklen, d. v. s. dens Arbejdsevne bliver ringere. Men idet Arbejdsydelser altsaa stadig aftager, maa der tilsidst naas det Punkt, hvor der i enhver Tidsenhed ikke forbruges mere, end der kan genopbygges, og naar saaledes Dissimilation og Assimilation holder hinanden i Ligevægt, kan Arbejdet ikke yderligere aftage. Vi skal senere se et afgørende Bevis for Rigtigheden af denne Forklaring. Foreløbig vil vi indskrænke os til at

paavise, at vi virkelig kan holde Muskelarbejdet paa en af Tempoet afhængig konstant Værdi ved at formindske den løftede Byrde. Dette fremgaar af det nederste Ergogram i Fig. 8. Tempoet var her 30 pr. Min.; der blev arbejdet med hele Haanden og til en Begyndelse med en Vægt paa 15 kg. Da Trætheden var bleven saa stor, at Vægten ikke kunde løftes til 30 mm Højde, blev den formindsket til 12 kg., og da heller ikke denne Vægt kunde løftes 30 mm., blev den formindsket til 10 kg., derefter til 8 og tilsidst til 6,4 kg. Den sidste Del af Arbejdet ses at være ganske konstant, og det vedblev det at være i meget lang Tid; omtrent en Tredjedel af Arbejdskurven har maattet udelades her.

Naar man saaledes ved en passende Formindskelse af Vægten kan opnaa, at Musklerne kan arbejde i saa at sige ubegrænset Tid, opstaar naturligt det Spørgsmaal: Hvor stor skal Vægten tages, for at man under givne Omstændigheder kan faa det størst mulige Arbejde udført? En Besvarelse af dette Spørgsmaal har den største praktiske Betydning, fordi meget legemligt Arbejde netop er af den Art, at Arbejderen selv er Herre over Størrelsen af den Byrde, der løftes paa een Gang. Dette gælder f. Ex. ved Opbæring af Mursten, ved Gravning, ved Skovling af Kul osv., kort sagt overalt, hvor man har at gøre med et Materiale, der vilkaarligt kan deles. Der vil i hvert enkelt Tilfælde kunne findes en bestemt Vægt, som giver den største Arbejdsydelse med mindst mulig Træthed, medens paa den anden Side et urigtigt Valg af Vægten kan føre til, at Arbejderen udmatter sig fuldstændig uden at faa noget videre udrettet. En nærmere Udredning af disse Forhold vil imidlertid kræve saa vidtløftige Undersøgelser, at

Sagen fordrer et Kapitel for sig selv; den skal blive behandlet i det følgende Afsnit. Her skulde vi nu foreløbig se at faa afgjort, hvilket Arbejdstempo der er det gunstigste, naar Vægten stadig afpasses efter Musklernes Træthedstilstand.

Det er let at se, hvorledes en saadan Under-søgelse kan gennemføres. Man behøver blot at udføre en Række Ergogrammer i meget forskelligt Tempo, 60, 40, 30, 20, 15 osv. Træk pr. Min. Paa enhver af disse Arbejdskurver kan man maale ud, hvor meget Arbejde der er præsteret fra Minut til Minut, og det Tempo, som giver den største Mængde Arbejde, vil aabenbart være det gunstigste. Resultatet af en saadan Forsøgsrække er vist i Fig. 10.

Arbejdet blev her udført med en enkelt Finger netop saaledes, som det ses i Fig. 5. En enkelt Finger kan naturligvis ikke løfte saa meget som hele Haanden, og Begyndelsesvægten var derfor kun 10 kg. Naar Løftehøjden var sunken til 30 mm., blev Vægten formindsket med $\frac{1}{5}$, altsaa til 8 kg.; naar denne heller ikke kunde løftes til 30 mm., blev atter $\frac{1}{5}$ taget af, saa at Vægten var 6,4 kg., og saaledes formindskedes Vægten stadig med $\frac{1}{5}$ til 5,1 — 4,1 — 3,8 — 2,7 kg. osv. Ved hvert Tempo blev gjort mange Forsøg paa forskellige Dage, og for hvert Tempo blev beregnet Middeltallet af det fra Sekund til Sekund udførte Arbejde. De saaledes fundne Arbejdskurver er optegnede i Fig. 10. Der blev stadig arbejdet i omtrent 16 Min. = 1000 Sekunder, og i Fig. 10 er Tiden afsat paa den vandrette Linie forneden. For hvert enkelt Tempo er der lodret opad afsat den fra Sekund til Sekund udførte Arbejdsmængde, og de indtegnede Kurver er lagt gennem Endepunkterne af disse Vinkelrette. Kurverne sva-

rer saaledes ganske til de Linier, man vil faa, ved i Fig. 8 og 9 at tænke sig en jævn Linie trukket saa nær som muligt gennem Endepunkterne af alle de

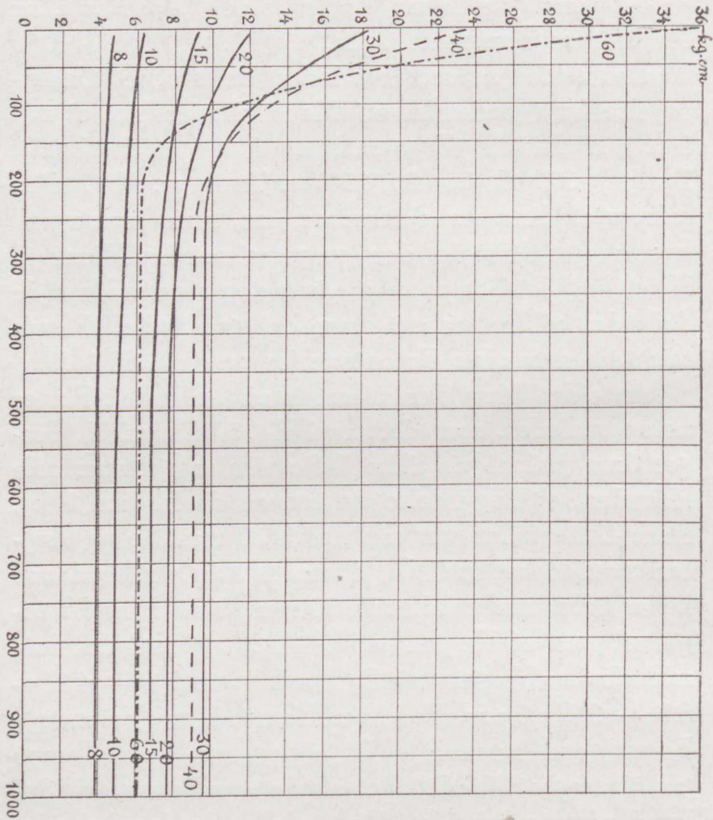


Fig. 10.

smaa Streger. De paaskrevne Tal angiver Tempoet: 60, 40 osv. Træk pr. Min.

Af disse Forsøg kan nu findes Svar paa det rejs-
te Spørgsmaal. Fig. 10 viser, at der ved det hur-
tigste Tempo, 60 pr. Min., nok faas udført en stor
Mængde Arbejde i Begyndelsen, men allerede efter

omtrent 1 Min. Forløb er Musklerne saa trætte, at der i den øvrige Tid kun udrettes meget lidt. Ved Tempoet 40 pr. Min. kan der arbejdes med Fordel i 3 Min. (180 Sek.), men saa synker Arbejdsmængden allerede under det, der kan præsteres ved 30 pr. Min. Dette Tempo giver i Længden den største Mængde Arbejde; bliver Tempoet langsommere, udrettes der for lidt. Disse Tal gælder naturligvis kun for den Art Arbejde, her er undersøgt. Man kan ikke bøje f. Ex. hele Kroppen saa hurtigt som man kan krumme en Finger. Hvis altsaa f. Ex. en Arbejder skal tage Mursten op fra Jorden og lange dem videre, vil et Arbejdstempo af 30 Bøjninger pr. Min. ganske sikkert være altfor hurtigt. Man maa i saa Fald ved særlige Forsøg finde det rigtige Tempo, og slige Forsøg anstilles, som vi senere skal se, ogsaa i alle de Fabriker, hvor Taylor-Systemet er indført. Men vore Undersøgelser har dog ført til to Resultater af almindelig Betydning:

Gælder det om i kort Tid at præstere en stor Mængde Arbejde, maa Tempoet gøres saa hurtigt som muligt, men derved trættes Musklerne saaledes, at Arbejdet i Løbet af 1—2 Min. synker langt ned. En Slutspurt ved Væddeløb, Kaproning o. l. maa derfor aldrig have længere Varighed.

Skal der derimod i Længden præsteres den størst mulige Arbejdsmængde, vil der være et bestemt, ret hurtigt Tempo, hvorved dette kan naas, naar den løftede Vægt afpasses efter Muskeltrætheden. Det gunstigste Tempo vil variere med Arten af de Bevægelser, som Arbejdet kræver.

KAP. 5. MUSKLERNES LØFTEHØJDE.

I forrige Afsnit kom vi til det Resultat, at der, naar bestemte Muskler skal arbejde, maa kunne findes en vis Vægt, som i Længden giver den største Arbejdsydelse. Hvormeget Arbejde man faar udført med en given Vægt, bliver afhængigt af, hvor højt man kan løfte den. Vi maa altsaa begynde med at undersøge Løftehøjdens Afhængighed af Vægtens Størrelse.

Der er ingen Vanskelighed forbunden med disse Forsøg. Anbringer vi paa den i Fig. 5 afbildede Ergograf efterhaanden forskellige Vægte, f. Ex. 2, 4, 6, 8 o. s. v. kg, kan vi let finde, hvor højt disse kan løftes, altsaa hvor meget Arbejde der kan udføres, enten af en enkelt Finger eller af hele Haanden. Det gaar naturligvis ikke an at nøjes med et enkelt Træk i hver Vægt; vore Ergogrammer viser tilstrækkelig tydeligt, hvor store Afvigelser der trods al Omhu kan blive mellem Træk, der burde være paa det nærmeste ligestore. Hver enkelt Vægt maa altsaa løftes mange, f. Ex. 50 Gange for at udelukke Tilfældigheder, og Tempoet maa selvfølgelig være saa langsomt, at Træthed ikke kan gøre sig gældende. Hvorledes dette opnaas, har vi set i det foregaaende. Middeltallet af alle de med samme Vægt udførte Træk vil saa give os en paalidelig Værdi for Arbejdsydelsens Størrelse.

Der er imidlertid endnu en Omstændighed at tage

Hensyn til, nemlig *Øvelsen*. De fleste Organer vil ved Øvelse udvikles saaledes, at de mindre let trættes. Dette gælder særlig om Musklerne, der ved jævnlig Virksomhed kan blive betydelig kraftigere. Hvis man blot daglig udfører et enkelt Ergogram f. Ex. med venstre Haand, der i Almindelighed ikke bruges til

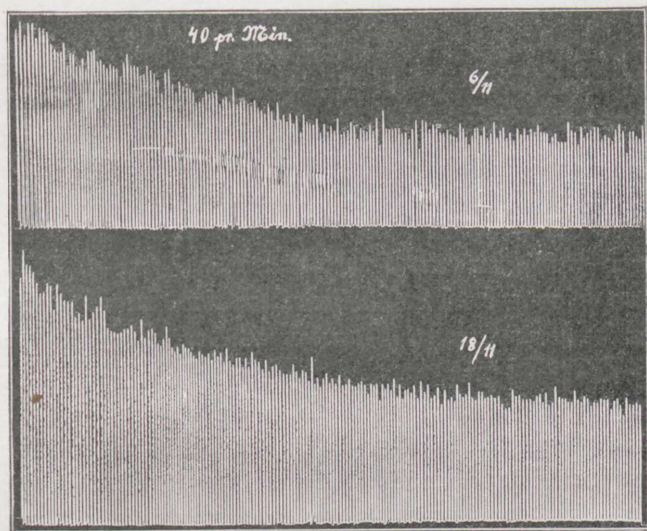


Fig. 11.

haardt Arbejde, vil man i Løbet af en Maanedstid finde, at det Træk, Musklerne kan udøve, er voxet med 10—20 %. Holder man saa en Tid op med disse Øvelser, synker Muskelkraften noget, for atter at stige, naar man igen begynder. Det er altsaa ikke tilstrækkeligt ganske i Almindelighed at være øvet i et Arbejde, man maa ogsaa „holde sig i Øvelse“, være i *Træning*, hvis den største Arbejdsydelse skal naas. De to Ergogrammer i Fig. 11 viser tydelig, hvad der kan naas ved en saadan Træning. De er udførte

af en øvet Forsøgsperson, som dog i længere Tid ikke havde arbejdet med Ergografen, men nu i 12 Dage daglig udførte et Ergogram. Det første og det sidste af disse er gengivet i Figuren. Man ser, at Musklerne er blevne betydelig kraftigere; de kan udøve større Træk og kan i Længden præstere mere Arbejde, idet ogsaa de sidste, konstante Træk er voxet stærkt.

Der er naturligvis en Grænse for, hvad der kan naas ved Øvelse, men man veed egenlig aldrig, naar Grænsen er naat. Ved nøjagtige Forsøg er det derfor altid tilraadeligt at forudsætte, at Øvelsen stadig gør sin Indflydelse gældende. Man maa med andre Ord gaa ud fra, at ethvert følgende Forsøg i Rækken giver en lidt større Arbejdsmængde, end det vilde have gjort, saafremt Muskelkraften havde været ganske uforanderlig. Derved vil der altsaa komme en Fejl i Maalingerne, men den kan vi dog nemt undgaa, naar vi blot gør Forsøgene to Gange i omvendt Orden. Hvis vi f. Ex. anstiller det ovenfor omtalte Forsøg med at løfte Vægte af forskellig Størrelse, saa kan vi begynde med den mindste og efterhaanden gaa op til den største. Derefter gør vi hele Rækken om igen, idet vi begynder med den største og gaar ned til den mindste. Slaar vi nu de første Forsøg, hvor Øvelsen var mindst, sammen med de sidste Forsøg, hvor Øvelsen var størst, opnaar vi aabenbart derved, at alle Resultaterne forholder sig, som om de var vundne paa et og samme, gennemsnitlige Øvelsestrin. Paalideligere kan vi i hvert Fald ikke faa dem.

Anstiller man lignende Forsøg i rent praktiske Øjemed for at finde ud af, hvorledes Arbejderne skal bære sig ad for at arbejde saa økonomisk som muligt,

vil man næppe behøve at gaa saa omhyggeligt til værks. Thi Forsøgspersonerne vil i saa Fald være Arbejdere, der i lang Tid har været beskæftigede med netop den bestemte Virksomhed, og hos dem kan Øvelsen uden videre forudsættes at have naat sit Højdepunkt. Men i Laboratorierne, hvor det dog som oftest ikke er Forsøgspersonernes daglige Beskæftigelse at løfte Vægtlodder, kan man narre sig

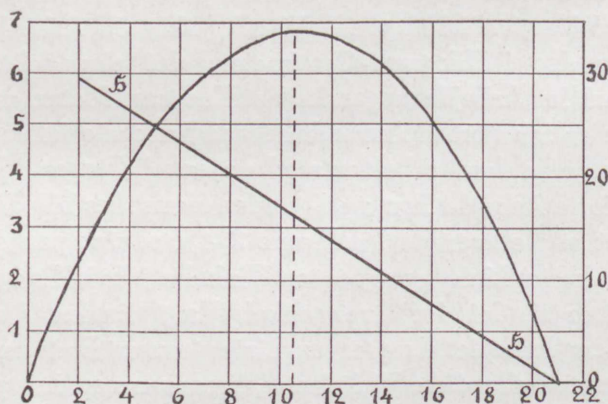


Fig. 12.

selv slemt ved ikke at tage Øvelsens Indflydelse med i Beregning.

Efter saaledes at have gjort Rede for, hvorledes en Bestemmelse af Arbejdets Afhængighed af den løftede Vægts Størrelse maa udføres, kan vi gaa over til at se paa Resultaterne. De fremstilles lettest billedligt, som vist i Fig. 12. Ud ad en vandret Linie afsættes Længder, der svarer til Størrelsen af de løftede Vægte: 2, 4, 6 o. s. v. kg. I hvert af disse Punkter oprejses en Vinkelret, hvis Længde gøres lig den ved Forsøget fundne Løftehøjde, og det viser sig nu, at Endepunkterne af disse Linier ligger paa

en ret Linie, HH. Af Figuren ses altsaa umiddelbart, at *Løftehøjden bliver desto mindre, jo større den løftede Vægt er; Belastning og Løftehøjde staar i omvendt Forhold til hinanden.*

Det kan nu ogsaa nemt regnes ud, hvormeget Arbejde Musklen udfører, hver Gang den løfter en af de angivne Vægte. Tallene til venstre paa Figuren angiver Løftehøjden i Centimeter, og Størrelsen af Arbejdet faar man ved at multiplicere Løftehøjden med Vægten i Kilogram. Vi udtrykker da Arbejdets Størrelse i Kilogram-Centimeter; det almindeligste Maal for Arbejde er ganske vist Kilogram-Meter, men det er for stort til Anvendelse ved Laboratorieforsøg, hvor man kun arbejder med en enkelt Finger. Det udførte Arbejde kan nu ligeledes fremstilles billedligt, idet vi i ethvert af Punkterne 2, 4, 6 o. s. v. paa den vandrette Linie oprejser en Vinkelret, hvis Længde svarer til det for hver enkelt Vægt fundne Antal kg-cm Arbejde. Lægges en Linie gennem Endepunkterne af alle disse Vinkelrette, fremkommer den paa Figuren viste Kurve. Tallene tilhøjre angiver de udførte Arbejdsmængder i kg-cm.

Af denne Figur kan nu udledes en hel Række meget vigtige Sætninger. Umiddelbart ses, at den største Mængde Arbejde, Musklerne kan yde, faas ved en vis middelstor Belastning; den punkterede Linie er trukket fra Kurvens Toppunkt og rammer Grundlinien ved 10,5 kg. Det er Halvdelen af den Vægt, 21 kg, som Musklen netop ikke kan løfte. Om det nøjagtigt bliver Halvdelen, kan naturligvis ikke ses af Figuren, men ved matematiske Beregninger, som vi ikke kan gaa ind paa her, lader det sig godtgøre at: *det største Arbejde, en Muskel kan udføre ved et enkelt Træk, faas, naar den løftede*

Vægt er Halvdelen af den, som Musklen netop ikke kan løfte.

Naar det største Arbejde naas ved en bestemt Vægt, maa dertil ogsaa svare en bestemt Løftehøjde. Af Fig. 12 ses, at denne ved det paagældende Forsøg har været lidt over 3 cm (32 mm). Ved dette Forsøg blev der imidlertid sørget for, at Musklen ikke trættedes, saa at hver enkelt Træk gav lige meget Arbejde. Men hvis man nu arbejder i et hastigere Tempo, saa at Musklerne trættes, hvorledes vil det saa gaa? Hvorledes skal man i saa Fald afpasse Vægt og Løftehøjde, for at faa den størst mulige Arbejdsydelse? Herpaa giver vor tidligere Forsøg Svar. Fig. 8 viser, hvorledes Løftehøjderne varierer, naar man stadig arbejder med samme Vægt i et eller andet hurtigt Tempo. Højderne bliver mindre og mindre, indtil Vægten tilsidst slet ikke kan løftes. Det er altsaa indlysende, at man i Længden ikke faar den største Arbejdsmængde ved at arbejde med samme Vægt; man maa formindske Vægten, efterhaanden som Musklerne trættes. Men naar Vægten bliver mindre, voxer Løftehøjden. Spørgsmaalet bliver altsaa dette: skal ogsaa Løftehøjden forandres, eller faar man den størst mulige Arbejdsmængde ved en konstant Løftehøjde? Herover er anstillet mange Forsøg paa meget forskellig Maade, men Resultatet bliver stadig det samme: *Naar en Muskel trættes ved fortsat Arbejde, vil den yde den størst mulige Arbejdsmængde, naar den løftede Vægt formindskes saaledes, at Løftehøjden bliver uforandret, altsaa beholder den Størrelse, som for den utrættede Muskel giver størst Arbejdsydelse.* Denne vil være den gunstigste, den optimale Løftehøjde.

I Forsøget Fig. 12 fandt vi, at den optimale Løfte-

højde var 32 mm for en enkelt Fingers Muskler; den forandrer iøvrigt ikke sin Størrelse, hvis alle Fingrene arbejder sammen paa samme Maade. At denne Løftehøjde virkelig giver den maximale Arbejdsydelse vil kunne sees af det nederste Ergogram i Fig. 8. Dette blev, som tidligere omtalt, netop udført paa den Maade, at Vægten formindsledes, saasnart Løftehøjden var sunken til 30 mm. Det ses tydeligt af Figuren, at Arbejdet voxer ganske lidt, hver Gang Vægten saaledes formindskes, fordi Løftehøjden derved igen stiger til den optimale Størrelse. Paa samme Maade blev ogsaa Forsøget i Fig. 10 udført, og alle disse Ergogrammer udmærker sig altsaa derved, at de viser os det største Arbejde, som de paagældende Muskler paa nogen Maade vil være istand til at præstere.

Det er en for alt legemligt Arbejde overordenlig vigtig Sætning, vi her er komne til. Da vi i Længden faar den største Arbejdsmængde, naar Vægten afpasses saaledes, at den kan løftes til den bestemte, optimale Højde, saa maa det aabenbart trætte Musklerne mindst at trække sig netop saa meget sammen. Om man saa derved løfter en stor eller en lille Byrde, maa være ret ligegyldigt; det trætter altid mindst, naar man saa vidt muligt afpasser Bevægelsen saaledes, at Byrden løftes den optimale Højde. I mange Virksomheder benyttes Maskiner og Redskaber, der tvinger de arbejdende Muskler til at udføre Bevægelser af ganske bestemt Størrelse; det gælder derfor om, at disse Bevægelser netop har den rette Størrelse. Der kan heller ingen Tvivl være om, at man i Tidens Løb virkelig ved at prøve sig frem har fundet de gunstigste Længder. Saaledes har Haandsving, der findes i mangfoldige Maskiner, altid en

Længde af omkring 42 cm; det vil aabenbart være den Størrelse, der for en voxen Mand giver den gunstigste Bevægelse af Armene. Et andet Redskab, der for saa vidt har større Interesse, fordi de fleste benytter det daglig, er Trapperne i vore Huse. Naar man gaar op ad Trapperne, skal hvert enkelt Bens Muskler løfte hele Kroppens Vægt, altsaa en ikke ganske ringe Byrde. For den, der kun en enkelt Gang gaar op og ned, har dette Arbejde vel ikke meget at sige, men for et Postbud, som i Dagens Løb maaske gaar nogle hundrede Gange op og ned til de øverste Etager, kan Arbejdet blive betydeligt. Trappetrinenes Højde, som aabenbart bliver Musklernes Løftehøjde, skulde derfor ikke gerne afvige alt for meget fra den optimale. Da der nu gives baade langbenede og kortbenede Mennesker, er det umuligt at stille alle tilfreds, men Trappetrinenes almindelige Højde, omkring 17 cm, passer vist godt for Gennemsnitet. De Stiger, ad hvilke Murerne bærer tunge Byrder op, har derimod en Trindhøjde af 21 cm, men de er jo ogsaa udelukkende beregnede til voxne Mænd, og det vilde være besynderligt, om man ikke i Aarhundredernes Løb havde fundet netop den rette Højde.

Da det i mange Tilfælde kan være af Betydning at kende den gunstigste Løftehøjde, vil det være ønskeligt at have en nem Metode til at bestemme den. Ved praktiske Undersøgelser kan man ikke ret vel gøre saa mange Forsøg, som vi her har maattet anstille for at komme til en Bestemmelse. Men af disse Forsøgs Resultater, som er fremstillede i Fig. 12, lader sig da ogsaa en meget nemmere Metode udlæde. Vi fandt nemlig, at en Muskel udfører maximalt Arbejde, naar den løftede Vægt er Halvdelen af den,

som Musklen netop ikke kan løfte. Det maximale Arbejde faar vi imidlertid ved den optimale Løftehøjde, følgelig er denne ligefrem den Højde, hvortil en Muskel kan løfte Halvdelen af den Vægt, som den netop ikke kan løfte. Hele Undersøgelsen indskrænker sig saaledes til at finde Størrelsen af den mindste Vægt, som Musklerne ikke kan løfte. Det er en saare nem Sag, thi denne Størrelse findes ved en Fjedervægt, hvis Fjeder er saa stram, at den kun bevæges meget lidt. Det Træk, som Musklen kan udøve i en saadan Vægt, vil være den største Vægt, der lige netop kan løftes, hvilket praktisk talt bliver det samme som den mindste Vægt, der netop ikke kan løftes. Kender man saaledes denne Størrelse, kan det næppe volde Vanskelighed at prøve, hvor højt Musklen kan løfte den halve Vægt, og denne Højde er da netop den gunstigste Løftehøjde.

Den Sætning, der her er anvendt til at finde den optimale Løftehøjde, kan kort udtrykkes saaledes: *Den størst mulige Arbejdsydelse af en Muskel er bestemt ved den gunstigste Løftehøjde multipliceret med Halvdelen af den Vægt, Musklen netop ikke kan løfte.* En Fjedervægt-Ergograf angiver kun det største Tryk, som Musklen under voxende Træthed er istand til at udøve, hvilket som sagt er ensbetydende med den Vægt, der netop ikke kan løftes. Multiplicerer man altsaa Halvdelen af hvert enkelt Tryks Størrelse med den optimale Løftehøjde, har man netop det største Arbejde, Musklen vilde have været istand til at udføre i hvert enkelt Øjeblik. Paa denne Maade kan man altsaa ved Hjælp af Fjedervægt-Ergografen komme til det samme Resultat, som ellers vilde kræve den ret vidtløftige Metode med Forandring af Vægtloddernes Størrelse under Arbejdet. At Resultatet

virkelig bliver det samme, ser man ved Sammenligning af det nederste Ergogram i Fig. 8 med det tilsvarende i Fig. 9. Det første er fundet ved Forandring af Vægtene, saa at den optimale Løftehøjde blev bevaret. Det sidste er beregnet ved at multiplicere Fjedervægtens halve Tryk med den optimale Løftehøjde. Forskellen mellem de to Arbejdskurver er ikke større, end at den kan skyldes Forsøgspersonens forskellige Disposition paa de to Arbejdsdage.

Af det med Fjedervægten udførte Ergogram kan vi altsaa regne os til det største Arbejde, Musklen kunde have præsteret, men vi maaler det ikke. Det Arbejde, der i Virkeligheden udføres, naar man trækker i Fjedervægten, er overordenlig ringe; er Fjederen tilstrækkelig stram, bliver der slet intet ydre Arbejde præsteret. Der er ganske vist en Modstand — Fjederens Spænding — at overvinde, og Muskens Træk for at overvinde Modstanden maales, men kommer der ingen Bevægelse istand, bliver der heller intet Arbejde udført. Lægger man et Tov omkring Rundetaarn, kan man lade mange Mand hale i Tovet og udøve et stort Træk, men da Taarnef ikke flytter sig, udføres der intet Arbejde. Ikke desto mindre vil de arbejdende Muskler trættes og tilmed ligesaa meget, som om de havde udført det størst mulige Arbejde. Det ses ved en Sammenligning af de to overensstemmende Ergogrammer i Fig. 8 og 9. Iøvrigt kan man nemt overbevise sig om, at en Muskel virkelig kan trættes, selv om den intet Arbejde udfører. Man behøver blot at tage en Vægt paa nogle Kilogram i Haanden og holde Armen vandret udstrakt; mange Minuter holder man den ikke i den Stilling. Da Musklerne altsaa faktisk trættes, maa

der utvivlsomt ogsaa finde et Energiforbrug Sted ved en saadan *statisk Virksomhed*. Hvorvidt dette er rigtigt, kan man imidlertid kun faa afgjort ved at maale den med Virksomheden følgende Forandring i Stofskiftet. Herpaa skal vi gaa nærmere ind i næste Afsnit.

KAP. 6. STOFSKIFTEMAALINGER

I Tidens Løb har Fysiologerne bestemt Stofskiftet hos al Slags Levende ligefra udpræparerede Frømuskler til Dyr og Mennesker. Varigheden af disse Forsøg har været overordenlig forskellig, varierende fra de faa Sekunder, en Frømuskel bruger til at trække sig sammen nogle Gange, indtil Dage og Uger, i hvilke man har holdt Dyr og Mennesker indelukkede i Stofskifteapparaterne. Forsøg af saa forskellig Art og Udstrækning kan selvfølgelig ikke anstilles paa samme Maade; man kan ikke behandle et levende Menneske, hvis Stofskifte undersøges under en eller anden Virksomhed, ligesom et afskaaret Frølaar. Alene Pladshensyn vilde umuliggøre en Udredning af alle de forskellige Metoder, der er anvendte ved disse Forsøg. Hertil kommer yderligere, at en saadan Fremstilling vilde kræve mange Afbildninger og indgaaende Forklaringer af de ret sammensatte videnskabelige Apparater, som næppe kunde paaregne nogen Interesse hos Lægfolk. Jeg maa derfor indskrænke mig til at gøre Rede for tre Hovedpunkter: for det første Stofskiftemaalingerne almindelige Principer, for det andet en af de enkleste experimentale Metoder, som har fundet Anvendelse, og for det tredje de Resultater af Maalingerne, som har særlig Betydning for vort Øjemed.

Det blev i Slutningen af Kap. 3 omtalt, at et Organ kun kan arbejde paa Bekostning af de levende Æggehvidestoffers kemiske Energi. Derved sønderdeles disse Stoffer, og hvad Organismen ikke mere kan bruge, udskilles sluttelig især gennem Lungerne i Form af Kulsyre og Vanddamp. Hvad der herved foregaar, er en langsom Forbrænding, idet de ubrugbare Stoffer forbinder sig med den Ilt, som Blodet har optaget fra Luften i Lungerne. Fra denne Forbrænding hidrører den dyriske Varme. Selv naar Organismen befinder sig i fuldstændig Ro, foregaar der stadig betydelige Stofomsætninger i de forskellige Organer, især i Musklerne, og derved udvikles en ikke ringe Mængde Varme. Ved Forsøg har man fundet, at den Varmemængde, der i Løbet af 24 Timer udvikles af en voksen Mand i fuldstændig legemlig og aandelig Ro, vil være tilstrækkelig til at opvarme 22 kg Vand fra 0° til 100° C. Hvis vi ved en *Varmeenhed* eller *Kalorie* forstaar den Mængde Varme, der kræves til at opvarme 1 kg. Vand 1° C., saa kan man altsaa sige, at en Mand i 24 Timer producerer 2200 Kalorier. Hele denne Varmemængde hidrører altsaa kun fra de Stofomsætninger, der er strengt nødvendige til Livsfunktionernes Vedligeholdelse.

Begynder Manden nu at arbejde, forøges Stofomsætningen især i de arbejdende Organer. Der dannes altsaa her flere ubrugbare Stoffer, Dissimilationsprodukter, som Organismen maa skille sig af med. Dette kan imidlertid kun ske, naar der optages en tilsvarende større Mængde Ilt, tilstrækkelig til at forbrænde de paagældende Stoffer til Kulsyre og Vand. Derfor indtræder der uvilkaarlig en Forøgelse af Aandedrættet, som bliver baade hyppigere

og dybere, hvilket er velkendt fra anstrengende legemligt Arbejde. Da der saaledes i en vis Tid, f. Ex. en Time, under Arbejdet omsættes en større Mængde Stof end i samme Tid i Hvile, maa Varmeudviklingen nødvendigvis blive større. At man virkelig bliver varm ved stærkt legemligt Arbejde, er ligeledes en bekendt Sag. Kender man den Mængde Varme, som Forsøgspersonen producerer i Hvile, og maaler man den Mængde, der udvikles i samme Tid under Arbejdet, maa Forskellen mellem disse to Størrelser aabenbart være Maal for den Stofskifteforøgelse, som Arbejdet har medført. Et andet Maal maa vi kunne faa ved at bestemme Iltoptagelsen. Kan vi paa en eller anden Maade finde, hvormeget Ilt der optages i en vis Tid saavel i Hvile som under Arbejdet, maa Forskellen mellem disse to Størrelser ligeledes udtrykke den forøgede Stofomsætning.

Mellem vore to Maal for Stofskiftet, den optagne Ilt og den udviklede Varme, maa der bestaa et bestemt Forhold. Kemien lærer os nemlig, at der altid udvikles en konstant Varmemængde, naar bestemte Vægtmængder af to Stoffer — vi kan kalde dem A og B — gaar i Forbindelse med hinanden til et nyt Stof, AB. For Varmeudviklingens Størrelse er det ganske ligegyldigt, om den nye Forbindelse danner sig umiddelbart af de to Stoffer eller gennem en hel Række Mellemlid. Hvis A f. Ex. først gaar i Forbindelse med en Del af B, og det derved fremkomne Stof saa forbinder sig med Resten af B, vil Summen af de fremkomne Varmemængder nøjagtig være den samme, som hvis A strax havde forbundet sig med den hele Mængde B til Stoffet AB. Denne Sætning er af største Betydning for Bestemmelsen af Forholdet mellem Organismens Varmeudvikling og Iltopta-

gelse. Thi fra Omverdenen optager Organismen kun Næringsmidler og Ilt. Ved Næringsmidlernes Omdannelse i forskellige Forbindelser med Ilt fremkommer de mangfoldige sammensatte Stoffer, hvoraf Organismen er bygget op. Og naar disse Stoffer igen sønderdeles og sluttelig forbinder sig med nye Mængder af Ilt til Kulsyre og Vand, saa maa alle de kemiske Processer, der foregaar fra Næringsmidlernes Indtrædelse i Organismen og indtil deres endelige Udskillelse, give nøjagtig den samme Mængde Varme, som man vilde faa ved ligefrem at brænde det bestemte Kvantum Føde.

At dette virkelig er rigtigt, er godtgjort ved meget omhyggelige Forsøg. Man har havt Mennesker i 4—5 Dage anbragte i Stofskifteapparater, der tillod at maale hele den udviklede Varmemængde. Disse Forsøgspersoner fik daglig en afvejet Mængde Føde, hvis Indhold af vore vigtigste Næringsstoffer: Stivelse, Sukker, Fedt og Æggehvide var bekendt. Kemikeren veed nu nøjagtigt, hvormegen Varme der udvikles ved Forbrænding af 1 Gram af ethvert af disse Stoffer. Følgelig er det let at regne ud, hvormegen Varme en Forsøgsperson er istand til at præstere, naar han har fortæret bekendte Mængder af de forskellige Stoffer. Netop saa megen Varme kan Forsøgspersonen imidlertid ikke udvikle, thi den optagne Føde omdannes ikke i Organismen helt og holdent til Kulsyre, Vand og frit Kvælstof, hvilket sker ved Forbrændingen. Organismen udskiller gennem Nyrer og Tarme ogsaa andre Stoffer, og disse indeholder en Del af Fødens Energi. Men opsamler man alle disse under Forsøget udskilte Stoffer og bestemmer den Varmemængde, de kan give ved Forbrænding, saa skulde Summen af denne Varmemængde og den

af Organismen producerede netop blive lig den, der kan faas ved Fødens Forbrænding. Det stemmer nøjagtigt.

Det forstaas nu let, at det teoretisk er ganske ligegyldigt, om man ved Undersøgelser over Stofskiftet maaler den udviklede Varme eller den optagne Ilt. Thi den Mængde Varme, der udvikles, vil nøjagtig være den samme som den, man vilde faa, hvis den optagne Iltmængde blev anvendt til fuldstændig Forbrænding af et vist Kvantum Føde. I praktisk Henseende er der imidlertid den overordenlig store Forskel paa de to Arter af Maalinger, at Varmebestemmelserne kræver et meget større, vidtløftigere og kostbarere Apparat end Iltbestemmelserne. Som vi strax i det følgende skal se, er de sidste heller ikke lige at løbe til, men de er dog overordenlig meget nemmere at udføre end Varmemaalingerne. Tilmed har de den store Fordel, at man kan følge Forandringerne i Iltoptagelsen fra Minut til Minut, medens man kun kan bestemme den udviklede Varmemængde for længere Tidsrum. Hvis man altsaa f. Ex. ønsker at udrede den Forandring i Stofskiftet, som indtræder, idet et Menneske gaar over fra Hvile til Arbejde eller omvendt, saa er der næppe nogen anden brugbar Metode end Maaling af Iltmængden. I mange Tilfælde vil man altsaa med Fordel kunne indskrænke sig til Iltbestemmelser. Men det er indlysende, at Beviset for, at Organismens Varmeutvikling svarer til den fuldstændige Forbrænding af det samme Kvantum Fødemidler, kun har kunnet føres ved Hjælp af nøjagtige Varmemaalinger.

Endnu er blot at bemærke, at man kan regne sig til den udviklede Varmemængde, naar man veed, hvormeget Ilt der er optaget. De forskellige Nærings-

stoffer giver dog ikke ganske den samme Varmemængde. Naar 1 Liter Ilt optages, faar man 4,5 Kalorier ved Omsætning af Æggehvite i Organismen, derimod 4,7 Kal. ved Omsætning af Fedt og 5,0 Kal. for Stivelse og Sukker. Hvis man ved et Stofskifteforsøg vil omregne Iltmængden i Varmemaal, er det altsaa nødvendigt at vide, hvormeget Forsøgspersonen har optaget af de forkellige Næringsmidler. I mange Tilfælde vil en saadan Omregning dog være ganske overflødig. Drejer det sig f. Ex. blot om at bestemme Forskellen mellem Stofskiftet i Hvile og under Arbejde, vil Differenserne i Iltmængderne være fuldstændig tilstrækkelige. Paa samme Maade kan man ogsaa bestemme Forskellen mellem Stofskiftet ved forskellige Arbejder, selv om disse ikke udføres paa samme Dag. Det vil dog i saa Fald være nødvendigt, at Forsøgspersonen fører et nogenlunde regelmæssigt Levned, lever af ret ensartet Kost, for at der fra Dag til Dag til de samme Iltmængder kan svare saa nær som mulig samme Varmemængde.

Ikke sjældent har Fysiologerne endda gjort Stofskiftemaalingerne endnu nemmere ved blot at bestemme den udaandede Kulsyre; den maales hurtigere og sikrere end den optagne Ilt. Den kunde ogsaa godt bruges som Maal, da der til en vis Mængde optagen Ilt altid vil svare en bestemt Mængde produceret Kulsyre. Men Ulempen er, at den producerede Kulsyre ikke altid udaandes fuldstændigt. Organismen kan oplagre en Del af Kulsyren i Blodet og Vævene, og ved en senere Lejlighed kan større eller mindre Mængder af dette Lager „udluftes“. Der er saaledes Mulighed for, at man ved et Forsøg faar udaandet mindre Kulsyre, end der virkelig er dannet, og saa ved et andet Forsøg

faar for meget. Kulsyren er derfor ikke et ligesaa paalideligt Maal for Stofskiftet som Ilten, undtagen ved langvarige og anstrengende legemlige Arbejder, hvor den Mængde Kulsyre, der overhovedet kan udluftes (5 til 25 Liter) er ganske forsvindende i Sammenligning med den Mængde, der i det hele udaandes. Ved aandeligt Arbejde, hvor Stofskifteforøgelsen kun er meget ringe, er det sikrest at holde sig til Iltoptagelsen, skønt der sjældent finder nogen Kulsyreudluftning Sted.

Efter at der saaledes er gjort Rede for, hvad det drejer sig om at bestemme ved Stofskifteundersøgelser, gaar vi over til at paavise, hvorledes disse Maalinger kan udføres. En Beskrivelse af Apparater til Varmemaaling vilde blive altfor vidtløftig; vi indskrænker os derfor til at se paa de langt nemmere Forsøg med Iltbestemmelse. Da det herved drejer sig om at faa maalt, hvormegen Ilt Forsøgspersonen har optaget i bestemte Tidsrum, maa man kende nøjagtigt, hvormegen Luft der er indaandet, og man maa opsamle Udaandingsluften for at kunne undersøge, hvor stor en Del af Ilten der er optaget af Lungerne. I dette Øjemed anbringes paa Forsøgspersonen en Respirationsmaske, som vist i Fig. 13. Det er en let Bliktragt, der indvendig tildels er fyldt med en plastisk Masse, som nøjagtigt er formet efter Forsøgspersonens Ansigt. Masken dækker over Næse og Mund, slutter lufttæt til Huden og holdes fast til Hovedet ved elastiske Baand. Fra det indre Hulrum udgaar en vid Gummislang, der deler sig i to Grene; hver af disse er forsynet med en Ventil. Naar Forsøgspersonen aander ind, aabner den ene Ventil sig og lader Luft strømme ind, medens den anden lukker sig. Naar han derefter aander ud, lukker den

første Ventil sig, medens den anden aabner sig. Dette vil med andre Ord føre til, at han gennem den ene Gren stadig modtager frisk Luft udefra, medens den udaandede Luft gaar bort gennem den anden Gren.

Denne udaandede Luft skal nu opsamles for bag- efter at kunne undersøges. Opsamlingen sker i et saakaldt *Spirometer*, en stor Metalklokke, der er sænket ned i en Beholder fyldt med Vand og nøj-

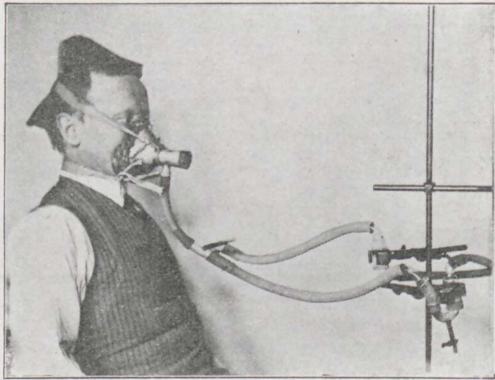


Fig. 13.

agtig afballanceret med Vægtlodder. Luften kommer ind under Klokken gennem et Rør, der gaar op gennem Vandet, og den hæver efterhaanden Klokken tilvejs. I Fig. 14 ses to saadanne Spirometre, mærkede I og II. Man har gerne to af dem, for at man, medens det ene bliver fyldt, kan tage Luftprøver af det andet og tømme dette. Naar f. Ex. I er fyldt, ledes Udaandingsluften til II, og imens tages Prøverne af I. Paa denne Maade kan man blive ved, saa længe det skal være, og man kan undersøge de mulige Forandringer i Udaandingsluften selv for ret korte Tidsrum.

Fig. 14 viser iøvrigt Opstillingen af alle de til Maalingerne nødvendige Apparater. Disse har sær-

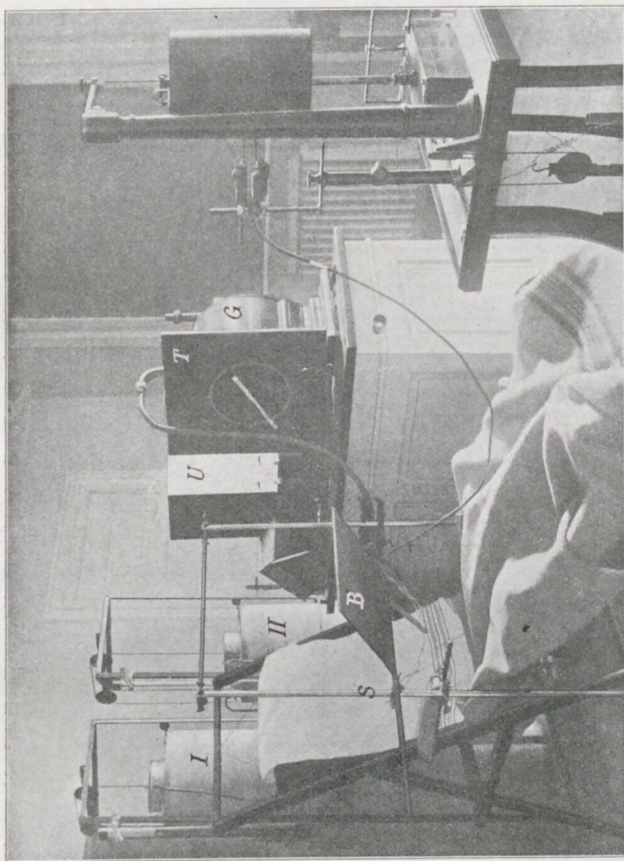


Fig. 14.

lig været anvendte til Undersøgelse af Stofskiftet ved aandeligt Arbejde, hvor Forsøgspersonen sidder i en magelig Stol med vandret udstrakte Ben og dækket af et Tæppe. Foran ham findes den lille Bordplade B, som paa Stativet S kan indstilles i passende

Højde og Hældning, saa at Forsøgspersonen bekvemt kan have Arbejdet, en Bog, Opgaver eller lignende liggende derpaa. Hvis det derimod er legemligt Arbejde, der skal udføres, maa Liggestolen med Tilbehør fjernes, og istedet for den anbringes f. Ex. den i Fig. 5 viste Ergograf.

Som ovenfor omtalt maa man kende Rumfanget af den indaandede Luft for deraf at kunne beregne den Mængde Ilt, der optages i en given Tid. I dette Øjemed staar den Gummislange, gennem hvilken Forsøgspersonen aander ind, i Forbindelse med Gasuret G. Det er indrettet ligesom de Apparater, der tjener til Maaling af Gas i Husene, men den indvendige Tromle, ved hvis Omdrejninger Gassen maales, er her forsynet med en Viser, der ses foran den firkantede Træplade T. Denne Viser drejer sig med Tromlen, og hver Gang den har udført en kvart Omdrejning, lukker den en elektrisk Strøm og sætter derved et Mærke paa den Kymograficylinder, der ses i Forgrunden tilhøjre. Kymografen er indrettet ganske som den, der er vist og beskrevet ved Fig. 6, kun bliver den Viser, der sætter Mærkerne paa Tromlen, sat i Bevægelse af en elektrisk Strøm og ikke af en Snor. Paa samme Maade indtegnes ogsaa Tiden paa Cylinderen. Hertil tjener et Ur, som findes i den firkantede Kasse U; hvert 20. Sekund lukker dette Ur en elektrisk Strøm og sætter derved et Mærke paa Kymografstromlen. Urets og Gasurets Mærker kommer til at staa i to Rækker tæt over hinanden, og man kan da efter Forsøgets Slutning tælle op, hvormange kvart Omdrejninger Gasuret har gjort i Minutet. Da man veed, hvormange cm^3 Luft, der passerer gennem Gasuret for hver Omdrejning, kan man altsaa let regne ud, hvormegen

Luft Forsøgspersonen har indaandet i ethvert givet Øjeblik.

Vi kender saaledes Aandefanget, det Rumfang Luft, Forsøgspersonen indaander i hvert Sekund. Ved en kemisk Undersøgelse af de Prøver, der er tagne af Udaandingsluften, kan man bestemme, hvormegen llt der er optaget, og hvormegen Kulsyre der er udaandet i hvert Sekund. Hvis man paa denne Maade bestemmer Forsøgspersonens Stofskifte, naar han først sidder i nogen Tid fuldstændig rolig og derefter arbejder, saa vil Forskellen mellem disse Størrelser aabenbart vise, hvilken Forøgelse af Stofskiftet Arbejdet har medført. Da vi tilmed kan følge Forandringerne i Stofskiftet fra Minut til Minut, kan vi ogsaa faa Rede paa, hvorledes Stofskiftet varierer med voxende Træthed. I et følgende Afsnit skal vi beskæftige os med de Resultater, man er kommen til for det aandelige Arbejdes Vedkommende; her holder vi os udelukkende til Muskelarbejdet. Der er en hel Række interessante Problemer, som man har faaet løst — og kun har kunnet faa Løsning paa — gennem Stofskifteundersøgelser. Vi skal strax gaa nærmere ind paa nogle af de vigtigste.

Alle de omtalte Apparater vil ifølge Sagens Natur kun kunne anvendes, naar Forsøgspersonen kan sidde nogenlunde stille under Arbejdet. De Gummislanger, der forbinder Respirationsmasken med Gasuret og Spirometrene, maa nemlig være ganske korte, saa at der kun er ringe Frihed til at bevæge Hovedet, og om større Bevægelser under Forsøgene kan der slet ikke være Tale. Det har imidlertid sin store Interesse ogsaa at kunne undersøge de Stofskifteforandringer, der finder Sted under Marsch, ved Bjergbestigninger o. l. I saa Fald maa Apparaterne

naturligvis anbringes paa selve Forsøgspersonen; Fig. 15 viser et af Fysiologen Zuntz hertil konstrueret Apparat. Respirationsmasken dækker kun Munden, medens Næsen holdes lukket ved en Klemme. Udaandingsluften passerer Gasuret, som Forsøgspersonen har paa Ryggen; det er et saakaldt „tørt“,

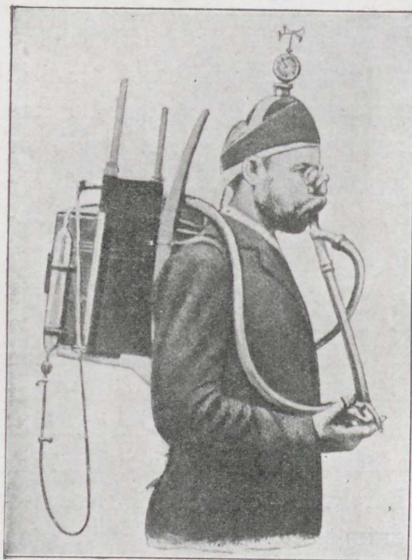


Fig. 15 (efter Zuntz).

meget let Maaleapparat. Fra dette gaar ved hvert enkelt Aandedrag en ganske ringe Del af Udaandingsluften ind i den paa Siden anbragte Glasbeholder, hvor den opbevares til kemisk Undersøgelse. Paa denne Maade maales kun den hele under Forsøget udaandede Luftmængde, ligesom der ogsaa kun bestemmes det gennemsnitlige Indhold

af Kulsyre og Ilt. En Undersøgelse af Stofskiftets Forandringer, efterhaanden som Arbejdet skrider frem, er her udelukket. Men hvis man med et enkelt Apparat kunde opnaa det samme som med et stort Laboratoireudstyr, vilde dette jo være aldeles overflødig.

Vi veed nu, hvorledes Stofskifteundersøgelser kan udføres, og gaar derefter over til i Korthed at gøre Rede for de væsentligste Resultater, som er vundne ad den Vej. Først og fremmest viser disse Forsøg,

som det var at vente, at Stofomsætningen og dermed Varmeudviklingen altid er større under legemligt Arbejde end i Hvile. Dette viser altsaa, at Arbejde kun kan udføres paa Bekostning af Musklernes kemiske Energi, og *jo større den udførte Arbejdsmængde er, desto større finder man ogsaa Energiforbruget.* Der er dog ikke noget konstant Forhold mellem Mængden af udført Arbejde og forbrugt Energi; Forholdet er afhængigt dels af, hvilke Muskler der arbejder, og dels af, hvorledes de arbejder. Dette er aabenbart af stor praktisk Betydning, thi jo mere Arbejde man faar ved et bestemt Energiforbrug, jo større med andre Ord Nytttevirkningen er, desto mere økonomisk arbejdes der. At beregne Nytttevirkningen er nemt nok, naar man har maalt den udførte Arbejdsmængde og den samtidige Varmeudvikling. Fysiken lærer os nemlig, at der til en Varmeenhed svarer 425 Kilo-grammeter Arbejde, hvilket vil sige, at netop den Arbejdsmængde vil, omsat til Varme, frembringe en Varmeenhed. Man kan saaledes altid regne Arbejde om i Varmemaal, eller omvendt. Naar den kemiske Energi ved Musklernes Virksomhed omsættes dels i Varme, dels i Arbejde, saa vil den hele omsatte Energimængde altsaa være Summen af disse to Energier udtrykt i samme Maal, altsaa f. Ex. som Varme. Og Nytttevirkningen bliver da Forholdet mellem den Mængde Energi, der bliver til Arbejde, og den hele omsatte Mængde.

Ved Undersøgelse af forskellige Muskellarbejder har man fundet: *at Nytttevirkningen er afhængig af Løftehøjden og størst ved den optimale Løftehøjde.* Dette interessante Resultat forklarer altsaa, hvorfor de ergografiske Maalinger giver den største Mængde Arbejde med den mindst mulige Træthed netop ved

den optimale Løftehøjde. Naar Musklen kan komme til at trække sig sammen til en ganske bestemt Længde, vil saa meget som muligt af den kemiske Energi blive til Arbejde; forkorter Musklen sig derimod mere eller mindre, faar man altid forholdsvis mindre Arbejde og mere Varme. Det er derfor let forstaaeligt, at man ved forskellige Muskelarbejder har fundet ret forskellige Nyttevirkninger. Den største Nyttevirkning, omtrent 33 %, har man fundet ved Bevægelser opad ret stejle Bakker; her vil Forsøgspersonen rimeligvis ganske uvilkaarligt ved ethvert Skridt løfte Foden omtrent til den optimale Højde, saa at Resultatet er let forklarligt. Ved Cyklekørsel skulde man vente at finde den samme Nyttevirkning, da Bevægelsen er ganske den samme som ved Gang opad Bakke, og Pedallængden kan afpasses efter den kørendes optimale Løftehøjde. Man finder imidlertid kun en Nyttevirkning paa 20 %, hvilket formodes at hidrøre fra, at en hel Del Energi medgaar til at holde Kroppen i Ligevægt, uden at der derved frembringes ydre Arbejde. Af omtrent samme Størrelse, 20—25 %, er Nyttevirkningen, naar der arbejdes med Armene ved Hjælp af en eller anden Maskine.

De ergografiske Maalinger viste, at Musklerne trættes, saasnt de udøver et Træk eller i det hele holdes spændte, selv om der derved ikke udføres noget Arbejde. I Overensstemmelse hermed fremgaar af Stofskiftemaalingerne, at der ved saadanne Muskelspændinger, *statisk Virksomhed*, forbruges Energi ligesaa vel som ved Arbejde. Noget bestemt Forhold mellem de Energier, som kræves til i en vis Tid at løfte en Byrde fra een Stilling til en anden og til at bære den i den sidste Stilling, lader sig naturligvis ikke angive. Thi da Musklers Nytte-

virkning er afhængig af Løftehøjden, maa Energiforbruget variere med Løftehøjden og den Stilling, i hvilken Vægten skal bæres. Maalingerne viser imidlertid, *at der kun er ringe Forskel paa Energiforbruget, naar man løfter en Byrde fra en Stilling til en anden, eller bærer den ligesaa længe i denne sidste Stilling, eller atter sænker den herfra til Udgangstillingen.* Den praktiske Betydning heraf er aabenbart, at Energiforbruget egenlig kun er afhængigt af Muskelspændingen og den Tid, i hvilken den vedligeholdes, derimod kun i ringe Grad af, om Byrden løftes, bæres eller sænkes. Hvis en Byrde skal løftes til bestemt Højde, vinder man altsaa intet ved at gøre det langsommere end nødvendigt af Hensyn til Muskelspændingen.

Lad os til nærmere Belysning af dette tage som Exempel Cykling op ad en lang Bakke. Herved udføres et bestemt Arbejde, idet den samlede Vægt af Rytter og Køretøj løftes en Vej, der er Bakkens lodrette Højde. Jo hurtigere man kører, desto større er Muskelspændingen, og følgelig trættes man hurtigere. Skal man naa op til Bakkens Top, maa man altsaa ikke køre hurtigere, end at Kræfterne kan slaa til. Men meget langsommere er det heller ikke heldigt at køre. Thi paa en Bakke skal der altid vedligeholdes en vis Muskelspænding for at forhindre Cyklen fra at trille baglæns, og dette Arbejde bliver desto større, jo længere Tid det varer. En ganske anden Sag er det, hvis man ved at bruge længere Tid tillige kan formindske Muskelspændingen. Dette opnaar man ved at køre i Zigzag op ad Bakken. Derved bliver Vejen og Tiden længere, men Bakken mindre stejl, saa at Muskelspændingen kan formindskes betydeligt; det bliver derfor den mindst anstrengende Maade at tage Bakken paa.

Ved alle Arbejder, hvor samme Muskelspænding skal vedligeholdes, vil Energiforbruget blive desto større, og Arbejdet desto mere trættende, jo længere det varer. Derfor bliver det mindre trættende at gaa ned ad Bakke end den samme Vej op ad Bakke, skønt Musklerne i begge Tilfælde ved hvert Skridt bærer hele Legemets Vægt. Men ved Bevægelsen nedefter forøger Tyngden Hastigheden, medens den formindsker Hastigheden, naar man gaar opad. Paa en brat men god Fjældsti stiger man saaledes i Almindelighed 300—400 m i Timen, men nedover bruger man til samme Vej kun lidt over en halv Time. Følgelig bliver Energiforbruget paa Vejen ned kun halvt saa stort som paa Vejen op, og hele Arbejdet er derfor virkelig mindre anstrengende.

Tilbage er endnu at gøre Rede for, hvorledes Stofskiftet varierer ved voxende Træthed. Vi har set, at Arbejdsydelsen stadig aftager, saafremt den Arbejdende anstrenger sig saa meget som muligt, og nærmer sig til en konstant Størrelse, hvis Byrden afpasses efter Musklernes Tilstand. Ligeledes har vi set, at Energiforbruget er desto større, jo større Arbejdsydelsen er. Det ligger da nær at formode, at Energiforbruget og følgelig ogsaa Stofskiftet vil aftage, naar Arbejdsydelsen synker med voxende Træthed. Bliver Nyttetvirkningen herved uforandret, hvilket vil være Tilfældet, hvis Byrden stadig løftes til optimal Højde, maa der bestaa et konstant Forhold mellem Stofskifte og Arbejdsydelse. Hvis Løftehøjden derimod aftager, hvilket f. Ex. vil ske ved Arbejde med Fjeder-Ergografen, saa synker Nyttetvirkningen, og følgelig aftager Stofskiftet ikke saa stærkt som Arbejdsydelsen. Disse forskellige Forhold mellem Arbejdsydelse og Stofskifte under Træthed er naturligvis kun underordnede Enkelt-

heder, som vi ikke skal gaa nærmere ind paa. Hovedsagen er, at *Stofskiftet aftager med voxende Træthed og tilsidst bliver ligesaa konstant som Arbejdsydelsen.*

Af Fig. 16 ses, at det virkelig forholder sig saaledes. Paa den vandrette Linie er afsat Tiden i Minuter. Den prikkede Kurve A er det udførte Ergogram; der blev arbejdet med hele Haanden i Tempoet

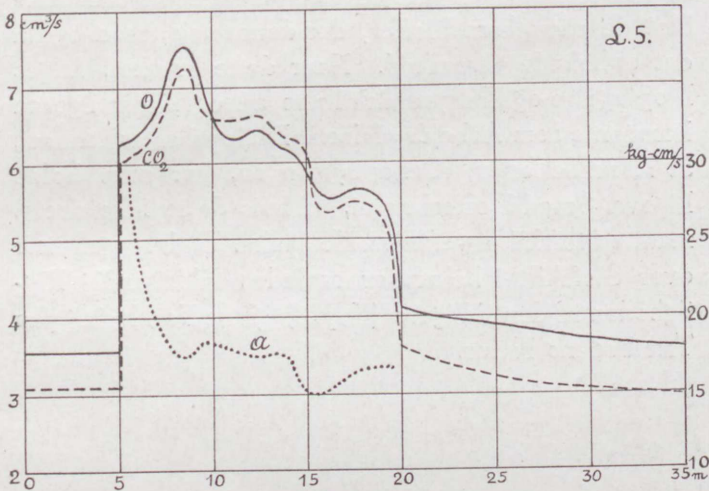


Fig. 16.

30 Træk pr. Min., og Størrelsen af det i hvert Sekund udførte Antal kg-cm . Arbejde kan aflæses paa Tallene tilhøjre. De to andre Kurver angiver Stofskiftet; den fuldt optrukne Linie O viser Størrelsen af Ilt-optagelsen, den punkterede Linie CO₂, af Kulsyreudskillelsen. Som Figuren viser, er Stofskiftet maalt i 5 Min. før Arbejdet begyndte og 15 Min. efter dets Ophør; derved faar man et godt Overblik over Stofskiftetilvæksten under Arbejdet. Man ser, at Stofskiftet ikke strax, men først nogle Minuter efter Arbejdets Begyndelse naaer sin største Værdi. Dette beror paa,

at Aandedrætets Forøgelse tildels fremkaldes ved de dannede Dissimilationsprodukter; efterhaanden som disse ophober sig, bliver Aandedrættet hyppigere og dybere. At de ubrugbare Stoffer virkelig ophober sig og ikke strax skaffes bort, ses deraf, at Kulsyreudskillelsen bliver større end Iltoptagelsen i nogen Tid efter, at denne har naaet sin største Værdi. Iltoptagelsen er her saa stor, at den forslaar til at bortskaffe ikke blot de ubrugbare Stoffer, der danner sig, men ogsaa det ophobede Overskud. Naar dette er sket, følges Iltoptagelse og Kulsyreudskillelse ad og bliver ligesaa konstante som Arbejdsydelsen. Dette viser aabenbart, at Assimilationen, Genopbygningen, her maa holde Ligevægt med Stofforbruget, thi hvis dette ikke skete, maatte Stofskiftet vedblivende synke. Undersøgelserne over Stofskiftet bekræfter saaledes fuldstændig Rigtigheden af den tidligere (Kap. 3) givne Forklaring paa Træthedens Natur.

KAP. 7. SJÆL OG HJERNE

HIDTIL har vi saa godt som udelukkende beskæftiget os med det legemlige Arbejde, der er et Resultat af Musklernes Virksomhed. Nu skulde vi gaa nærmere ind paa det saakaldte aandelige Arbejde, og Spørgsmaalet bliver da, om dette ogsaa tør antages at bero paa Virksomhed i et eller andet legemligt Organ. Det er ikke uden Betydning at faa dette Spørgsmaal besvaret. Drejer det sig nemlig om Virksomhed i et legemligt Organ, maa mange af de Love, der er paaviste for det legemlige Arbejde, ogsaa gælde for det aandelige. Der maa i saa Fald i det arbejdende Organ finde et Stofforbrug Sted, der delvis erstattes ved Ernæringsvirksomheden, og alle de Lovmæssigheder, der kun er Udtryk for det arbejdende Organs Stofskifteforhold, maa blive fælles for de to Arter af Arbejde. Hvis det aandelige Arbejde derimod er ganske uafhængigt af al legemlig Virksomhed, maa det rimeligvis følge ganske andre Love end det legemlige. Et saa karakteristisk Fænomen som Træthed, der jo ligefrem er en Følge af Stofforbrug i det arbejdende Organ, vil vanskelig kunne tænkes at forekomme ved sjælelig Virksomhed, saafremt denne er ganske uafhængig af Stofskifteprocesser i et legemligt Organ. Vor første Opgave maa da være den at faa Rede paa, hvorvidt sjæle-

lige Fænomer overhovedet er afhængige af den legemlige Organisme.

I Indledningen blev det paavist, at aandeligt Arbejde har den Ejendommelighed fælles med det legemlige, at det kræver Anstrengelse. Fremdeles at der vanskelig kan trækkes nogen Grænse mellem de to Arter af Arbejde, da sjælelig Virksomhed i mangfoldige Tilfælde indgaar i saakaldt legemligt Arbejde. Og endelig at aandeligt Arbejde ligesom legemligt kan maales ved Arbejdsydelsens Størrelse i en vis Tid. Men alt dette godtgør ikke i mindste Maade, at det aandelige Arbejde er afhængigt af et legemligt Organs Virksomhed. Det viser intet andet end den ubestridelige Kendsgerning, at menneskelige Handlinger er afhængige af sjælelige Tilstande. Men om disse selv er afhængige af den legemlige Organisme lader sig kun godtgøre ved at paavise, at normalt Sjæleliv er betinget af et eller andet Organs uhindrede Funktion.

At det virkelig forholder sig saaledes, har man vidst længe. Det blev allerede paavist af Oldtidslægen Galenos fra Pergamon, der levede i Aarene 131—201. Han besad store anatomiske Kundskaber og vidste blandt andet, at de fra Hjernen udgaaende Nerver dels er Sansenerver, dels Bevægenerver. Af hans Skrifter fremgaar, at han i Alexandria i Ægypten, hvor han opholdt sig i flere Aar, havde Lejlighed til at experimentere med store, menneskelignende Aber. Paa disse har han let kunnet overbevise sig om, at en Beskadigelse f. Ex. af Synsnerven har Blindhed til Følge. Dette vil med andre Ord kun sige, at Dyret ingen Synsfornemmelser kan faa, naar Forbindelsen mellem Øjet og Hjernen er afbrudt. Paa den anden Side vil en Beskadigelse af en Bevæge-

nerve medføre, at de paagældende Muskler ikke vilkaarlig kan bevæges. Da Galenos ogsaa lejlighedsvis udførte kirurgiske Operationer paa Mennesker, har han derved kunnet faa Bekræftelse paa sine Iagttagelser: at Paavirkninger paa Sanseorganer ikke kan fremkalde Fornemmelser, og at Beslutninger ikke kan udløse Muskelbevægelser, saasnart Forbindelsen mellem Hjernen og Sanseorganerne eller Musklerne er afbrudt. Det er sikkert nok gennem saadanne Erfaringer, Galenos kommer til den Slutning: „at Hjernen er den fornuftige Sjæls Sæde“. Da hans Iagttagelser paa dette Punkt er uomtvistelige, kan man ikke ret vel komme til noget andet Resultat, end at *der maa foregaa noget i Hjernen, hvis en Fornemmelse skal opstaa, eller en Beslutning udløse en Bevægelse.*

Ad forskellige Veje har man søgt at finde yderligere Beviser herfor. Hvis sjælelige Tilstande, Bevidsthedsfænomener, er betingede af Forandringer i en Hjerne, saa kan man naturligvis kun vente at finde Sjæleliv hos de levende Væsner, der har en Hjerne, og hvor et saadant Organ ikke findes, skulde Sjæleliv heller ikke kunne forekomme. Det volder i Almindelighed ikke stor Vanskelighed at faa afgjort, om der hos en Dyreart findes et Organ, der trods den store Forskel i Bygningen kan siges at svare til den menneskelige Hjerne. Meget vanskeligere er det derimod at faa afgjort, om sjælelige Tilstande forekommer hos dette Dyr. Man kan nemlig overhovedet ikke iagttage Sjæleliv direkte noget andet Sted end i sin egen Bevidsthed. Naar vi antager, at det findes ogsaa hos andre Væsner, beror det paa en Slutning. *Saafermt et Væsen i visse Henseender er bygget ligesom Mennesket og under givne Omstændigheder opfører sig paa samme Maade, som Mennesket under*

disse Forhold vilde gøre, saa antager vi, at de samme sjælelige Aarsager ligger til Grund for Handlingen. Derfor nærer vi først og fremmest ingen Tvivl om, at der hos andre Mennesker findes et Sjæleliv meget nær overensstemmende med vort eget. Rigtigheden af denne Antagelse bestyrkes i høj Grad derved, at vi kan meddele os til hinanden ved Hjælp af Sproget, men en saadan Kontrol er udelukket selv hos de højest staaende Dyr.

For Dyrenes Vedkommende har vi da intet andet at bygge paa end Overensstemmelsen i Nervesystemets Bygning og i Individernes Handlemaade under givne Forhold. Hvad Nervesystemets Bygning angaar, finder vi ganske vist hos alle Hvirveldyr en væsenlig Overensstemmelse med Menneskets, idet der er et Centralnervesystem, Hjerne og Rygmarv, hvorfra Nerverne udgaar til de forskellige Organer, men der er dog ogsaa Afvigelser, hvis Betydning er vanskelig at afgøre. Saaledes har Aber, Rovdyr, Hovdyr, Sæler og Hvaler Hjerner, hvis Overflade er foldet ligesom Menneskets, medens alle andre Hvirveldyr har glatte Hjerner. Og kommer vi til de hvirvelløse Dyr, er hele Organismens og dermed Sanseorganernes og Nervesystemets Bygning saa afvigende fra Menneskets, at alle Slutninger bliver tvivlsomme. Som alt omtalt kan der hos mange af disse Dyr paavises et Organ, der i visse Henseender svarer til, virker paa samme Maade som Hjernen hos de højere Dyr. Men deraf følger naturligvis slet ikke, at det ogsaa i den Henseende stemmer med de højere Dyrs, at der til dets Virksomhed er knyttet sjælelige Tilstande. Vi maa i hvert Fald have særlige Grunde til at antage dette.

Det maa derfor være Dyrets Handlemaade, der bliver det afgørende. Imidlertid er ikke enhver hen-

sigtsmæssig, altsaa tilsyneladende fornuftig Handling et Bevis for, at der ligger sjælelige Tilstande, bestemte Motiver til Grund for Handlingen. En Frø, man har skaaret Hovedet af, vil endnu i nogen Tid ved ydre Paavirkninger kunne bringes til at udføre Bevægelser, og disse vil som oftest være hensigtsmæssige. Anbringer man f. Ex. en Draabe af en ætsende Vædske paa Siden af Dyret, vil det nærmeste Bagben sætte sig i Bevægelse og stryge Draaben bort. Ogsaa paa højere Dyr kan man fremkalde hensigtsmæssige Bevægelser under Omstændigheder, hvor en Medvirken af sjælelige Tilstande maa anses for udelukket. En Hund dør, naar man skærer Hovedet af den, derimod kan den leve længe med overskaaren Rygmarv. Ved en Overskæring af Rygmarven tæt ved Hjernen vil alle Fornemmelser fra Kroppen og Lemmerne være udelukkede, fordi Sansenerverne gaar gennem Rygmarven til Hjernen. Dyret kan altsaa ikke mærke nogen som helst Purring af Kroppen. Ikke heller kan det vilkaarlig bevæge sine Lemmer, fordi Bevægenerverne fra Hjernen ligeledes ligger i Rygmarven og derfor er overskaarne. Ikke desto mindre kan Dyret udføre adskillige hensigtsmæssige Bevægelser paa ydre Foranledning. Saaledes vil f. Ex. en tilstrækkelig stærk Purring paa venstre Skulder have til Følge, at det venstre Bagben udfører kradsende Bevægelser for at fjerne Aarsagen. Samtidig vil tilmed det højre Bagben blive stærkt strakt, for at Dyret kan staa fast paa tre Ben.

Disse faa Exempler maa være tilstrækkelige til at vise, at hensigtsmæssige Bevægelser ikke er sikre Kendetegn paa, at sjælelige Tilstande er medvirkende. Hos enhver Dyreart finder man et større eller mindre Antal af saadanne Bevægelser, som Dyrene til Sta-

dighed udfører under normale Forhold, og som ogsaa kan udløses ved ydre Pirringer, efter at Hjernens Medvirken er udelukket. Disse Bevægelser kaldes *Reflexer*. De kommer istand paa den Maade, at den ved Sansenervens Pirring fremkaldte Forandring forplanter sig op til den nærmeste Del af Centralorganet, Hjerne eller Rygmarv, og her gaar over paa en Bevægenerve, hvorved den udløser en Bevægelse. Det er saaledes den engang givne Forbindelse mellem Sanse- og Bevægenerverne, der bestemmer, hvilken Bevægelse en bestemt Pirring vil udløse. Derfor er Reflexbevægelserne ensformige, gentager sig altid paa samme Maade; de kan ikke forandres ved Individets Erfaringer, fordi sjælelige Tilstande overhovedet ingen Indflydelse har paa dem. Ser man derimod, at Dyrets Handlinger bestemmes af dets forudgaaende Oplevelser, saa at det altsaa med andre Ord belæres af Erfaringen og i Løbet af kort Tid tilpasser sig for en ny og uvant Situation, saa lader dette sig kun forstaa paa een Maade. Dyret maa som Følge af sine Bevægelser faa behagelige eller ubehagelige Fornemmelser, og Erindringen om disse maa melde sig, næste Gang den samme Situation indtræffer, og bringe Individet til at forandre sin Handlemaade. Vi kan saaledes fastslaa: *Sjæleliv maa antages, hvor en individuel Tilpasning for nye Forhold lader sig paavise.*

Lad os nu først ved en Række vel konstaterede Exempler paavise, at en saadan Belæring af Erfaringer virkelig forekommer selv temmelig langt ned i Dyreriget. For de højest staaende Dyrs Vedkommende er der ingen Tvivl; hos dem ser vi ofte Handlinger, der nødvendigvis forudsætter Iagttagelse og Erindring. Saaledes havde Miss Romanes en lille

Abe, der var noget bidsk af sig og derfor i Almindelighed holdtes lænket. I samme Stue var en aflaaaset Kiste, i hvilken de Figner, Nødder og andre gode Sager, hvormed Dyret fodredes, blev opbevarede. En Dag rev Aben sig løs og foer strax hen til Kisten, som den søgte at aabne med Hænderne. Det kunde den ikke, og for at se, hvad Dyret vilde gøre, overrakte dens Ejerinde den Nøglen. Efter et Par mislykkede Forsøg fik Aben Nøglen rigtig ind i Laasen, og skønt denne var ret vanskelig at lukke op, arbejdede Dyret dog meget taalmodigt paa at faa Nøglen drejet rundt og fik ogsaa tilsidst Kisten aabnet. Det vil næppe være muligt at forklare denne Række af indviklede Handlinger, der fører til et ønsket Resultat, hvis man ikke vil antage, at Dyret har iagttaget sine Vogtere og erindrer ikke blot deres Handlinger, men ogsaa Kistens velmagende Indhold. Noget lignende gælder om den sorte Puddel, der af sin Ejerinde var dresseret til paa Kommando at trykke paa det elektriske Ringeapparat i Stuen, naar hun ønskede at tilkalde Pigen. Da Damen en Dag var paa Besøg hos en anden Familie, fulgte Hunden efter hende, og da den blev ked af at vente paa Trappen, ringede den paa Klokken og blev lukket ind. En saadan Handling forudsætter nødvendigvis hos Dyret Erindring om, at en Dør plejer at blive lukket op, naar man trykker med Poten paa en Knap ved Siden af den.

Gaar vi længere ned i Dyreriget, bliver de Handlinger, hvorom der kan være Tale, ganske vist mindre sammensatte, men Tilpasningen for nye Forhold er derfor ikke mindre tydelig. Lloyd Morgan fodrede sine netop udrugede Kyllinger med hakket Æg. Da Kyllingerne var to Dage gamle, havde de allerede

opdaget, at Blommen smagte bedre end Hviden, som først blev ædt, naar der ikke var mere Blomme. Den følgende Dag fik Dyrene kun hakket Hvide, hvori der var blandet fint hakket Appelsinskal, der saae ud ganske som Blommen. Kun een, højst to Gange tog en Kylling et saadant Stykke Skal i Næbet; saa rørte den det aldrig mere. Og da efter et Par Dages Forløb Appelsinskallen igen blev erstattet med Æggeblomme, vilde Kyllingerne i Begyndelsen heller ikke røre den. Selv en nyfødt Kylling behøver altsaa kun et Par Gange at have prøvet Appelsinskalens bitre Smag for at kunne huske den og forandre sin Handlemaade i Overensstemmelse dermed. Et ganske lignende Experiment anstillede Dahl med Edderkopper, som han fodrede med Fluer og andre Insekter. Han fandt nu paa at pensle Fluerne med Terpentiniolie, hvorefter Edderkopperne ikke vilde røre dem, men holdt sig til anden Føde. Da dette havde fundet Sted i nogle Dage, fik Dyrene igen Fluer uden Terpentin, men rørte dem i Begyndelsen ikke. En Edderkop synes altsaa ligesaa vel som en Kylling at kunne skelne mellem velsmagende og ildesmagende Føde og at bevare en tydelig Erindring om ubehagelige Oplevelser af den Art.

Ogsaa med Fisk har man anstillet talrige Experimenter, der utvetydigt viser, at disse Dyr baade kan fornemme og erindre. Möbius havde i et Bassin en Gedde gaaende sammen med en Del Smaafisk, som tjente den til Føde. Bassinet blev nu med en tyk Glasvæg delt saaledes, at Gedden ikke kunde komme til de Fisk, der fandtes paa den anden Side af Glasset. Da den havde ædt dem, den kunde faa fat i, begyndte den at jage efter de andre, men stødte strax Snuden mod Glasset. Da det havde gentaget

sig nogle Gange, opgav den Jagten. Nu blev Glas-set taget bort, og Gedden svømmede frit mellem Smaafiskene, men vovede dog ikke at jage dem; den havde faaet tilstrækkelig meget „paa Snuden“ til at være bleven klog af Skade. Et andet Experiment med Fisk besvarede det længe omtvistede Spørgsmaal, hvorvidt disse Dyr kan høre. I en Dam med forskellige Slags Fisk lod Max Meyer lave et lille Aflukke med en snæver Indgang. Dyrene blev fodrede paa bestemte Tider, men han begyndte nu til ganske uregelmæssige Tider at kaste Føde ud i det lille Aflukke, og saalænge denne Fodring stod paa, lod han en elektrisk Klokke ringe. Dyrene vænnede sig snart til at gaa ind i Aflukket og tage Føden dær, og da dette havde staaet paa i et Par Maaneder, lod han en Dag Klokken ringe uden at der blev kastet Føde ud. Alligevel stimedede Fiskene sammen i Aflukket, saa at de nødvendigvis maatte have hørt Klokken og husket, at det betød Føde.

Hvorlangt ned i Dyreriget en saadan Tilpasning lader sig paavise, er vanskeligt at afgøre. Darwin har efterladt nogle Optegnelser, som gaar ud paa, at selv Østers skulde kunne belæres af Erfaring. Længe før Jærnbanernes Tid spiste man Østers i Paris, men den lange Transport pr. Vogn fra Kysten havde naturligtvis til Følge, at Dyrene jævnlig var døde, naar de naaede Byen. Dette kunde hænde med hele Sendinger, medens andre var i fuldkommen god Stand. En nærmere Undersøgelse viste, at de fordærvede Østers altid var tagne paa dybt Vand, medens de friske var skrabede inde ved Kysten, hvor de var udsat for Ebbe og Flod. Derved havde de lært at lukke Skallerne, naar de kom til at ligge tørt, og saaledes bar de sig ogsaa ad, naar de blev bragt

iland, medens de paa dybt Vand tage strax gabede op og døde. Man forsøgte nu at sætte unge Dybvandsøsters ud paa lavt Vand for at vænne dem af med at gabe op, saasnt de kom paa det Tørre, og det skal virkelig være lykkedes.

Muslingerne, hvortil Østersen hører, er de lavest staaende Dyr med Hjerne, og forudsat at den anførte Beretning er sand, har vi altsaa her paa det nederste Trin endnu en tydelig Tilpasning for nye Forhold. I den nyeste Tid har man endog ment at kunne paavise noget lignende hos Infusorier og andre encellede Dyr. Da hele Organismen kun bestaar af een Celle, kan der ikke være Tale om Nervesystem, Hjerne eller noget andet Organ. Jellings har alligevel hos et saadant Væsen, en Stentor, iagttaget et Tilløb til en Tilpasning. Dyret lever i Vandet og har Form af en lille Klokke paa en temmelig lang Stilk, hvormed den sidder fast paa Bunden. Pirrer man den, søger den at undgaa dette enten ved at bøje sig til Siden eller ved at trække sig sammen. Fører det ikke til noget, slipper den sit Fæste og flytter sig et andet Sted hen. Lader man den her i Ro i nogen Tid, vil det samme Spil begynde forfra ved en ny Pirring. Men hvis man strax paany pirrer den, gør den intet Forsøg paa at undgaa de ubehagelige Paa-virkninger ved at bøje sig eller trække sig sammen, men flytter sig igen. Det ser altsaa ud, som om den en kort Tid huskede, at disse Bevægelser ikke hjalp, men Sagen lader sig rigtignok ogsaa opfatte som en Fortsættelse af den paabegyndte Flytning, indtil den faar Fred.

Det er saaledes næppe muligt med Sikkerhed at afgøre, hvor langt ned i Dyreriget en individuel Tilpasning for nye Forhold virkelig forekommer. Der-

imod er det hævet over enhver Tvivl, at en Tilpasning foregaar hurtigere, sikrere og i større Udstrækning, jo mere Centralnervesystemet er udviklet. Holder vi os blot til Hvirveldyrene, hvor Forholdene dog er nogenlunde ensartede, saa finder vi, at Hjernen hos de højere Hvirveldyr (Fugle og Pattedyr) ikke blot er forholdsvis større men ogsaa af mere sammensat Bygning end hos de lavere (Fiske, Padder og Krybdyr). Og i *Overensstemmelse med Hjernens Udvikling voxer ubestridelig Dyrenes Intelligens, hvorved netop forstaas deres Evne til Tilpasning for nye Situationer*. Dette Afhængighedsforhold træder vel nok tydeligst frem, naar man søger at udtrykke Hjerneudviklingen ved bestemte Tal. Det er imidlertid ikke Hjernens Vægt, dens absolute Størrelse, der kan tages som Maal for Intelligensen, hvilket bedst ses hos et Dyr som Hunden, hvor de enkelte Individer kan afvige meget fra hinanden i Størrelse. En Hunds Hjerne udgør gennemsnitlig $\frac{1}{250}$ af hele Dyrets Vægt. En stor Hund, der f. Ex. vejer 5 Gange saa meget som en lille, vil derfor ogsaa have paa det nærmeste en 5 Gange saa stor Hjerne; men store Hunde er ikke i Almindelighed meget intelligentere end smaa. Det samme ses hos Mennesket; det er ingenlunde de intelligenteste Mennesker, der har de største Hjerner. Den største maalte Hjernevægt, 2200 gr., blev funden hos en almindelig russisk Arbejder, der formodenlig hverken kunde læse eller skrive. Hans Landsmand, Digteren Turgenjew, havde ganske vist en Hjerne paa 2000 gr., men en saa fremragende Begavelse som Matematikeren Gauss' Hjerne vejede kun 1492 gr.

Sammenligner man de forskellige Dyrearter indbyrdes, viser det samme sig. Som det fremgaar af omstaaende Tabel, vejer den menneskelige Hjerne

ganske vist mere end de fleste Dyrs, men den overgaas dog langt af de meget store Dyrs, Elefanternes og Hvalernes. Den absolute Hjernevægt kan saaledes ikke være det afgørende.

	Hjernens Vægt.	Relative Vægt.	Produktet.
Mennesket	1360	$\frac{1}{35}$	38,9
Menneskeaber ..	400	$\frac{1}{51}$	7,8
Elefant.....	4500	$\frac{1}{750}$	6,0
Hest.....	650	$\frac{1}{450}$	1,5
Tyr.....	450	$\frac{1}{800}$	0,56
Hval.....	6000	$\frac{1}{14000}$	0,43
Løve	250	$\frac{1}{600}$	0,42
Smaafugle	2	$\frac{1}{12}$	0,17
Kanin	9	$\frac{1}{300}$	0,03

Det er ogsaa let forstaaeligt. Thi Hjernen staar ikke udelukkende i Sjælelivets Tjeneste; den regulerer ogsaa en stor Mængde legemlige Funktioner, sætter Muskler i Bevægelse, styrer Aandedræt, Blod-omløb og meget andet. Jo større Legemet er, desto flere Nerver har det, og desto større maa Hjernen være, for at kunne varetage alle disse Virksomheder. Lad os nu tænke os, at der til Regulering af de forskellige legemlige Funktioner krævedes, at Hjernens Vægt udgjorde en ganske konstant Brøkdel af Legemets. Det er da indlysende, at der vilde blive mere tilovers for den sjælelige Virksomhed, hvis Hjernen udgjorde en større Brøkdel af Legemets Vægt end den netop fornødne. Intelligensen maa derfor antages at voxe med Hjernens relative Vægt, dens Forhold til Legemets. At dette tildels er rigtigt, fremgaar ogsaa af den ovenstaaende Tabel. Mennesket og Menneskeaberne har en større relativ Hjernevægt end de fleste andre Dyr, men de overgaas rigtignok

af de smaa Fugle, hvis Intelligens dog næppe er særlig stor, og for de meget store Dyr, Elefanter og Hvaler, bliver den relative Vægt altfor lille. Det er saaledes klart, at den relative Hjernevægt alene ikke kan afgøre Sagen; vi maa ogsaa tage Hensyn til den absolute Vægt. Thi hvis to Dyrearter af forskellig Størrelse har samme relative Hjernevægt, vil den Art aabenbart være gunstigt stillet, hvis Hjerne vejer mest, da der ligefrem bliver en større Mængde disponibel for Sjælelivet. Resultatet bliver saaledes, at *Intelligensen maa antages at voxe saavel med den relative som med den absolute Hjernevægt, og den maa følgelig være afhængig af disse Størrelsers Produkt.* I Tabellen er ogsaa Produkterne anførte, og Rækkefølgen af disse Tal er i god Overensstemmelse med det Skøn, man har dannet sig om Intelligensen hos de forskellige Arter af højere Dyr.

Det vilde imidlertid være en Misforstaaelse at tro, at man i Tal som de anførte har et fuldt paalideligt Maal for et givet Individ's Intelligens. Som et tilnærmelsesvis rigtigt Udtryk for Forholdet mellem hinanden nærstaaende Arter kan Tallene være gode nok, men videre rækker deres Betydning ikke. Det kommer nemlig, som allerede berørt, ikke blot an paa Hjernens Størrelse, men ogsaa paa dens Bygning. Vi har al mulig Grund til at antage, at det især er i Cellerne i Storhjernens Barklag, at den Virksomhed foregaar, hvortil Sjæleliv er knyttet. Hjernen hos de lavere Hvirveldyr, f. Ex. Fiskene, adskiller sig nu netop derved fra de højere Hvirveldyr, at Storhjernen udgør en meget mindre Del af det hele. Selv om altsaa f. Ex. en Karpe og en And har baade den samme absolute og relative Hjernevægt, hvilket nok kan forekomme, saa vil dog Andens Storhjerne være

forholdsvis meget mere udviklet, hvorfor dens Intelligens utvivlsomt ogsaa er betydelig større. Den samme Betragtning har naturligvis ogsaa Gyldighed for Individer af samme Art. Selv om to Mennesker staar ens baade i absolut og relativ Hjernevægt, kan der dog være en betydelig Forskel paa deres Hjerner. Hvis den ene har flere Furer og Vindinger end den

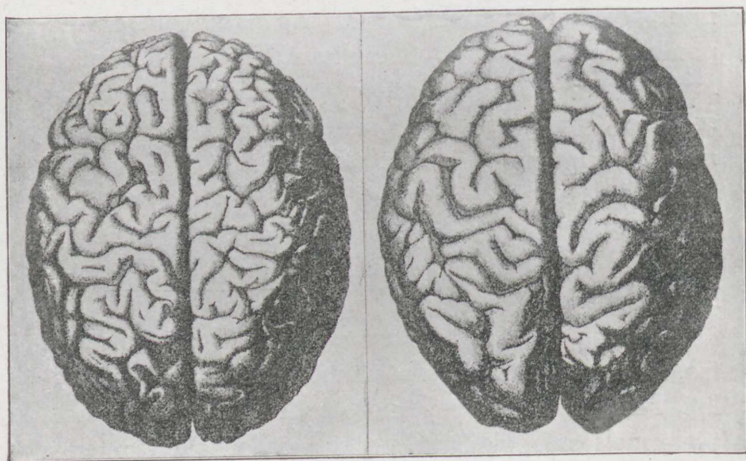


Fig. 17 (efter Wagner).

Matematikeren Gauss' Hjerne.

Muskelarbejders Hjerne.

anden, vil Barklaget ogsaa være større, og Erfaringen lærer, at netop de Mennesker, der særlig har udmærket sig ved Intelligens, har havt stærkt foldede Hjerner. Dette illustreres ved Fig. 17, hvor Billedet tilvenstre er Matematikeren Gauss' Hjerne, medens det tilhøjre er Hjernen af en almindelig Arbejder. Der kan ingen Tvivl være om, at den første har en meget større Overflade end den sidste.

Selv om vi altsaa ikke kan finde et enkelt Tal som Maal for Intelligensen, bliver det derfor ikke mindre

rigtigt, at den intellektuelle Udvikling er afhængig af visse legemlige Betingelser, især af Hjernebarkens Størrelse.

At der nu virkelig foregaar noget i Hjernen under den sjælelige Virksomhed, kan ganske vist ikke ligefrem iagttages. Alligevel kan der vanskelig være Tvivl derom. Naar et eller andet Organ, f. Ex. en Muskel, begynder at arbejde, saa medfører dette altid en forøget Blodtilstrømning til Organet, hvorved de sønderdelte Stoffer lettere kan erstattes. Under det aandelige Arbejde indtræder netop en saadan Forøgelse af Blodtilstrømningen til Hjernen, hvilket aabenbart tyder paa, at der foregaar en livligere Stofomsætning. Paa et ubeskadiget Menneske kan dette naturligvis ikke iagttages, men det hænder jo undertiden, at Folk ved Ulykkestilfælde faar et Hul i Hjerneskalen, og saadanne Lejligheder har Fysiologerne i den nyere Tid jævnlig benyttet til at se, hvad der foregaar i Hjernen. Den første, som har gjort disse Forhold til Genstand for en indgaaende Undersøgelse, var den italienske Fysiolog Mosso, som i 1877 fik en Bonde, Bertino, til Behandling paa et Hospital i Turin. For omhyggelig at kunne følge Forandringerne i Hjernens Blodforsyning indrettede Mosso sig paa den Maade, som er vist i Fig. 18. Over Hullet i Issen blev kittet en lille Gummiplade, der var formet nøjagtig efter Hjerneskalen. Gummipladen var gennemboret, og deri var indsat et kort Glasrør, som med en Gummislange stod i Forbindelse med et Skriveapparat. Dette bestaar af en lille Metalskaal S, der foroven er lukket med en tynd Gummihinde, paa hvis Midte der er kittet en lille, opstaaende Kile. Paa denne hviler en lang, tynd Aluminiumsviser V, der kan dreje sig let omkring sit ene

Endepunkt F. Viserens andet Endepunkt rører ved en roterende Tromle T, der beklædes med sodet Papir ligesom den i Fig. 6.

Paa Tromlen vil nu alle Forandringer i Hjernens Rumfang optegne sig. Strømmer der mere Blod til Hjernen, saa udvider Karrene sig, og den Luft, som

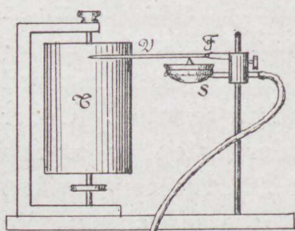


Fig. 18 (efter Mosso).

findes mellem Hjernens Overflade og den paakittede Gummiplade, vil drives ud. Følgen heraf bliver, at den fine Gummiinde paa Skaalen S buer sig udad, og Viseren V løftes.

Paa tilsvarende Maade maa Viseren bevæge sig nedad, naar Blodtilstrømningen til Hjernen formindskes, og der tegner sig saaledes paa Tromlen en bugtet Linie. Den øverste Kurve, C' i Fig. 19, viser den Figur, der fremkommer under normale Forhold. Af den ser man, at Hjernens

Rumfang er underkastet en

hel Række af Forandringer, hidrørende fra forskellige Aarsager. Mest iøjnefaldende er de talrige smaa Bugter, hvoraf Figuren bestaar; de skyldes Hjerteslaget. Hver Gang Hjertet trækker sig sammen og driver Blodet ud i Legemet, voxer Hjernens Rumfang; idet Hjertet atter udvider sig og suger Blodet til sig, aftager Rumfanget. Da dette sker i ret regelmæssig Takt, fremkommer der paa Tromlen en Række Bugter af meget nær samme Længde. Højden er derimod tydelig nok forskellig, idet 12—16 Pulsslag til sammen danner en stor Bugt eller Bølge, hvor Puls-

slagene i Bølgetoppen tillige er de højeste. Disse Forandringer har ikke noget med Hjertet at gøre; de skyldes selvstændige, periodiske Sammentrækninger og Udvidelser af Blodkarrene i Hjernens. Endelig er der ogsaa hist og her Antydninger af mindre Bølger paa 3—5 Pulsslag, som fremkaldes af Aandedrættet. Alt dette viser, hvorledes mange forskellige Omstændigheder har Indflydelse paa Hjernens Blod-

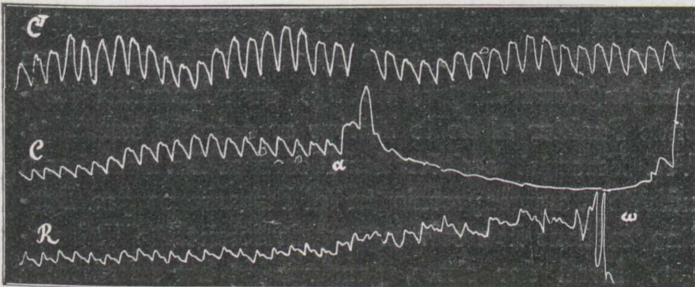


Fig. 19 (efter Mosso).

forsyning, og hvor let man kan spore disse samvirkende Aarsagers Udslag i Hjernepulsen.

Det forstaas saaledes, at Mosso ret nemt kunde overbevise sig om, at et aandeligt Arbejde medførte en forøget Blodtilstrømning til Hjernens. Bertino eggede sig ganske vist ikke særlig for den Slags Forsøg, da han havde en afgjort Uvilie imod en saa stor aandelig Anstrengelse som at lægge 6 og 6 sammen. Men det lykkedes dog af og til at faa et saadant Experiment anstillet, og med andre Forsøgspersoner har man senere havt bedre Held. Et af de med Bertino udførte Forsøg viser dog bedre end noget andet, hvor nødvendig Blodtilstrømningen til Hjernens er for alt Sjæleliv. Hvis man nemlig standser Blodkredsløbet i Hjernens, hvilket kan ske ved Sammen-

presning af de store Halspulsaarer, saa indtræder Bevidstløshed i Løbet af faa Sekunder. Det har man vidst længe; allerede Galenos omtaler denne Virkning, og senere er Forsøget blevet gentaget af forskellige Læger. Men Mosso har ikke blot givet en nøjagtig Beskrivelse af sine iagttagelser, han har desuden ved den samtidige Optegnelse af Hjernepulsen skaffet Klarhed over de indtrædende legemlige Forandringer. Dette Forsøg er gengivet i de to nederste Kurver i Fig. 19. C er Hjernepulsen, og R er en paa lignende Maade optegnet Kurve af Armens Rumfangsforandringer; de lige over hinanden staaende Punkter af de to Kurver er nøjagtig samtidige. Ved Forsøget æssisteredes Mosso af Dr. Paoli, som udførte Sammenpresningen af Pulsaarerne paa Bertino, medens han selv iagttog de forskellige Virkninger. Hvad der skete, gengiver jeg her fuldstændig efter Mossos Beretning.

„I det med α betegnede Punkt (Fig. 19) blev Halspulsaarerne sammenpressede. Man ser, at de to første Pulsslag er højere, det tredie allerede lavere, og at Hjernen hurtig aftager i Rumfang. Efter Hjertets ottende Slag bliver Hjernepulsen saa langsom og svag, at den næppe er synlig. Ved det tolvte Pulsslag, omtrent fem Sekunder efter at Sammenpresningen var begyndt, fik Bertino Krampe. Jeg saae paa ham; han var bleg i Ansigtet, Øjnene rullede bagover, og jeg gav strax Dr. Paoli Ordre til at holde op med Sammenpresningen. Bertino aabnede Øjnene helt forvirret. Det med ω mærkede Punkt i Kurverne angiver det Øjeblik, da Hjernens Blodtomhed ophørte. Bertino fortalte, at alt omkring ham var bleven sort, men at han ikke havde haft nogen ubehagelig Fornemmelse derved. At han havde tabt

Bevidstheden, var sikkert, thi ved Opvaagningen var han forbavset over at se sig selv i den Stilling, han indtog. Han spyttede og indrømmede, at han følte sig en Smule utilpas; dog opfordrede han os strax efter til at begynde igen. Vi forundrede os over hans Koldblodighed, thi under Bevidstløsheden havde hans Blegthed, Øjnenes Rulning og Armenes krampagtige Bevægelser fuldstændig berøvet os Modet til at fortsætte Forsøget eller gentage det en anden Dag".

Der kan saaledes ingen Tvivl være om, at Sjæleliv som nødvendig Betingelse kræver et normalt Stofskifte i Hjernen.

KAP. 8. AANDELIGT ARBEJDE

I forrige Kapitel saae vi, at sjælelige Fænomener kun opstaar, naar der i Hjernen foregaar visse legemlige Processer, der kræver et stadigt Stofskifte. Forhindres Stofskiftet derved, at Blodtilstrømningen til Hjernen standses, saa indtræder Bevidsløshed, d. v. s. de sjælelige Fænomener hører midlertidig op, indtil Stofskiftet igen kommer istand. Hvorfor Sjælelivet saaledes er knyttet til bestemte legemlige Processer, veed vi intet sikkert om; men det er ikke desmindre en Kendsgerning, selv om vi ikke forstaar det, og vi maa regne dermed. Gaar vi nu ud fra denne Kendsgerning, kan vi strax deraf drage en Slutning, hvis Rigtighed vi i det følgende skal prøve ved Forsøg.

Naar en Standsning af Stofskiftet i Hjernen medfører Bevidstløshed, ligger det nær at antage, at en forhøjet sjælelig Virksomhed maa have forøget Stofskifte til Følge. Eller nøjagtigere udtrykt: jo mere anstrengende et aandeligt Arbejde er, desto større maa efter al Sandsynlighed Hjernens Stofskifte blive. Om dette er rigtigt, maa aabenbart kunne afgøres ved Maaling af Stofskiftet under forskellige aandelige Arbejder; men allerede den i det foregaaende omtalte faste Forbindelse mellem høj Intelligens og stor Hjerneudvikling synes at tyde derpaa.

Hjernens Stofskifte kan nemlig ikke forøges ubegrænset; der maa for hvert enkelt Menneske findes en Grænse, som ikke kan overskrides. Derved vil

der ogsaa være sat en Grænse for, hvad den enkelte kan yde af aandeligt Arbejde. Saafremt nemlig en vis sjælelig Virksomhed forudsætter Stofomsætninger i Hjernen, som et givet Individ's Nervesystem ikke kan præstere, saa kommer den hele sjælelige Virksomhed ikke istand. Forholdet maa aabenbart her blive ganske det samme som paa rent legemligt Omraade. Ligesom en meget kraftig Mand kan løfte en Byrde, som andre maa lade ligge, saaledes vil ogsaa den særlig Begavede kunne udføre et aandeligt Arbejde, der overstiger de fleste andres Kræfter. Det kan ganske vist ikke ligefrem bevises, hverken ved Forsøg eller paa anden Maade, at den mindre Intelligentes svigtende Evne til at udføre et bestemt aandeligt Arbejde blot beror paa, at hans Hjerne ikke kan præstere den fornødne Stofomsætning. Men Sandsynligheden taler i høj Grad derfor. Vi saae netop i forrige Afsnit, hvorledes fremragende Begavelse forudsætter en Hjerne, der er rig paa Vindinger og i Vægt saa godt som altid ligger over den gennemsnitlige. Det er ganske naturligt, at høj Intelligens og stor Hjerneudvikling saaledes er knyttede til hinanden, hvis det netop er Hjernens Stofskifte, der sætter Grænsen for, hvad der kan ydes af aandeligt Arbejde. Dermed er da givet, at Stofskiftet maa voxer med Arbejdets Vanskelighed.

Det er ikke noget egenligt Bevis, der hermed er ført; der er kun naat en vis Sandsynlighed for, hvorledes Sagen forholder sig. Den hele Betragtning kunde synes ret overflødig, naar vi ved Maaling af Stofskiftet ved forskellige aandelige Arbejder kan skaffe os Sikkerhed for, at Stofskiftet virkelig voxer med Anstrengelsen. Herom kan der, som vi i det følgende skal se, slet ikke være nogen Tvivl. Det er ganske

vist kun smaa Stofmængder, der omsættes, saa smaa, at man i lang Tid ikke har kunnet paavise dem, og dette har givet Anledning til den endnu ikke ualminnelige Tro, at aandeligt Arbejde er helt uafhængigt af legemlige Processer. Ved tilstrækkelig fine Metoder er det dog i den nyeste Tid lykkedes at paavise Stofskifteforandringer ved Overgang fra Hvile til aandeligt Arbejde; men de fundne Tilvækster kan uheldigvis ikke udelukkende skyldes Nervesystemets Virksomhed. Selv et rent Tankearbejde, hvorunder Individet ingen vilkaarlige Bevægelser udfører, vil alligevel ledsages af talrige Muskelbevægelser. Disse kan ikke forhindres, de hører saa at sige med til Arbejdet; ikke heller kan vi maale, hvor stor en Andel de har i Stofskifteforandringerne. Men de fremkaldes ved Nervesystemets Virksomhed, og da de ses at voxe med den aandelige Anstrengelse, kan der ingen Tvivl være om, at Nervesystemets Virksomhed og dermed dets Stofskifte er desto større, jo mere anstrengende det aandelige Arbejde er. Hermed maa vi lade os nøje; foreløbig er det i hvert Fald umuligt ligefrem at maale Tilvæksten i Nervesystemets Stofskifte under et eller andet Arbejde. Netop derfor er det af Betydning, at flere forskellige Omstændigheder taler for Sandsynligheden af en saadan Tilvæxt.

Ved experimentale Undersøgelser over aandeligt Arbejde er det ikke ganske ligegyldigt, hvilke Opgaver der forelægges Forsøgspersonen. Man maa have Arbejder af forskellige Vanskelighed og af en saadan Art, at Arbejdsmængden nøjagtig kan bestemmes. Hertil egner sig især Opgaver i Hovedregning, hvorfor disse i stor Udstrækning anvendes ved psykologiske Undersøgelser. Hvad for det første Vanskeligheden angaar, kan man altid ordne Opgaverne i en

Trinrække efter den Anstrengelse, de koster det enkelte Individ. Enhver, som overhovedet har lært at regne, vil med større eller mindre Sikkerhed kunne addere en Række encifrede Tal. Men det er kun faa Mennesker, der vil være istand til at lære to fircifrede Tal udenad og derefter multiplicere dem uden at notere noget, før Resultatet er naat. Mellem disse to Grænser ligger de Regneopgaver, som Folk i Almindelighed er istand til at løse „i Hovedet“, og Opgavernes Vanskelighed voxer ligefrem med den Mængde Tal, der samtidig skal fastholdes. Ved Multiplikation af Tal gør det derfor ogsaa en stor Forskel paa Opgavens Vanskelighed, om man stadig har den for Øje skrevet paa et Stykke Papir, eller om man skal lære de to Tal udenad, der skal multipliceres. Drejer det sig f. Ex. om to trecifrede Tal, har man i sidste Tilfælde altsaa disse 6 Tal at huske, samtidig med at man maa fastholde Mellemregningerne og det sluttelige Resultat. Det er naturligvis meget vanskeligere at regne paa denne Maade, end naar man stadig kan se Opgaven. Et godt Bevis herfor har man deri, at en øvet Regner, som i 30 Min. kunde løse 8 Opgaver i Multiplikation af to trecifrede Tal, der skulde huskes, i samme Tid kunde løse 20—25 Opgaver, naar han stadig maatte se paa dem. Da man saaledes kan tilvejebringe Regneopgaver af meget forskellig Vanskelighed, kan man altid afpasse dem efter Forsøgspersonernes Evner og Færdighed.

For det andet frembyder disse Opgaver den store Fordel, at man kan skaffe et saa at sige ubegrænset Antal af samme Vanskelighed. Derved bliver det muligt at gentage et Forsøg af bestemt Art saa ofte, man vil. Dette er ogsaa ganske nødvendigt, da der næsten altid vil være en hel Del Tilfældigheder med-

virkende ved det enkelte Forsøg; man maa derfor gentage sine Forsøg for at kunne se, hvad der er uforanderligt, lovmæssigt, og hvad der skyldes tilfældige Omstændigheder. Endelig for det tredje kan man, naar man arbejder med Regneopgaver, med ret stor Nøjagtighed maale Arbejdsydelsen. Netop fordi en stor Mængde ensartede Opgaver af samme Vanskelighed kan forelægges Forsøgspersonen, vil det Antal, der løses i en bestemt Tid, ligefrem være Maal for det udførte Arbejde.

Det er som sagt dels Additioner, dels mere eller mindre vanskelige Multiplikationer, der sædvanlig anvendes. Til Additionsprøver benytter man gerne de saakaldte Kraepelinske Regnehefter, i hvilke lange Rækker af encifrede Tal er trykte under hinanden, som nedenstaaende Prøve viser. Der kan f. Ex. paa hver Side være 12 Talrækker med 50 Tal i hver Række under hinanden. Hefterne kan naturligvis an-

2	3	3	8	1	4	2	8	4
3	8	4	6	8	1	4	1	5
5	8	2	7	7	6	3	3	8
6	6	7	9	1	7	1	1	4
3	3	4	8	3	3	6	6	6
4	7	6	5	7	9	8	2	7
5	6	4	2	2	4	3	2	9
7	7	6	3	9	8	9	7	6
6	5	8	5	1	9	3	5	9
4	6	2	4	9	3	1	8	7

vendes paa forkellig Maade, men naar det drejer sig om at prøve voxne nogenlunde øvede Regnere, der ikke altfor hyppig regner galt, lader man dem i Almindelighed udføre den saakaldte fortløbende Addition. Den gaar for sig paa den Maade, at Forsøgspersonen saa hurtigt som muligt adderer ovenfra

nedefter, indtil Summen netop overskrider 100. Der sættes saa en Streg i Heftet ved det paagældende Tal, og Summens Enere skrives ud for Stregen. Derefter adderes videre, idet de nedskrevne Enere tages som første Addend, uden at Forsøgspersonen behøver at huske Antallet af Hundreder. Ved denne Fremgangsmaade opnaar man, at Regningen, hvorlænge den end fortsættes, stadig har samme Vanskelighed; det er bestandig kun encifrede Tal der adderes til tocifrede. Desuden kan man ved Hjælp af de noterede Enere kontrollere, om Regningen gennemgaaende er rigtig. Det er naturligvis ikke umuligt, at to Regnefejl kan ophæve hinanden, saa at Resultatet trods Fejlene bliver rigtigt, men det vil dog altid være en Undtagelse. Hvis altsaa de noterede Enere gennemgaaende er rigtige, maa Regningen som Helhed være rigtig. Men Metoden kan ikke bruges, hvis Forsøgspersonerne er Børn eller andre uøvede Regnere, der begaar mange Fejl. I saa Fald maa man ved Bestemmelse af Arbejdsmængden nødvendigvis tage Hensyn til Fejlantallet, som kun kan findes, naar man lader Forsøgspersonerne nedskrive alle de enkelte Summer eller f. Ex. Summen for hver fem Tal. De Forsøg med Addition, som i det følgende skal omtales, har altid været udførte af øvede Regnere, der har adderet fortløbende.

Man er selvfølgelig ikke henvist til udelukkende at arbejde med Regneopgaver; ogsaa Udenadlæren af Ramser kan anvendes ved Forsøg, og den Art Arbejde kan tilmed blive særdeles anstrengende. Erfaringen lærer nemlig, at det ikke blot tager længere Tid at lære en lang Ramse end en kort, men det kræver ogsaa i hvert enkelt Øjeblik en større Anstrengelse. Man kan altsaa ogsaa gøre den Art Arbejde saa vanskeligt, det skal være. Men skal man

kunne maale Arbejdsydelsen ved det Antal Ramser, der er lært i en vis Tid, saa maa disse nødvendigvis være lige vanskelige. Det kan man kun opnaa, naar man laver sine Ramser af meningsløse Stavelser. Anvender man nemlig almindelige Ord, kan det vanskelig undgaas, at en Række Ord giver en bestemt Mening, og saa læres denne Række ved een eller nogle faa Gennemlæsninger, hvorimod en anden, ligesaa lang Række, som ingen Mening giver, maa læses mange Gange for at læres. Denne Ulempe kommer man lettest ud over ved at anvende meningsløse Stavelser, som netop fordi de er meningsløse aldrig kan udtrykke en Tanke. Man laver til psykologiske Forsøg den Slags Stavelser ved at indskyde en Vokal mellem to forskellige Konsonanter, f. Ex.: fop, len, pir, søk, num, gæb osv. Man undgaar naturligvis ved Dannelsen af slige Stavelserækker at medtage almindelige Ord og at ordne de meningsløse Stavelser saaledes, at de læste i Sammenhæng danner Ord, f. Ex. jør gen nil son. Naar alle de fornødne Forsigtighedshensyn er tagne, viser det sig erfaringsmæssigt, at Ramser af samme Længde, læste i bestemt Takt, kræver meget nær samme Antal Gennemlæsninger for at læres af en given Forsøgsperson. Man tør derfor gaa ud fra, at de virkelig ogsaa er lige vanskelige, saa at Arbejdsydelsen kan maales ved det Antal, der er lært i en given Tid.

Jævnlig har man ved Forsøg ogsaa anvendt Arbejder af hel anden Art, saasom Udenadlæren af Digte, Løsning af matematiske eller andre Opgaver, Læsning af vanskelige Forfattere i fremmede Sprog og lignende. Det kan selvfølgelig ogsaa have sin Interesse at se Resultaterne i saadanne Tilfælde, men lovmæssige Forhold kan vanskelig eller slet ikke paa-

vises, fordi det er umuligt i strengeste Forstand at gentage Forsøg af den Art. Vanskeligheden ved at lære forskellige Vers — selv af samme Digt — udenad vexler med Indholdet, den ene matematiske Opgave klarer Forsøgspersonen maaske strax, og den næste kan han slet ikke finde ud af, osv. Forsøgspersonen kan ganske vist selv angive, at det ene Arbejde har været vanskeligere end det andet, men det er ikke nok. Thi man kan aabenbart ikke sikre sig, at flere ensartede Forsøg bliver blot tilnærmelsesvis lige vanskelige, og saa veed man ikke, om Forskellen i Resultaterne skyldes Arbejdets Beskaffenhed eller Forsøgspersonens Disposition eller muligvis ganske andre Forhold. Vi vil derfor i det følgende slet ikke komme ind paa Forsøg af den Art. Der er saa meget mindre Grund dertil, som de Resultater, der er vundne ved Forsøg med maalelig Arbejdsydelse, nødvendigvis ogsaa maa være gyldige i de Tilfælde, hvor vi paa Grund af Arbejdets særlige Beskaffenhed ikke kan maale Mængden.

Vi er nu paa det Rene med, hvilke Arter af Arbejde der i det Hele taget kan være Tale om at anvende ved vore Undersøgelser, og kan derefter gaa over til at se paa Resultaterne. Hvorledes Stofskiftemaalingerne udføres, er allerede tidligere omtalt; naar det drejer sig om aandeligt Arbejde, er der dog et særligt Hensyn at tage. Dette forstaas bedst, naar vi betragter et typisk Exempel paa den Art Bestemmelser, som vist i Fig. 20, der er konstrueret paa ganske samme Maade som Fig. 16. Tallene forneden angiver Tiden i Minuter; den prikkede Kurve viser Mængden af udført Arbejde. Dette bestod her i fortløbende Addition; Antallet af Additioner, udførte i hver 5 Min., aflæses paa Tallene tilhøjre. Som Figu-

ren viser, har der kun været arbejdet i en Del af den Tid, Forsøget har varet. I 10 Min. før Arbejdets Begyndelse og 15 Min. efter dets Slutning har Forsøgspersonen været saavel aandelig som legemlig i fuldstændig Ro.

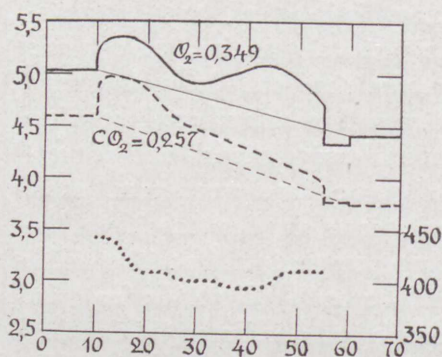


Fig. 20.

Det er nødvendigt at have en saadan Hvileperiode baa- de før og efter Arbejdet, da man ellers aldeles ikke kan finde den Stofskiftetilvæxt, som Arbejdet medfører. Stofskiftet er fremstillet ved den fuldt optrukne Linie O_2 , der angiver Iltoptagelsen, og den punkterede Linie CO_2 , der viser Kulsyreudskillelsen; paa Tallene tilvenstre aflæses, hvormange cm^3 Ilt der optages, og hvormange cm^3 Kulsyre der udskilles hvert Sekund i hele Forsøgstiden. Ejendommeligt for disse Forsøg med aandeligt Arbejde er nu, at Stofskiftet efter Arbejdet saa godt som altid er mindre end før Arbejdet. Ved legemligt Arbejde er netop det modsatte Tilfældet, som Fig. 16 viser; Stofskiftet efter Arbejdet er altid noget større end før Arbejdet og synker først efterhaanden ned til sin oprindelige Størrelse. Dette er en ligefrem Følge af, at mange Muskler rundt om i Legemet spændes, naar bestemte Muskler skal udføre et Arbejde. En saadan Spændingstilstand kan kun vedligeholdes ved et forøget Stofskifte, og den ophører ikke øjeblikkelig, naar Arbejdet standser.

Medens Forholdene ved det legemlige Arbejde

saaledes er let forstaaelige, er det ikke umiddelbart indlysende, hvorfor det gaar ganske anderledes ved det aandelige Arbejde. Men vi kan ikke slippe udenom den Kendsgerning, at Stofskiftet — bortset fra enkelte sjældne Undtagelsestilfælde — er mindre i Hvileperioden efter Arbejdet, end det var før Arbejdet, og vi maa tage den med i Beregning. Af Fig. 20 ser man, at Iltoptagelsen ved dette Forsøg før Arbejdet var en Ubetydelighed over 5 cm^3 pr. Sek.; de sidste 10 Min. under Arbejdet er den mindre end 5 cm^3 . Stofskiftet er altsaa faktisk her, trods Arbejdet, mindre end i fuldstændig Hvile, og det ser da ud, som om det aandelige Arbejde ligefrem formindskede Stofskiftet. At dette dog ikke virkelig er Tilfældet, ses tydeligt i det Øjeblik, hvor Arbejdet hører op; her synker Stofskiftet brat og er i den følgende Hvileperiode betydelig ringere end under Arbejdet.

Der kan altsaa paa den ene Side slet ingen Tvivl være om, at det aandelige Arbejde medfører en forøget Stofomsætning i visse Organer, thi Stofskiftet voxer, naar Arbejdet begynder, og aftager, naar det holder op. Paa den anden Side er det ligesaa utvivlsomt, at hele Organismens Stofskifte synker langsomt under det aandelige Arbejde, saa at det før eller senere, trods Arbejdet, bliver mindre end i Hviletilstanden før Arbejdet. Disse to Kendsgerninger kan, trods deres tilsyneladende Modstrid, uden Vanskelighed forenes. Hvis Arbejdet medfører et forøget Stofskifte f. Ex. i Nervesystemet, men tillige en langsomt voxende Formindskelse af Stofskiftet i andre Organer, saa maa tilsidst det Punkt naas, hvor Stofskiftet som Helhed bliver ringere end under Hvilen, og holder Arbejdet saa op, maa det blive endnu mindre. Der er saaledes slet intet gaadefuldt ved disse Resultater;

Spørgsmaalet er blot: hvilke Organer er det, hvis Stofskifte formindskes ved aandeligt Arbejde?

Talrige Erfaringer saavel fra det daglige Liv som fra psykologiske Forsøg viser, at Muskernes Bevægelser og Spændingstilstand paavirkes stærkt af samtidig sjælelig Virksomhed. Gaar to Mennesker ned ad Gaden i Samtale, vil man kunde se, hvorledes Gangen uvilkaarlig sagtnes og maaske endog gaar helt istaa, naar Samtalen bliver ivrig. Den aandelige Anspæn-

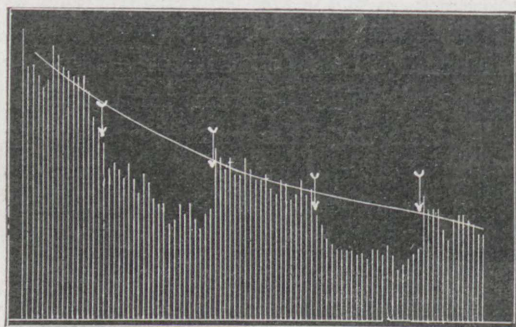


Fig. 21.

delse virker hæmmende selv paa de ganske mekaniske Gangbevægelser. Ved Forsøg kan man let vise, at en saadan Hæmning bliver desto stærkere, jo mere Opmærksomheden beslaglægges af den sjælelige Virksomhed. Lader man en øvet Forsøgsperson udføre et Ergogram i Takt efter en Metronom, kan han meget godt vedblive at trække i Takten, selv om han samtidig skal udføre et eller andet aandeligt Arbejde, men de enkelte Træk bliver mindre. Fig. 21 viser Resultatet af et saadant Experiment. Ved den første Pil tilvenstre forelægges der Forsøgspersonen 6 femcifrede Tal skrevne under hinanden, hvorefter han udfører Additionen i Hovedet; øjeblikkelig ses

de enkelte Træk at blive mindre. Ved den anden Pil nævner han Resultatet, og umiddelbart derefter voxer de enkelte Træk igen; mellem tredie og fjerde Pil er Forsøget gentaget, naturligvis med andre Tal. Der fremkommer saaledes i Ergogrammet „Huller“, hvis Længde svarer til Arbejdets Varighed, men hvis Dybde er afhængig af dets Vanskelighed. Dette viser ligefrem, at den Hæmning, som det aandelige Arbejde udøver paa Muskelbevægelserne, voxer med Opmærksomhedsanspændelsen.

I de anførte Exempler er det Muskelbevægelser, der hæmmes ved den sjælelige Virksomhed. Der er imidlertid ogsaa Erfaringer, som viser, at en lignende Indflydelse udøves paa Muskelspændinger, der ikke ytrer sig ved synlige Bevægelser. Ved anstrengende aandeligt Arbejde har Kroppen en stærk Tilbøjelighed til at synke sammen, saa at det koster betydelig Anstregelse at holde den oprejst, hvorfor mange Mennesker under disse Omstændigheder foretrækker at lægge sig ned. Adskillige fremragende Aandsarbejdere vil med fuld Føje kunne hævde, at de aldrig be- stiller mere, end naar de tilsyneladende „ligger og driver“ paa en Sofa. I det følgende Kapitel skal det ved Maalinger blive paavist, at en saadan liggende Stilling virkelig for Organismen er særdeles kraftbe- sparende. De anførte Erfaringer lærer os altsaa, at sjælelig Virksomhed virker slappende paa de Muskel- spændinger, der tjener til at holde Kroppen oprejst. Da det fremdeles ikke er vanskeligt at paavise, at Stofskiftet bliver desto mindre, jo mere Muskelspæn- dingen aftager, saa er de ejendommelige Forhold ved Stofskifteforandringerne under aandeligt Arbejde, som viste i det typiske Exempel Fig. 20, derved fuldt forklarede. Det er i Hovedsagen Kroppens Muskler,

der slappes mere og mere under Arbejdet, saa at hele Organismens Stofskifte aftager, tiltrods for at den sjælelige Virksomhed medfører forøget Stofskifte i Nervesystemet og andre Organer.

Vil man nu bestemme denne Stofskiftetilvæxt, maa man altsaa gaa ud fra, at Stofskiftet i de ikke arbejdende Organer synker jævnt fra Hviletilstanden før til Hviletilstanden efter Arbejdet. Det er denne gradvise Aftagen, der i Fig. 20 er angivet ved de rette Linier, som forbinder Hvileperioderne i de to Stofskiftekurver. Da man kender det virkelige Stofskifte i hvert enkelt Øjeblik, kan man let regne ud, hvor meget det er større end det tænkte Hvilestofskifte. De Tal, som er skrevne paa de to Kurver, angiver netop den saaledes fundne gennemsnitlige Tilvæxt af Iltoptagelse og Kulsyreudskillelse i cm^3 pr. Sek. Naar man paa denne Maade anstiller et større Antal Forsøg med forskellige Personer og Arbejder af forskellig Vanskelighed, findes bestemte Lovmæssigheder at gøre sig gældende for Stofskiftetilvæksterne:

For samme Forsøgsperson vil det samme Arbejde medføre tilnærmelsesvis konstante Stofskifteforandringer. Kulsyremængderne viser dog som oftest lidt større Svingninger end Iltmængderne.

For samme Forsøgsperson vil forskellige Arbejder medføre desto større Stofskifteforandring, jo mere anstrengende det paagældende Arbejde er. Disse Differenser kan være særdeles betydelige og fremtræder ligesaa udpræget i Kulsyre- som Iltmængderne.

Samme Arbejde kan for forskellige Forsøgspersoner medføre højst forskellige Stofskifteforandringer, hvilket kun er en ligefrem Følge af, at Stofskiftet voxer med Anstrengelsen. Har een Forsøgsperson mere Øvelse i eller Anlæg for et givet Arbejde end en anden, vil det

*ogsaa koste ham mindre Anstrengelse og følgerig medfø-
re ringere Stofskifteforandringer.*

Der kan saaledes ikke være den ringeste Tvivl om, at sjælelig Virksomhed har en Forøgelse af Stofskiftet til Følge. Men Tilvæxterne er kun smaa; selv ved meget anstrengende Arbejde vil Tilvæxten i Ilt-optagelse næppe overskride 15 % af hele Organismens Ilt-optagelse i Hvile. Tilmed lader det sig godt-gøre, at denne Stofskifteforøgelse ikke kan hidrøre alene fra Nervesystemets Virksomhed; det aandelige Arbejde medfører talrige Muskelbevægelser og Spændinger, der koster Arbejde og derfor ogsaa forøger Stofskiftet. For det første kan saadanne Forandringer let iagttages i Ansigtet: Brynene rynkes, og forskellige andre Muskelsammentrækninger fremkalder et „tænksomt Udtryk“. For det andet viser Maalingerne, at Aandefanget, det i hvert Sekund indaandede Rumfang Luft, forøges. Men naar Aandedrætsmusklerne skal pumpe en større Mængde Luft gennem Lungerne, bliver deres Arbejde og dermed ogsaa Stofskiftet større.

Dette stærkere Aandedræt under Arbejdet kan ligefrem ses i Fig. 22. Figuren viser et mindre Stykke af de Kurver, som optegnes paa Kymografens Tromle i Fig. 14 under et Stofskiteforsøg. De fire Linier T, S, R og V optegnes samtidig; det øverste Sæt er taget under Hvile, det nederste under Udførelsen af en Multiplikation af to trecifrede Tal i Hovedet. T er Tiden; mellem hver af de smaa Takker er der forløbet 20 Sek. R er Aandedrættet; enhver nedadgaende Bugt angiver en Indaanding, enhver opadgaende Udaandingen. V viser Mængden af den indaandede Luft, idet Gasuret sætter et Mærke for hver kvart Omdrejning; jo tættere disse Mærker staar, desto

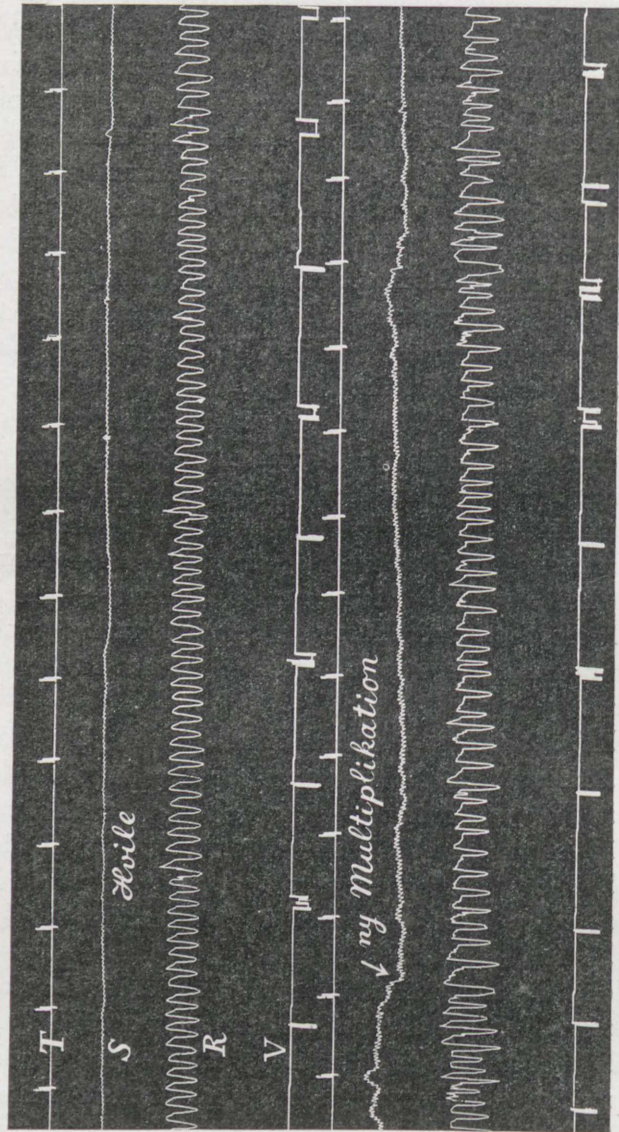


Fig. 22.

mere Luft er der indaandet i en given Tid. Linien S skal blive omtalt i det følgende. Sammenligner man nu de to Linier R, falder det strax iøjne, at Aandedrættet er regelmæssigere og mindre dybt i Hvile end under Arbejdet. Som Følge af den større Dybde bliver den indaandede Luftmængde større; Mærkerne i de to Linier V staar da ogsaa gennemgaaende tættere sammen under Arbejdet end i Hvilen.

Endelig kan det for det tredie paavises, at der under Arbejdet opstaar Muskelspændinger i Hænderne og formodenlig ogsaa i Armene, og at disse Spændinger voxer med Arbejdets Vanskelighed. Dette fremgaar af de to Linier S i Fig. 22; de er komne istand paa følgende Maade. Forsøgspersonen tager i Haanden en pæreformet Gummiballon, hvis Hulrum med en Gummislange er sat i Forbindelse med et Skriveapparat som det, der er vist i Fig. 18. Gummiballonen klemmes næsten flad, og Haanden omvikles stramt med et langt Bind, saa at Fingrene ikke kan bevæges. Skriveapparatet vil nu gengive selv meget svage Forandringer i Trykket paa Ballonen; man ser dette af Figuren, hvor de to Linier S viser sig fint takkede. Enhver saadan Tak svarer til et Pulsslag, saa at Blodets Tryk altsaa er tilstrækkeligt til at give Udslag. Selv meget smaa Forandringer i Fingermuskernes Spænding, hvorved Trykket forøges eller formindskes, vil da ogsaa kunne ses; endog i Hviletstanden viser Linien hist og her en lille Bugt. Men under Arbejdet bliver disse Forandringer langt mere fremtrædende. Hvor en ny Multiplikation begynder, ses Linien at stige jævnt og regelmæssigt i Overensstemmelse med, at et saadant Arbejdes Vanskelighed voxer, efterhaanden som man nærmer sig Resultatet,

fordi stadig flere Tal skal huskes. Medens Resultatet nedskrives, synker Kurven stærkt for strax igen at stige, naar den nye Opgave tages for. En saadan Sænkning ses tilvenstre, tæt ved Kurvens Begyndelse, og tilhøjre henimod Slutningen.

Der opstaar altsaa Bevægelser og Spændinger i forskellige Muskler som uundgaaelige Følger af det aandelige Arbejde. Bevægelserne kan dog altid iagttages, men Muskelspændinger kan forekomme mange Steder, hvor de vanskelig kan paavises selv ved finere Undersøgelsesmetoder. Derfor lader det sig foreløbig ikke afgøre, i hvor stor Udstrækning de forekommer. Men alle disse Bevægelser og Muskel-spændinger medfører Forøgelse af Stofskiftet, og Resultatet bliver følgende, *at den Stofskifteforøgelse, som ledsager det aandelige Arbejde, kun tildels kan hidrøre fra Nervesystemets Virksomhed, uden at det dog foreløbig kan afgøres, hvor stor en Del der skyldes andre Aarsager.*

Hidtil har vi udelukkende taget Hensyn til de Tilfælde, hvor Forsøgspersonen fuldstændig har kunnet fordybe sig i Arbejdet, og dette ikke har lidt Afbræk hverken ved ydre eller indre Forstyrrelser. Men det er fra det daglige Liv velbekendt, hvor lidt der skal til for at forøge Vanskeligheden af et aandeligt Arbejde betydeligt. Larm, naar den da ikke er særlig stærk, er vel noget af det mindst forstyrrende; langt værre er som oftest menneskelig Tale, der let fængsler Opmærksomheden og derved saa godt som umuliggør Arbejdet. Indre Forstyrrelser: lettere Ildebefindende, Sindsbevægelser, Optagethed af andre Tanker og lignende virker omtrent paa samme Maade. I alle disse Tilfælde kan man dog, som Erfaringen lærer, faa Arbejdet udført, men Forstyrrelsen mærkes

som en stadig Modstand, der skal overvindes. Anstrengelsen bliver derfor betydelig større, end hvis Arbejdet kan gaa uforstyrret fra Haanden.

Disse dagligdags Erfaringer bekræftes nu fuldstændig ved Stofskifteundersøgelserne. Ved disse Forsøg behøver man aldeles ikke kunstigt at tilvejebringe Forstyrrelser. Naar man arbejder med voxne Mennesker, der har andet at tænke paa end netop det at være Forsøgspersoner, vil Livets Gang tilvejebringe alt det fornødne. Der kræves blot, at disse Forsøgspersoner er Psykologer, øvede i Selviagttagelse, saa at de paa Forhaand eller umiddelbart efter et Forsøgs Afslutning kan gøre Rede for Arten og Omfanget af den Forstyrrelse, de har været Genstand for. Kun derved vil det være muligt at udsondre de Forsøg, hvor Forstyrrelse har gjort sig gældende, fra dem, hvor Arbejdet er gaaet glat fra Haanden. Anstiller man saaledes en længere Række Forsøg med samme Person og Arbejder af samme Art, vil man let kunne se Forskellen paa de to Tilfælde; man finder altid, uden Undtagelse:

Naar Forsøgspersonen af en eller anden Grund føler sig uoplagt eller bliver forstyrret i sit Arbejde, men anspænder sig stærk for desuagtet at præstere det forlangte, vil Stofskiftet derved faa en som oftest meget betydelig Tilvæxt udover den under normale Forhold forekommende Forøgelse.

En smuk Illustration til det omtalte Forhold er vist i Fig. 23. Forsøget er udført med den samme Person, fra hvem Fig. 20 hidrører, og Arbejdet var ligeledes fortløbende Addition. Midt under Arbejdet — Forsøgspersonen kunde bagefter ret nøjagtig angive Tidspunktet — fik han den Idé, at han ikke arbejdede tilstrækkelig ivrigt, hvorfor han „tog sig stærkt

sammen". Figuren viser, at denne Tagen-sig-sammen medfører en betydelig Forøgelse af Stofskiftet; Ilttilvæksterne bliver dobbelt saa store som ved Arbejdets Begyndelse og holder sig omtrent uforandrede til

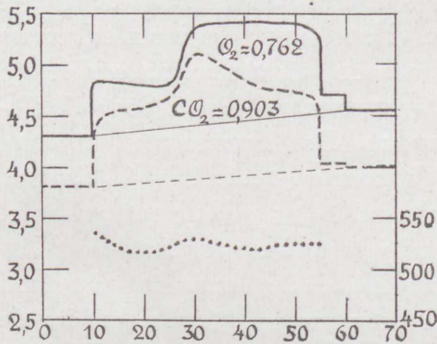


Fig. 23.

og det stærkt forøgede Stofskifte? Ser man paa Fig. 23, er der tilsyneladende intet vundet; Arbejdsydelsen viser i hvert Fald ikke nogen Stigning svarende til Stofskiftetilvæksten. Noget er der dog alligevel opnaaet, thi hos denne Forsøgsperson er Antallet af Additioner ellers altid mindre i Slutningen end i Begyndelsen, men i Forsøget Fig. 23 er det næsten konstant i hele Arbejdstiden. At Nervesystemets Virksomhed saaledes holdes uforandret i Stedet for at aftage, kan dog aldeles ikke forklare den stærke Forøgelse af Stofskiftet; der maa være andre Organer, hvis Virksomhed ligeledes voxer. Nu har vi netop set, hvorledes enhver Anspændelse af Opmærksomheden medfører forøget Spænding i visse Muskler og dermed et større Stofskifte. Der er da intet mærkeligt i, at dette ogsaa sker, naar Individet maa anspænde sig særlig stærkt for at faa Arbejdet udført trods en

Slutningen. Et lignende Forhold finder man i de fleste andre Tilfælde, hvor Individet „strammer sig op“ for at faa Arbejdet udført trods en eller anden Hindring.

Hvad opnaas der nu ved denne særlige Anspændelse

eller anden Hindring. Udtrykket: „at stramme sig op“ er aabenbart slet ikke billedligt, men maa tages ganske bogstaveligt; Individet strammer Musklerne for at modvirke Tilbøjeligheden til at døse hen. Hvilke Muskler der herved kommer i Virksomhed, kan naturligvis ikke afgøres med Sikkerhed, men at undertiden ogsaa Kropmusklerne kan komme med i Spillet, synes at fremgaa af Fig. 23. Dette Forsøg er et af de sjældne Tilfælde, hvor Hvilestofskiftet efter Arbejdet er større end før Arbejdet. „Opstramningen“ har altsaa her havt til Følge, at Kropmusklernes Tilbøjelighed til at slappes under Arbejdet er bleven modvirket, og det er da ikke uberettiget at antage, at disse Muskelspændinger under Arbejdet har været saa stærke, at de har den væsentligste Andel i de stærkt forøgede Stofskiftetilvæxter.

Hvis det nu virkelig forholder sig saaledes, at enhver stærk Opmærksomhedsanspændelse, hvorved en Hindring for Arbejdet søges overvundet, medfører betydelige Muskelspændinger og dermed en tilsvarende Forøgelse af Stofskiftet, saa maa en Slappelse af Opmærksomheden nødvendigvis have den modsatte Virkning. Erfaringen lærer, at dette virkelig ogsaa er Tilfældet, som det fremgaar af det typiske Exempel Fig. 24. Forsøgspersonens „Arbejde“ bestod her i at læse et Stykke af en Roman, som han kendte godt men satte saa megen Pris paa, at han med Fornøjelse kunde læse den endnu en Gang. Læsningen blev fortsat en Time og medfører, som Figuren viser, i Begyndelsen en stærk Formindskelse af Stofskiftet. Dette voxer dog langsomt og ret regelmæssigt, saa at det tilsidst bliver noget større end Hvilestofskiftet, men gennemsnitlig er Stofskiftet formindsket under den sjælelige Virksomhed; Tilvæxterne er negative.

Det er derfor aabenbart med god Grund, at en saadan Virksomhed kaldes for Adspredelse, Hvile. Iøvrigt forekommer ganske lignende Stofskifteforandringer ikke alene ved Morskabslæsning, men ogsaa ved

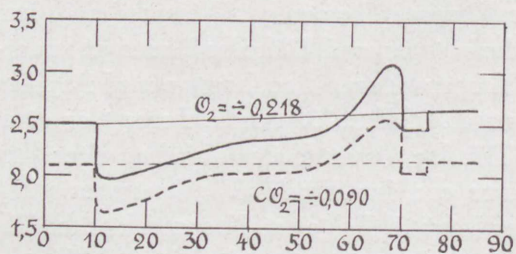


Fig. 24.

egenligt Arbejde. Betingelsen er blot, at Forsøgspersonen finder Arbejdet let og tager overlegent

paa det, hvilket slet ikke behøver at medføre, at Arbejdsydelsen bliver særlig ringe. Paa den ene Side har man altsaa en stærk Forøgelse af Stofskiftet, hvis en Hindring for Arbejdet skal overvindes, paa den anden Side viser det sig:

Hvis Forsøgspersonen af en eller anden Grund finder Arbejdet let, saa at det kan udføres i Magelighed, eller den sjælelige Virksomhed overhovedet kun er at betragte som Adspredelse, Hvile, kan Stofskiftet blive saaledes nedsat, at den gennemsnitlige Tilvæxt er negativ.

Disse Tilfælde med formindsket Stofskifte under den sjælelige Virksomhed er ganske gaadefulde, naar man intet Hensyn tager til Muskelspændingerne. Thi det er ret utænkeligt, at en forhøjet Virksomhed i Nervesystemet virkelig skulde formindske dets Stofskifte endog i saa betydelig Grad, som f. Ex. Fig. 24 viser. Derimod vil selv en mindre Slappelse af Kropmusklerne let kunne formindske Stofskiftet. Og Selviagttagelsen lærer, at en saadan Slappelse virkelig indtræder. Før Arbejdets Begyndelse holder Forsøgspersonen

nemlig sine Muskler til en vis Grad spændte. Opmærksomheden maa være rettet herpaa, thi da han ikke maa tænke paa noget, vil han ligefrem falde i Søvn, hvis han ikke saaledes strammer sig op. Men saasnart en sjælelig Virksomhed begynder, der ikke kræver stærk Anspændelse af Opmærksomheden, vil denne og dermed ogsaa Musklerne slappes. Arbejdet medfører nu ganske vist en Stofskifteforøgelse, men den vilkaarlige Muskelslappelse har en langt større Formindskelse til Følge, og derfor bliver Tilvæxterne negative. Fig. 24 viser imidlertid, at den stærke Formindskelse ved Arbejdets Begyndelse ikke vedvarer, men bliver mindre og mindre. Dette hidrører rimeligvis fra, at der til en bestemt Opmærksomhedsanspændelse svarer en bestemt Spændingstilstand i Musklerne, og denne indstiller sig efterhaanden uvilkaarligt.

Der er saaledes god Overensstemmelse mellem alle disse Forsøg. Vi har set, hvorledes en særlig stærk Opmærksomhedsanspændelse vil medføre en Stofskifteforøgelse langt ud over det normale, medens en Slappelse har den modsatte Virkning. Alle disse Afvigelser fra de normale Stofskifteforandringer under sjælelig Virksomhed lader sig let forklare, idet

En Anspændelse eller Slappelse af Opmærksomheden medfører tilsvarende Forandringer i forskellige Musklers Spænding, hvorved Stofskiftet forøges eller formindskes.

KAP. 9. TRÆTHED VED AANDELIGT ARBEJDE.

DA sjælelig Virksomhed er afhængig af Stofomsætningen i Hjernen, saa følger deraf, at Træthed maa ytre sig ved aandeligt Arbejde ligesaa vel som ved legemligt. Træthed er en uundgaaelig Følge af Stofforbruget, saasnart de levende Æggehvdestoffer ikke kan genopbygges saa hurtigt, som de sønderdeles. Derfor aftager Mængden af den til Raadighed staaende Energi og dermed ogsaa Arbejdsydelsen, indtil der er kommen Ligevægt mellem Forbrug og Tilførsel, mellem Dissimilation og Assimilation. Naar dette er sket, bliver Arbejdsydelsen konstant. Et saadant lovmæssigt Forløb, som er paavist for det legemlige Arbejde, maa vi ogsaa vente vil gøre sig gældende for det aandelige. Men vi har tillige set (jvf. Fig. 10), at jo mindre Stofforbruget er, desto mindre bliver ogsaa Trætheden. Nu er der imidlertid en væsenlig Forskel paa Stofskiftetilvæksterne ved legemligt og aandeligt Arbejde netop i den Henseende.

Ved legemligt Arbejde er det ikke smaa Stofmængder, det drejer sig om. Det ses f. Ex. af Fig. 16. Der blev her arbejdet med en enkelt Haand, og Tilvæksten i Iltoptagelsen udgør gennemsnitlig $2,65 \text{ cm}^3$ i Sekundet, hvilket er ikke mindre 75% af Hvileværdien. Hele denne store Forøgelse skyldes dog ikke udelukkende Haandens Muskler. Naar man udfører et saadant Arbejde, kan man godt selv mærke,

hvorledes Fødderne stemmes fast i Gulvet, og Arm-musklerne spændes, skønt det kun er Haandens Muskler, der udøver Trækket. Der er altsaa stærke Spændinger i andre Muskler end dem, der netop arbejder, og disse Spændinger hører ikke helt op samtidigt med Arbejdet. Det ses ogsaa tydeligt i Fig. 16, hvor Hvilestofskiftet efter Arbejdet er ikke saa lidt større end før Arbejdet. Vil man have at vide, hvor stor en Del af Stofskifteforøgelsen der skyldes de direkte arbejdende Muskler, kan dette let beregnes, da vi kender den udførte Mængde Arbejde og Nyttetvirkningen. Resultatet bliver, at Arbejdet har krævet gennemsnitlig $0,4 \text{ cm}^3$ Ilt i Sekundet, hvilket med et rundt Tal er $\frac{1}{7}$ af hele Stofskifteforøgelsen. Da denne udgør 75 % af Hvileværdien, vil altsaa de 11 % falde paa de arbejdende Muskler, og Resten, 64 %, skyldes Spændinger i andre Muskler.

Ved aandeligt Arbejde stiller Sagen sig væsentlig anderledes. Selv ved meget anstrengende Arbejde af denne Art faar man næppe større Ilttilvæxt end $0,5 \text{ cm}^3$ Ilt pr. Sek., hvilket udgør henved 15 % af hele Organismens Iltoptagelse i Hvile. Denne Forøgelse er aabenbart ret ubetydelig i Sammenligning med de 75 %, man kan faa ved Arbejde med en enkelt Haand. Nu saae vi ganske vist, at af disse 75 % falder kun de 11 % paa Haandens Muskler, medens Resten skyldes Spændinger i andre Muskler. Men det blev paavist i det foregaaende, at noget ganske lignende ogsaa gælder for det aandelige Arbejde, der stadig ledsages af Muskelspændinger. Hvis vi nu turde regne med, at ogsaa kun $\frac{1}{7}$ af Stofskiftetilvæksten ved det aandelige Arbejde hidrørte fra Hjernens Virksomhed, saa vilde altsaa af de 15 %, man finder ved det mest anstrengende aandelige Arbejde, kun de 2 % skyl-

des Nervesystemet. Foreløbig har vi imidlertid ikke nogen som helst Formodning om, hvor stor en Brøkdelen af den hele iagttagne Stofskiftetilvæxt der kommer paa Nervesystemets Regning. Men selv om man antog, at det var Halvdelen, vilde Stofomsætningen i Hjernen selv ved den største aandelige Anstrengelse endda kun blive lille i Sammenligning med, hvad f. Ex. en Haands Muskler kan præstere. Hertil kommer nu yderligere, at Hjernebarken, hvori den væsentligste Del af Stofomsætningen foregaar, er bedre forsynet med Blodkar end noget andet Organ. Den rigelige Blodforsyning vil have til Følge, at de forbrugte Stoffer forholdsvis hurtig erstattes, saa at den disponible Energimængde kun aftager lidt. Resultatet bliver saaledes:

Ved aandeligt Arbejde vil det forholdsvis ringe Stofforbrug og den hurtige Genopbygning af de forbrugte Stoffer medføre, at Trætheden kun kan blive ringe. Ved lettere Arbejde vil derfor en Formindskelse af Arbejdsydelsen næppe kunne paavises; ved mere anstrengende Virksomhed maa Arbejdsmængden aftage men det vil vare længe, inden Arbejdet naaer sin konstante Værdi.

Vi gaar nu over til at prøve, om disse Slutninger stemmer med Erfaringen. Skal det lykkes at paavise Overensstemmelsen mellem Arbejdskurverne ved aandeligt og legemligt Arbejde, maa vi ifølge den netop anførte Sætning vælge en anstrengende Virksomhed, og den maa fortsættes tilstrækkelig længe uden Afbrydelse. Et særlig interessant Forsøg af den Art er anstillet af en amerikansk Dame, Miss Arai. Hun øvede sig paa at multiplicere to fircifrede Tal i Hovedet; i Begyndelsen havde hun stadig Opgaven for Øje, men da det syntes hende for let, gik hun

over til at lære den udenad. Saa regnede hun til Øvelse i Løbet af en Uge 189 saadanne Opgaver, og da hun nu mente at have naat tilstrækkelig Færdighed, gik hun over til det egentlige Forsøg. I fire

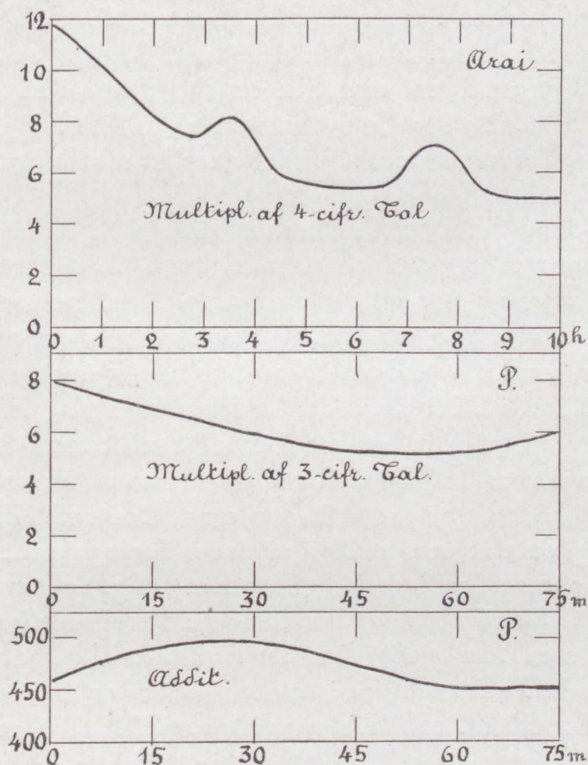


Fig. 25.

paa hinanden følgende Dage løste hun hver Dag 68 Opgaver, hvilket krævede 10 Timers dagligt Arbejde uden noget som helst Ophold til Maaltider, Hvile etc. Resultatet af denne Kraftanstrengelse er vist i den øverste Del af Fig. 25. Her er som sædvanlig Tiden afsat ud ad den vandrette Linie, og vinkelret

derpaa er for hver Time afsat en Længde svarende til det Antal Opgaver, der er løst i den Time. Endepunkterne af disse Længder bestemmer den tegnede Kurve, som aabenbart viser os, at Træthed ytrer sig ved aandeligt Arbejde ganske som ved legemligt. Arbejdsydelsen synker i Begyndelsen og bliver tilsidst omtrent konstant, idet den dog jævnlig bølger op og ned. Sammenligner man den omtalte Kurve i Fig. 25 med de forskellige Ergogrammer i Fig. 8, 9, 11 og 16, træder Overensstemmelsen i denne Henseende tydelig frem.

I dette Forsøg er Træthedens Virkninger, Arbejdsydelsens Aftagen, iøjnefaldende, fordi Arbejdet er anstrengende og forsættes saa længe. Men Trætheden vil naturligvis ogsaa kunne paavises, selv om man stiller mindre voldsomme Krav til Forsøgspersonernes Udholdenhed. Miss Arai's Arbejdskurve viser ligefrem, at Arbejdsydelsen synker kendeligt allerede i den første Time; følgelig behøver man ikke at fortsætte Arbejdet længere for at kunne spore Træthed. Ikke heller er det nødvendigt at lade Forsøgspersonen multiplicere fircifrede Tal; hvis han f. Ex. er ganske ude af Stand dertil og kun kan regne med trecifrede Tal, som han stadig har for Øje, saa bliver dette Arbejde for ham ligesaa vanskeligt, som de fircifrede Tal for Miss Arai. Dette var netop Tilfældet med den Forsøgsperson P., fra hvem de to følgende Kurver i Fig. 25 hidrører. P. havde slet ingen Øvelse i at multiplicere i Hovedet, og han gjorde kun det ene Forsøg, der er fremstillet i Figuren. Forsøget varede i fem Kvarter (75 Min.), og Kurven viser, hvormange Opgaver der løses i hver Kvarttime. Vi ser, at Arbejdsydelsen synker jævnt i den første Time, hvorefter der indtræder en lille Stigning; det er vel næppe andet

end en af de Bølger, som Arbejdskurverne stadig viser. Var Arbejdet blevet fortsat i længere Tid, vilde Stigningen sikkert være efterfulgt af en større Sænkning. Trætheden er altsaa ogsaa her paaviselig.

Helt anderledes stiller Sagen sig i det sidste af de Forsøg, der er fremstillede i Fig. 25. Det udførtes af samme Person, P, som det foregaaende, og varede ligeledes 75 Min. Men Arbejdet var fortløbende Addition, i hvilken P. var meget øvet, da saadant Regnearbejde tildels hørte med til hans daglige Virksomhed. Arbejdets Lethed og Regnerens Øvelse medfører i Forening, at der næppe opstaar paaviselig Træthed; i den sidste Kvarttime udfører P. 453 Additioner i hver 5 Min., medens han præsterede 464 i de første 5 Min., saa at Forskellen altsaa er ganske forsvindende. Det mest ejendommelige ved Forsøget er imidlertid, at Arbejdsydelsen slet ikke synker i Begyndelsen, men tværtimod stiger, saa at Højdepunktet først naas i Løbet af en halv Time; derefter aftager den noget og bliver tilsidst konstant. Denne Stigning i Begyndelsen er dog slet ikke noget helt ualmindeligt; den forekommer jævnlig saavel ved legemligt som ved aandeligt Arbejde under ret forskellige Omstændigheder. En kort Redegørelse for disse Forhold vil give en mere indgaaende Forstaaelse af Arbejdskurvernes Form.

Alle de i det foregaaende betragtede Arbejdskurver for legemligt eller aandeligt Arbejde, der fra Begyndelsen viser en Aftagen af Arbejdsmængden, er komne istand paa den Maade, at Forsøgspersonen strax har taget fat med fuld Kraft og præsteret det mest mulige. I saa Fald trættes de arbejdende Organer øjeblikkelig, og Arbejdsydelsen maa derfor synke. Men hvis Forsøgspersonen derimod sparer

paa Kræfterne, saa bliver der ingen paaviselig Træthed, og han vil i lang Tid bevare et Overskud af Kraft, som vilkaarligt kan sættes ind paa et eller andet senere Tidspunkt. En saadan Sparen paa Kræfter kan forekomme under to forskellige Betingelser, idet Forsøgspersonen enten ikke kan eller ikke vil sætte fuld Kraft paa strax. Det første er ganske almindeligt hos helt uøvede Personer. Første Gang et Menneske arbejder med en Ergograf, har han i Begyndelsen ikke det rette Greb paa Apparatet, og de første Træk er derfor temmelig smaa. Men de voxer, efterhaanden som han vænner sig til Arbejdet, og naaer snart et Højdepunkt; idet saa Trætheden indtræder, aftager de enkelte Træk igen. Arbejdskurven faar med andre Ord netop den Form, som er vist nederst i Fig. 25. Ganske det samme gælder naturligvis om ethvert andet Arbejde, der kræver nogen Færdighed; Arbejdsydelsen voxer med Øvelsen i at haandtere det paagældende Redskab.

De fleste Mennesker vil, selv om de ikke er morgengnavne, dog som oftest være noget døsige, naar de vaagner af Søvn. I denne Tilstand arbejder man ikke saa godt som senere; Forholdet synes nærmest at være det, at man først vaagner fuldstændig under selve Arbejdet. Hvis man altsaa begynder at arbejde i denne Døsighedsperiode, finder man ogsaa Arbejdskurver, der voxer i Begyndelsen, til den fulde Ydeevne er naat. Den praktiske Betydning heraf skal omtales nærmere i Kap. 11.

En lignende Form vil Arbejdskurven iøvrigt ogsaa kunne faa hos meget rutinerede Arbejdere. Skal et Menneske daglig i mange Timer udføre Arbejde af bestemt Art, vil det være uhensigtsmæssigt, hvis han strax anstrenger sig det mest mulige. Vi saae oven-

for (jvf. Fig. 10), at man i Længden ingenlunde faar det mest mulige Arbejde udført ved strax at anspænde sine Kræfter til det yderste. Og den øvede Arbejder veed naturligvis af Erfaring godt, hvor haardt han kan tage fat, naar han Dagen igennem skal kunne vedblive at præstere samme Arbejdsmængde. Han har med andre Ord et bestemt *tilvant Arbejdstempo*, som det slet ikke vil være let at faa ham ud af. Anvender man ham som Forsøgsperson og stiller den Fordring til ham, at han strax skal tage fat med fuld Kraft, vil dette næppe lykkes ham. Vanens Magt er for stor; han begynder i sit sædvanlige Tempo og arbejder sig først efterhaanden op til en større Præstation. Det er netop dette, vi ser ved P's Additioner i Fig. 25. At denne Kurve ikke er det tilfældige Resultat af et enkelt Forsøg, men stadig gentager sig for den paagældende Forsøgsperson, fremgaar af Fig. 26. Den nederste punkterede Kurve viser det gennemsnitlige Resultat af P's Additioner i tre Forsøg, som hvert varede i 45 Min. Ogsaa her findes i Begyndelsen en Stigning af Antallet af Additioner, og den rutinerede Arbejder røber sig deri, at de opnaaede Resultater i det enkelte Forsøg (Fig. 25) i alt væsenligt stemmer med de gennemsnitlige i Fig. 26.

Som Modsætning til P's Arbejdskurve er foroven i Fig. 26 fremstillet en anden, der viser det gennemsnitlige Resultat af syv Forsøg, ligeledes med Addition, udførte af N. Denne Forsøgsperson havde for adskillige Aar siden havt stor Færdighed i at regne, men nu havde han ikke mere Øvelse end den, de fleste Mennesker faar i det daglige Liv. Som Følge deraf havde han heller ikke noget bestemt Arbejdstempo og kunde let opfylde Fordringen: strax at

tage fat med fuld Kraft. Og Resultatet bliver, som det maatte ventes, at Kurven synker i Begyndelsen og derefter svinger op og ned.

Det forekommer altsaa, som vi har set, at en Forsøgsperson — af Mangel paa Øvelse, i Døsighed eller af gammel Vane — ikke strax kan sætte al Kraft paa Arbejdet. Der vil naturligvis ogsaa kunne

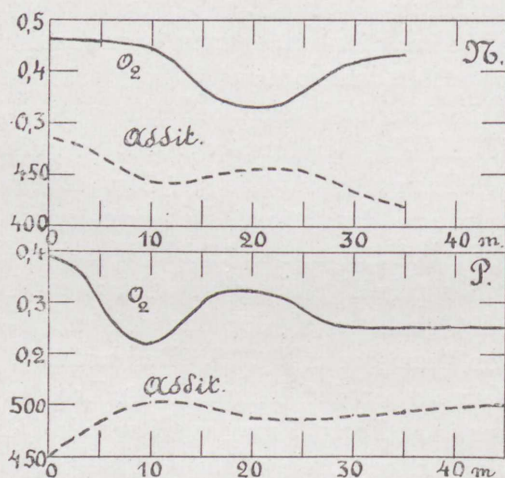


Fig. 26.

indtræffe Tilfælde, hvor han ikke vil. Faar han f. Ex. at vide, at et Forsøg skal vare meget længe, netop for at trætte ham, vil han ganske naturligt spare paa Kræfterne for ikke tilsidst at blive altfor træt. Der er nogle endog ret langvarige amerikanske Forsøg, hvis Resultater nærmest synes bestemte ved en saadan Forsigtighed fra Forsøgspersonernes Side.

Disse forskellige Undersøgelers Resultat kan i Korthed sammenfattes saaledes: *Aandeligt Arbejde vil ligesaa vel som legemligt medføre Træthed, hvis Virkning, Arbejdsydelsens Formindskelse, kan paavises,*

saafremt Arbejdet er tilstrækkelig anstrengende og langvarigt, og den Arbejdende virkelig anstrenger sig saa meget som muligt. Spares der derimod paa Kræfterne, kan Arbejdskurven i hvert Fald i Begyndelsen ofte vise en Stigning, idet der lidt efter lidt sættes fuld Kraft paa; først derefter medfører Trætheden en Sænkning.

Træthedens ydre, synlige Virkning, Arbejdsydelsens Formindskelse, forholder sig altsaa i alt væsentligt ens for aandeligt og legemligt Arbejde. Men Trætheden har som bekendt ogsaa en indre Virkning, idet den melder sig som en i Almindelighed ubehagelig *Træthedsfølelse*. Ved legemligt Arbejde fornemmes Trætheden ligefrem som Trykken og Svie i de arbejdende Muskler, og forsøger man paa, trods Trætheden, at forøge Arbejdsydelsen, kan Tilstanden blive saa smertefuld, at videre Arbejde umuliggøres. Ved aandeligt Arbejde er Træthedsfølelsen ikke nær saa udpræget. Ganske vist vil mange Mennesker ved tilstrækkelig langvarig og anstrengende sjælelig Virksomhed faa Hovedpine, men det gælder ikke alle; især blandt de egenlige Aandsarbejdere er der mange, hos hvem aandelig Træthed slet ikke medfører Smerter. Og ved mindre anstrengende Virksomhed vil Trætheden, selv om den tydelig røber sig ved formindsket Arbejdsydelse, som oftest slet ikke mærkes. Fortsættes Arbejdet tilstrækkelig længe, kan man nok tilsidst „føle sig træt“, men denne Følelse er sjældent — som ved Muskeltrætheden — afgjort ubehagelige Fornemmelser, snarere en vis Tunghed og Vanskelighed ved at faa Arbejdet fra Haanden. Netop fordi der saaledes som oftest ikke er ubehagelige eller smertelige Fornemmelser ved den aandelige Træthed, kan Individet, hvis det er magtpaaliggende, let „tage

sig sammen" og fortsætte Arbejdet endnu i lang Tid.

De omtalte Forhold er velkendte fra det daglige Liv, men ved særlige Forsøg har man søgt nærmere at udrede Sammenhængen mellem Træthedsfølelsen, Arbejdsformindskelsen og Stofskiftet. Herved er man kommen til ret interessante Resultater. Hvis Individet — ved lettere Virksomhed — ikke mærker Træthed, vil Arbejdsydelsen være afhængig af de forskellige Omstændigheder, der er omtalte i det foregaaende. Som Fig. 26 viser, vil den i saa Fald enten aftage lidt eller holde sig paa det nærmeste konstant om end med forskellige Svingninger. Og Stofskiftets Størrelse svarer til Arbejdsydelsen. Dette fremgaar ogsaa af Fig. 26, hvor de fuldt optrukne Linier viser Tilvæksten i Iltoptagelse under Arbejdet; disse Værdier er Gennemsnittet af syv Forsøg for Forsøgspersonen N og af tre Forsøg for P. Det mest iøjnefaldende ved disse Stofskiftekurver er vel nok den Omstændighed, at de svinger i modsat Retning af Arbejdsydelsen. Naar Arbejdsmængden voxer, aftager Iltoptagelsen, og omvendt. Dette beror ligefrem paa, at Arbejdet til en vis Grad forstyrres ved Vejrtrækningen. Derfor aander Forsøgspersonerne saa svagt som muligt, og saa længe det kan gøres, faar de præsteret et stort Antal Additioner. Men Iltoptagelsen er under disse Forhold utilstrækkelig, og der kommer et Punkt, hvor en Række dybe Aandedrag bliver nødvendige; saalænge det staar paa, bliver Antallet af Additioner kun lille. Men tiltrods for at Arbejdsydelse og Stofskifte saaledes indenfor kortere Perioder svinger i modsatte Retninger, følges de dog ad i Længden. I N's Forsøg (Fig. 26) er saaledes Iltoptagelsen gennemsnitlig mindre i Forsøgets sidste

Halvdel end i første Halvdel, hvilket svarer til Arbejdsydelsens Formindskelse. Ved P's Forsøg, hvor Arbejdsydelsen, bortset fra de første fem Minuter, er omtrent konstant hele Tiden, er ogsaa Iltoptagelsen gennemsnitlig den samme for Forsøgets første og sidste Halvdel. Resultatet bliver saaledes:

Naar Individets Arbejdstempo ikke paavirkes af nogen Træthedsfølelse, vil Stofskiftet som Helhed være bestemt ved den Mængde Arbejde, der præsteres.

Ganske anderledes kan Sagen stille sig, hvis Trætheden bliver saa stærk, at den mærkes. Der kan da indtræde to forskellige Tilfælde. Hvis Individet giver efter for Trætheden og nedsætter Arbejdstempoet, vil Stofskiftet naturligvis aftage med Arbejdsydelsen; heri er intet mærkeligt. Hvis Individet derimod ikke giver efter for Trætheden, men tværtimod „tager sig sammen“ og søger at holde Arbejdsydelsen konstant trods Trætheden, hvorledes gaar det da? Til Besvarelse af dette Spørgsmaal er der anstillet talrige Forsøg, som for Stofskiftets Vedkommende har ført til ganske overensstemmende Resultater. Hvad Arbejdsydelsen angaar, kan det forekomme, at det virkelig lykkes Individet at holde den uforandret, men det kan naturligvis ogsaa hænde, at den trods al Anstregelse aftager noget. I begge Tilfælde bliver Anstregelsens Indflydelse paa Stofskiftet dog den samme. Hvad der sker, er netop det, vi tidligere har set som Følge af, at Individet „tager sig sammen“, anstrenger sig for at overvinde en fra ydre eller indre Forstyrrelser hidrørende Modstand. Stofskiftet forøges betydeligt, i meget stærkere Forhold end Arbejdsydelsen.

I Fig. 27 er fremstillet to Forsøg, som belyser dette nærmere. Ligesom ved de tidligere Gengivelser af

Stofskifteforsøg er forneden afsat Tiden i Minuter, og Kurverne angiver den pr. Sekund optagne Mængde Ilt (O_2) og udaandede Mængde Kulsyre (CO_2). Ved begge Forsøg varede Arbejdet i 75 Minuter og bestod i Multiplikation af to trecifrede Tal i Hovedet;

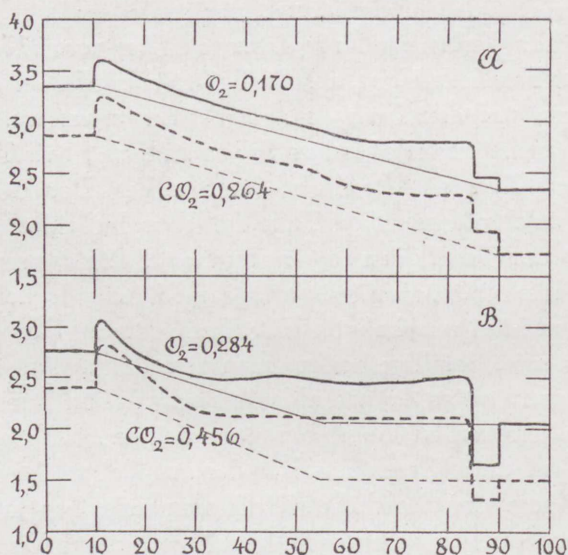


Fig. 27.

Forsøgspersonen lærte dog ikke Opgaverne udenad, men havde dem stadig for Øje. Arbejdsmængden er ikke angivet i Figuren, da det tiltrods for en ikke ringe Træthed lykkedes Forsøgspersonen at holde den saa godt som uforandret under begge Forsøgene. Stofskiftet derimod undergaar meget paafaldende Forandringer, som vi nu gaar nærmere ind paa, idet vi betragter hvert af Forsøgene for sig.

I Forsøget A er der som sædvanlig først en Hvileperiode paa 10 Minuter. Idet Arbejdet begynder, stiger Stofskiftet stærkt, men aftager derefter jævnt,

saa at det 10 Minuter efter Arbejdets Begyndelse er sunket ned til samme Værdi som under Hvilen. Det aftager yderligere jævnt indtil omtrent en Time efter Arbejdets Begyndelse; fra dette Øjeblik holder det sig konstant, men synker stærkt ved Arbejdets Ophør, saa at Iltoptagelsen efter Arbejdet er 1 cm.³ pr. Sek. mindre end før dette. En saa betydelig Formindskelse af Stofskiftet lader sig, som tidligere paavist, næppe forklare paa anden Maade, end at den stærke aandelige Anstrengelse har medført en Slappelse af Kropmuskulaturen. Ud fra denne Forudsætning lader sig let beregne den Stofskiftetilvæxt, som Arbejdet har medført; de gennemsnitlige Værdier for Iltoptagelse og Kulsyreudskillelse staar anførte paa Figuren. Det interessante er imidlertid, at Stofskiftetilvæksterne ses at være meget mindre i den første Time af Arbejdet end paa Slutningen, da Forsøgspersonen følte sig meget træt. Gennemsnitlig er Iltilvæksten i den første Time 0,14 cm.³ pr. Sek., i den sidste Kvarttime derimod 0,29 cm.³ pr. Sek., saa at Trætheden altsaa medfører en Stigning paa 107⁰/.

Forsøget B adskiller sig kun i den Henseende fra det allerede omtalte, at den samme Forsøgsperson ikke sad i den sædvanlige, magelige Forsøgsstol, men derimod ret op og ned paa en almindelig Stol. Hensigten hermed var at prøve, hvorledes Stofskiftet vilde stille sig, naar det anstrengende aandelige Arbejde skulde udføres under de Betingelser, som i Almindelighed er givne paa et Kontor eller lignende Steder, hvor man ikke efter Forgodtbefindende kan gøre sig det mageligt. Figuren viser, at Stofskiftet i det væsentlige forholder sig som i Forsøg A, men det aftager kun i den første halve Time under Arbejdet og bliver

derefter konstant. Denne Afvigelse mellem de to Forsøg er let forstaaelig. Thi naar man sidder i en magelig Stol, kan Kropmusklerne slappes meget stærkt, da Stolen bærer Legemet. Mangler en saadan Understøtning derimod, som Tilfældet var i Forsøg B, kan Legemets Sammensynken kun skride frem til et vist Punkt. Hovedet og Kroppen maa holdes oprejste, hvilket naturligvis sker uvilkaarligt, da Forsøgspersonen under Arbejdet ikke kan tænke derpaa, men Hvilestofskiftet maa fra dette Punkt blive konstant. Stofskiftet bliver naturligvis som Helhed noget større under disse Betingelser end i Forsøg A, men Træthedens Virkning bliver den samme. I de første tre Kvarttimer under Arbejdet er Ilttilvæksten gennemsnitlig $0,19 \text{ cm.}^3$ pr. Sek., i de sidste to derimod $0,42 \text{ cm.}^3$, hvilket giver en Stigning paa 121% .

Ganske tilsvarende Resultater er vundne med andre Forsøgspersoner, saa at der slet ingen Tvivl kan være om Træthedens Indflydelse:

Naar Individet føler sig træt af aandeligt Arbejde og derfor anstrenger sig for at holde Arbejdsydelsen uforandret, kan dette ogsaa tildels lykkes, men Stofskiftetilvæksterne bliver i saa Fald i Træthedsperioden som oftest mere end dobbelt saa store som forhen.

Det er uhensigtsmæssigt under anstrengende sjælelig Virksomhed at indtage en ubekvem Stilling, fordi dette forhindrer den naturlige Slappelse af Kropmusklerne, hvorved Organismens Stofskifte som Helhed bliver meget større end nødvendigt.

Den praktiske Betydning af disse Resultater er iøjnefaldende. Overanstrengelse er rimeligvis ligesaa hyppig ved aandeligt Arbejde, som den er sjælden ved legemligt. Under ordnede Forhold er Hviletiden saa lang og deler Arbejdstiden i saa korte Perioder,

at der ingen Anledning bliver til Overanstrengelse ved legemlig Virksomhed. Desuden er stærk legemlig Træthed, som alt omtalt, saa smertelig, at den ligefrem tvinger til Standsning eller i det mindste en stærk Nedsættelse af Arbejdet. Det er derfor kun i yderste Nødsfald, f. Ex. paa Polarrejser, ved Bjergbestigninger eller under Krigsforhold, at et Menneske vil vedblive at anstrenge sig legemligt trods stærk Udmattelse. Staar Valget mellem at dø paa Stedet eller at fortsætte Marschen til det yderste, vil den sidste Chance vel forsøges for at bjerger Livet. Ved Aandsarbejde i strengeste Forstand er Forholdet derimod et ganske andet. Kunstneren, Opfinderen, Forskeren kender ikke nogen Normalarbejdstid, og er de stærkt optagne af de Resultater, de er ifærd med at naa, mærker de ikke til Træthed. Da Arbejdsydelsen desuden ved stærk Anspændelse kan holdes nogenlunde paa samme Højde, mangler alle Kendetegn paa, at det lakker mod Enden med Nervesystemets Ydeevne. Saa kommer før eller senere det pludselige Sammenbrud, og det kræver Maaneder eller Aar at genvinde Arbejdsevnen. Dette er den enkle og ligefremme Følge af, at aandelig Anstrengelse kan vedligeholdes i lang Tid men med stadig voxende Bekostning for Nervesystemet. Det maa nødvendigvis ende med Forskrækkelse, og derfor er det klogere frivilligt at tage Hvile itide end nødtvungen, naar det er for sent.

Den anden af de ovenfor anførte Sætninger har især pædagogisk Interesse. Det blev allerede tidligere (S. 113) omtalt, at mange Aandsarbejdere udfører deres mest anstrengende Arbejde liggende, hvilket Stofskifte-maalingerne har vist at være det mest økonomiske for Organismen. Men der er nogle Aandsarbejdere,

hvem dette aldrig tillades: Børnene i Skolen. Mange Pædagoger forlanger endda, at Børnene skal sidde fuldstændig ranke uden at støtte Ryggen mod noget. Dette er meningsløst, thi Arbejdet i Skolen er for de smaa Hjerner ofte ligesaa anstrengende som det mest anspændende Arbejde for de Voxne. Derfor bør Børnene ogsaa have et nogenlunde mægeligt Sæde med Rygstød, som de maa have Ret til at benytte, for at Nervesystemets Virksomhed kan foregaa under de gunstigst mulige Betingelser.

Det kunde synes at være en væsenlig Mangel ved disse Undersøgelser, at der udelukkende er taget Hensyn til det rent aandelige Arbejde og slet ikke til de mangfoldige Arter af sjælelig-legemlig Virksomhed, der i det praktiske Liv er langt hyppigere. Ikke blot ved Stenografering, Maskinskrivning og typografisk Arbejde, men ogsaa ved en Vrimmel af Virksomheder i Fabriker, hvor Maskiner stadig skal reguleres eller forsynes med Materiale, eller hvor færdige Produkter skal undersøges og sorteres, er den sjælelige Anspændelse af langt større Betydning end den anvendte Muskelkraft. Ved al den Slags Arbejde er det derfor heller ikke saa meget Musklerne som Nervesystemet, der trættes, og af praktiske Grunde vilde det aabenbart være ønskeligt at kende Stofskifteforandringerne i disse Tilfælde. At faa anstillet nøjagtige Stofskiftebestemmelser i Fabriker og Værksteder vilde formodenlig nok være forbundet med uovervindelige Vanskeligheder, derimod vilde der ganske vist ikke være noget til Hinder for at lade en Forsøgsperson stenografere eller skrive paa Maskine, medens Stofskiftet blev maalt. Dette er alligevel ikke forsøgt, fordi man af de allerede foreliggende Resultater med fuld Sikker-

hed kan slutte, at der ikke vil komme noget ud af det.

Tager vi som Exempel Maskinskrivning, er det ganske vist ikke nogen stor Muskelkraft, som derved anvendes, men de talrige og hyppige Bevægelser i Forbindelse med Spændinger i forskellige Kropmuskler vil medføre en Stofskiftetilvæxt, der er mange Gange større end den, som den sjælelige Virksomhed fremkalder. Naar Trætheden indfinder sig, og Forsøgspersonen tager sig sammen for desuagtet at præstere saa meget som muligt, vil dette ligesom ved anden sjælelig Virksomhed forøge Stofskiftet. Men trods al Anstrengelse vil Arbejdsydelsen, Antallet af de i hvert Minut skrevne Bogstaver, før eller senere aftage; Bevægelserne bliver altsaa færre og langsommere, hvorfor Stofskiftet aftager. Her er saaledes to Omstændigheder, der modvirker hinanden, idet den ene forøger, og den anden formindsker Stofskiftet; Resultatet maa derfor blive ret tilfældigt. Kan Forsøgspersonen ved at tage sig stærkt sammen forhindre, at Arbejdsydelsen aftager kendeligt, vil Stofskiftet forøges; giver han derimod efter for Trætheden, saa at Antallet af skrevne Bogstaver aftager betydeligt, vil Stofskiftet formindskes. Det har ikke megen Interesse at anstille Forsøg, hvor ganske uregelmæssige Resultater kan forudses. Og selv om det skulde vise sig, at en ringe Formindskelse af Arbejdsydelsen, trods den stærkere Opmærksomhedsanspændelse, altid medførte et formindsket Stofskifte, kunde der dog ikke være Tvivl om, at der med den større sjælelige Anstrengelse fulgte et stærkere Slid paa Nervesystemet, som Tilfældet er ved det rent aandelige Arbejde. Der foreligger da ogsaa Forsøg, som viser, at det virkelig forholder sig saaledes.

Disse Undersøgelser er af rent praktisk Art og hører derfor naturligt hjemme i den følgende Fremstilling af Psykotekniken. Uden at foregribe en senere, mere indgaaende Behandling kan vi her fastslaa Hovedpunkterne. Ved forskellige Fabriksvirksomheder, hvor den anvendte Muskelkraft kun er ringe men den sjælelige Anspændelse stor, har det vist sig, at Arbejdernes Træthed voxer ikke blot i Løbet af Dagen men hele Ugen igennem, saa at kun Søndagshvilen er istand til at forhindre et fuldstændigt Nedbrud. Da Muskeltræthed ifølge Sagens Natur kan betragtes som udelukket, maa Trætheden her skyldes den sjælelige Anspændelse. Herfor taler ogsaa det karakteristiske Fænomen, at den stadig voxende Træthed ledsages af en voxende Træthedsfølelse, men at Arbejderne desuagtet ved at anspænde sig stærkt kan forhindre Arbejdsydelsen fra at aftage betydeligt; det svarer altsaa ganske til, hvad der er fundet ved det rent aandelige Arbejde. Den ovenfor anførte Sætning kan altsaa suppleres med denne Tilføjelse:

Ogsaa ved sjælelig-legemlig Virksomhed, hvor den anvendte Muskelkraft kun er ringe, kan Individet trods voxende Træthed og Træthedsfølelse ved stærk Anspændelse holde Arbejdsydelsen nogenlunde konstant, men kun med stadig voxende Bekostning for Nervesystemet.

KAP. 10. ARBEJDE OG HVILE

MOD Træthed findes der intet andet Middel end Hvile. Kun naar et Organ efter Arbejdet faar fuldstændig Ro, kan Genopbygningen af de forbrugte Stoffer gaa uhindret for sig. Herved er naturligvis forudsat, at Organismen har de fornødne Stoffer paa Lager, hvoraf de forbrugte kan genopbygges, eller med andre Ord: Organismen maa være tilstrækkelig ernæret. Men Føde uden Hvile forslaaer ikke. Fordøjelsen er nemlig selv et Arbejde, der udføres af de dertil indrettede Organer, og dette gaar kun mangelfuldt for sig, naar andre Organer samtidig er i livlig Virksomhed. Det er derfor med god Grund, at der efter hvert Maaltid indskydes en Hviletid, inden Arbejdet genoptages; baade Fordøjelsen og det efterfølgende Arbejde har Gavn deraf. Naar mange Aandsarbejdere lider af svækket Fordøjelse, beror dette maaske ikke saa meget paa deres stillesiddende Virksomhed som derpaa, at Hjernevirksomheden fortsættes ikke blot strax efter men endog under Maaltidet. Sine Tanker kan man ikke paa den Maade tvinge til Ro som sine Muskler, og de kan, enten man vil eller ej, blive ved at „løbe rundt i Hovedet“. Da Hjernevirksomheden bevislig har en ikke ringe Indflydelse paa Tarmenes Blodforsyning, ligger det nær at antage, at forskellige For-

styrrelser kan blive Følgen af, at Fordøjelsesorganerne ikke faar den fornødne Ro.

Jo mere et Organ er trættet ved fortsat Arbejde, desto længere Hvile behøver det, for at genvinde sin fulde Arbejdsevne. Dette fremgaar saavel af det daglige Livs Erfaringer som af særlige derover anstillede Forsøg; hertil kommer vi i det følgende tilbage. Men jo mere et Organ er trættet, desto ringere er ogsaa dets Arbejdsydelse, hvilket tilstrækkelig er godtgjort i det foregaaende. Ved at fortsætte Arbejdet ud over en vis Grad af Træthed vil man altsaa for det første kun faa en forholdsvis ringe Mængde Arbejde præsteret, og for det andet have en saa meget længere Hvile behov. Problemet om Arbejdets Økonomi bliver saaledes nærmest et Spørgsmaal om den rette Fordeling af Arbejde og Hvile. Ved for lang Hvile gaar Tiden tabt, og der udrettes for lidt, men ved for kort Hvile trættes Arbejderen for meget, og der udrettes ogsaa for lidt. Det gælder da om at finde, hvor hyppigt Hvileperioder skal indskydes i Arbejdet, og hvor lange de bør være. Ifølge Sagens Natur lader dette Spørgsmaal sig ikke besvare i Almindelighed; Svaret maa være afhængigt dels af Arbejdets Beskaffenhed dels af Arbejderens Evne. Naar vi sidenhen kommer til at omtale Psykotechnikens Hovedopgaver, skal der blive gjort Rede for de Forsøg, man har anstillet for at finde den mest økonomiske Arbejdsordning ved visse industrielle Virksomheder. Selve Ordningen kender man ikke ret meget til, da den ofte har krævet aarelange, kostbare Experimenter og derfor hemmeligholdes. Men hvad der vindes derved, baade af Arbejdere og Arbejdsgivere, er efter Opgivende ganske forbløffende, og mere kræves aabenbart ikke for at

godtgøre Ønskeligheden af virkelig rationelle Arbejdsordninger.

Drejer det sig om store industrielle Virksomheder, hvor mange Mennesker er beskæftigede paa samme Maade, kan Forsøg paa at finde en økonomisk Arbejdsordning naturligvis gennemføres langt mere systematisk, end hvor en enkelt Mand arbejder alene. Men den enkelte Mand vil dog, særlig ved Hjemmearbejde, have store Fordele paa sin Side. For det første har han kun sig selv og sine Evner at tage Hensyn til, og for det andet er han langt mere umiddelbart interesseret i et gunstigt Resultat. Den Tid, der spares ved en hensigtsmæssig Arbejdsordning, kan enten anvendes til mere Arbejde eller til Dyrkning af særlige Interesser; den kommer saaledes udelukkende Arbejderen selv tilgode. Den forstandige Arbejder vil derfor rimeligvis altid under saadanne Forhold søge at ordne sit Arbejde økonomisk, saa at det udføres i den kortest mulige Tid med den mindst mulige Træthed. Men kun de færreste gaar herved systematisk tilværks, og saa har de ingen Garanti for, at der ikke kan findes noget meget bedre.

Den Fremgangsmaade, hvorved den mest økonomiske Arbejdsordning kan findes, er saa enkel, at enhver kan gennemføre et saadant Forsøg. Der kræves intet andet, end at man arbejder paa Klokkeslet, d. v. s. Arbejds- og Hvileperioderne faar en ganske bestemt Længde, der varieres fra Dag til Dag, og man gør op, hvormeget man har faaet udrettet ved enhver af de forsøgte Ordninger. Paa den Maade vil man snart opdage, at nogle Ordninger er ganske ubrugbare, fordi de giver altfor ringe Arbejdsydelse; tilmed vil nogle af disse trætte urimelig stærkt.

Derved trækkes bestemte Grænser, indenfor hvilke den økonomiske Ordning maa søges, og man kan da indskrænke sig til at variere Forsøgene indenfor disse Grænser, hvis man ellers finder det Umagen værd. Som oftest bliver dog Forskellen paa de forskellige mellem Grænserne liggende Ordninger saa ringe, at en Fortsættelse af Forsøgene mere er til Fornøjelse end til Nytte. For nærmere at illustrere, hvordan slige Forsøg kan anstilles, skal vi gennemgaa en Række hentede fra forskellige Omraader og begynde med et rent legemligt Arbejde.

Som Exempel kan vi tage et i det praktiske Liv hyppigt indtrædende Tilfælde, at Byrder af omtrent samme Vægt skal løftes til en bestemt Højde. Naar Arbejderen herved er bleven saa træt, at han ikke kan løfte de givne Byrder op til den Højde, hvor de skal afleveres, er han nødt til at hvile. Undersøgelserne over Arbejdstempoet (Kap. 4, Fig. 8) har vist, at man ved at arbejde i et hurtigt Tempo snart bliver træt, saa at hyppige Hvileperioder bliver nødvendige, medens man ved et meget langsomt Tempo kan fortsætte Arbejdet længe uden at behøve Hvile. Opgaven er nu at finde ud af, hvilken af de mange mulige Fremgangsmaader der vil give mest Arbejde i en bestemt Tid.

Lad det Arbejde, der skal udføres, bestaa i at løfte 15 kg. paa en Ergograf med en enkelt Haand op til den gunstigste Løftehøjde, 32 mm. Det er ganske vist et blot og bart Laboratorieforsøg, thi i det praktiske Liv vil et Arbejde af den Art vel vanskelig komme til at foreligge. For vort nuværende Øjemed er dette imidlertid ganske ligegyldigt, da det kun kommer an paa at vise, hvorledes man skal variere et eller andet Arbejde for at finde den mest

økonomiske Fremgangsmaade. Vi lader altsaa en Forsøgsperson løfte disse 15 kg. i Takt efter en Metronom, og giver ham 5 Minuters Hvile, saasart han ikke mere kan løfte Vægten til den fastsatte Højde; derefter tager han igen fat. Naar en Time er gaaet, afbrydes Forsøget, og da vi kender Arbejdstempoet og veed, hvor lang Tid der har været arbejdet, er det let at beregne Arbejdsydelsen. Hver Dag gøres et saadant Forsøg med forskelligt Arbejdstempo.

Resultatet af en saadan Forsøgsrække er særdeles overbevisende. Ved Tempoet 12 Træk i Minutet lykkedes det Forsøgspersonen at arbejde Timen tilende uden at have Hvile nødvendig; det bliver altsaa 720 Træk i Timen. Ved 15 Træk pr. Min. arbejdede han i 33 Min., maatte saa holde Pavse i 5 Min. og arbejdede derefter Timen tilende. Der er saaledes ialt arbejdet i 55 Min., hvilket med 15 Træk pr. Min. giver 825 Træk. Trods Hvileperioden er der altsaa her naat meget bedre Resultat end ved det uafbrudte Arbejde. Men hvis Tempoet gøres saa hurtigt, at hyppige Hvil bliver nødvendige, saa gaar det rent galt. Ved 20 Træk i Minutet kunde Forsøgspersonen kun arbejde i 10 Min. og maatte derefter hvile i 5. Saa arbejdede han igen, men kun i 5 Min., og i hele Resten af Timen blev der skiftevis arbejdet og hvilt i 5 Min. Resultatet blev, at der kun var arbejdet ialt i 35 Min., hvilket med 20 Træk pr. Min. giver 700 Træk. Det er saaledes øjensynligt, at et Arbejdstempo, der kræver meget hyppige Hvil, er endog mindre økonomisk end det, der slet intet Hvil kræver. Dette stemmer fuldstændigt med, hvad den praktiske Erfaring paa helt andre Omraader lærer. Ved Bjergbestigninger f. Ex. er det en bekendt Sag,

at man skal stige langsomt og jævnt, saa at kun faa Hvile bliver nødvendige; derved distancerer man fuldstændig dem, der jager paa, saa at de maa hvile hyppigt.

Det anførte Forsøg kan naturligvis endnu varieres i stor Udstrækning, idet man prøver andre Tempoer og Hvileperioder af forskellig Længde. Ligeledes vil det være nødvendigt, naar det drejer sig om praktisk Arbejde, der skal fortsættes Dagen igennem, at udstrække Forsøgets Varighed til hele Arbejdstiden. Det er nemlig ikke udelukket, at den Ordning, der giver det bedste Resultat i kort Tid, viser sig at være for anstrengende i Længden, saa at man staar sig ved f. Ex. at tage noget længere Hvileperioder. Alle saadanne Variationer frembyder sig naturligt af sig selv, saasnart et bestemt Arbejde foreligger. Vi behøver ikke at gennemføre dette ved det omtalte Forsøg, da Hensigten ikke var at komme til et afgørende Resultat, men blot at vise, hvorledes et saadant Forsøg maa anstilles, og hvilken betydelig Indflydelse selv smaa Forandringer i Arbejdstempoet kan have paa Arbejdsydelsen.

Som Exempel af hel anden Art kan vi tage et virkeligt, praktisk Arbejde, f. Ex. Maskinskrivning. Ved dette spiller Muskelkraften kun en underordnet Rolle; Hjernearbejdet er langt det væsentligste. Idet Muskeltrætheden saaledes faar mindre Betydning, simplificeres Forsøget i høj Grad: der kan slet ikke blive Tale om at undersøge Virkningen af Arbejdstempoet. Maskinskrivning ligesom alle lignende sjælelig-legemlige Virksomheder vil altid kræves udført i det hurtigste Tempo, som Arbejderen kan præstere. Den ved Arbejdet forårsagede Træthed vil have til Følge, at Tempoet bliver langsommere, saa at Arbejdsydelsen

sen formindskes, og det drejer sig derfor om at undersøge, hvor hyppige og hvor lange Hvileperioder man skal indskyde, for at Arbejdsydelsen skal blive den størst mulige.

Som Forsøgsperson vælger vi en ganske vist ikke professionel, men dog meget øvet Maskinskriver. Arbejdet bestaar i Afskrivning af en almindelig Text uden særlige Vanskeligheder. Vi forlanger, at det skal udføres fejlfrit; hvis en fejl Type anslaaes, hvad den øvede Skriver strax selv mærker, skal Maskinen stilles om, og Fejlen rettes. Forsøget udføres i sex paa hinanden følgende Dage; hveranden Dag skriver Forsøgspersonen uden Ophold i to Timer, men paa de tre andre Dage gør han et Ophold paa ti Minuter efter første Times Arbejde og skriver derpaa videre i 50 Minuter. Et Ur angiver, hvergang 20 Min. er forløbne; Forsøgspersonen sætter saa et Mærke i det skrevne, saa at man bagefter kan tælle op, hvor mange Linier han har skrevet i den Tid. Tager vi Gennemsnittet af Antallet af skrevne Linier i hver 20 Min., finder vi:

37 36 34 33 33 31, naar der intet Hvil gøres, derimod:

37 36 34 || 38 36 17, naar der holdes Hvil paa 10 Min. efter den første Times Forløb, hvilket er markeret ved ||. Den første Række Tal viser tydelig nok, hvorledes Trætheden voxer, og Arbejdsydelsen følgelig stadig aftager, naar der arbejdes uafbrudt. Den anden Række Tal viser, hvorledes Trætheden fuldstændig forsvinder, blot ved et Ophold paa 10 Min. Det sidste Tal i denne Række (17) er saa lille, fordi der tilsidst kun blev arbejdet i 10 Min., da hele Forsøgets Varighed ikke maatte være mere end 2 Timer, Hvileperioden iberegnet. Resultatet er nu

let at opgøre. I den sidste Time blev der ved det uafbrudte Arbejde skrevet 97 Linier, i de 50 Min. efter Hvilet derimod 91 Linier, saa at det første ubestrideligt giver størst Udbytte. Men to Fordele opnaaede Forsøgspersonen dog ved at holde Hvil. For det første var han ved Forsøgets Slutning meget mindre anstrengt, hvilket vilde have faaet stor Betydning, hvis han skulde have arbejdet endnu en tredie Time. For det andet saae det skrevne bedre ud, da der var ikke saa faa Rettelser i det, der var skrevet i den sidste Time ved det uafbrudte Arbejde; den voxende Træthed syntes nærmest at ytre sig ved, at urigtige Typer blev anslaaet. Da der i det praktiske Liv ogsaa ligger Vægt paa Skriftens Udseende, kan den Fordel, som i den Henseende naas ved Hvilet, meget godt opveje den ringe Forskel i Linietalet.

Forsøget viser imidlertid tillige, at der er Mulighed for endnu bedre Ordninger. Trætheden er nemlig kendelig allerede efter en Times Forløb; hvis man derfor i Stedet for ett langt Hvil tog nogle kortere og hyppigere, kunde Træthed rimeligvis helt undgaas. For at prøve dette blev der anstillet et Forsøg paa den Maade, at Maskinskriveren efter 27 Minuters Arbejde hvilede i 3 Minuter, derefter arbejdede i 27 Minuter og atter hvilede i 3 osv. Af hver Time medgik saaledes 6 Min. til Hvil, og Resultatet var meget gunstigt. I de fire Perioder à 27 Min. blev der skrevet 52, 51, 48, 50 Linier eller ialt 201 Linier, medens der ved uafbrudt Arbejde i hele Tiden blev naat 204. Nu er der altsaa saa godt som ingen Forskel, og Tallene viser tillige, at der heller ingen Træthed er. Forsøgspersonen vil følgelig ved denne Ordning kunne blive ved i lang Tid med uformindsket Fart, hvad han ganske sikkert

ikke kan ved uafbrudt Arbejde. Man tør naturligvis ikke paastaa, at den samme Fordeling af Arbejde og Hvile vil være den gunstigste for alle Mennesker ved dette eller lignende Arbejde, men et almindeligt Resultat kan dog sikkert uddrages af dette enkelte Forsøg:

Ved sjæleligt-legemligt Arbejde, hvor Muskelkraften kun er af underordnet Betydning, kan Træthed fuldstændig forebygges ved, at der med passende Hyppighed indskydes korte Hvileperioder; dette vil være den mest økonomiske Arbejdsordning, naar der skal arbejdes i lang Tid.

De to omtalte Forsøg er imidlertid ogsaa i anden Henseende af Interesse. Det blev ovenfor fremhævet, at jo mere et Organ er trættet ved fortsat Arbejde, desto længere Hvile behøver det for at genvinde sin fulde Arbejdsevne. Netop dette godtgøres af de to Forsøg. Ved Muskelarbejdet medførte det langsomste Tempo, 12 Træk pr. Min., ikke nogen kendelig Træthed, og Forsøgspersonen behøvede derfor ikke at hvile i den første Time. Ved det hurtigere Tempo, 15 Træk pr. Min., blev Hvile nødvendig efter 33 Minuters Arbejde, men blot 5 Minuters Hvile var tilstrækkelig til, at Musklerne omtrent kunde genvinde deres fulde Arbejdsevne. Ved det hurtigste Tempo, 20 Træk pr. Min., blev Hvile nødvendig allerede efter 10 Minuters Forløb, og 5 Minuters Hvile forsløg her ikke meget, da der kun kunde arbejdes i 5 Min. derefter. Hvis det havde været muligt at fortsætte Arbejdet i 33 Min. ved dette Tempo, vilde Musklerne aabenbart være blevne saa trætte, at de vel først efter et Par Timers Hvile igen vilde have været i fuld arbejdsdygtig Stand.

Ved Maskinskrivningen træder det samme Forhold

endnu tydeligere frem. Efter en Times uafbrudt Arbejde er der tydelig Træthed, men Individet genvinder fuld Arbejdsevne i et Hvil paa 10 Min. Efter 27 Minuters Arbejde er Trætheden derimod saa ringe, at blot 3 Minuters Hvil er tilstrækkeligt til, at der kan fortsættes med uformindsket Hastighed. Det samme kan naturligvis paavises og er bleven paavist ved mange andre Arter af Arbejde, men vi behøver ikke at opholde os videre derved. De anførte Forsøg i Forening med det daglige Livs Erfaringer godtgør tilfulde:

Jo mere et Organ er trættet ved fortsat Virksomhed, desto længere Hvile behøver det for at genvinde sin fulde Arbejdsevne.

For det rent aandelige Arbejdes Vedkommende foreligger der ganske vist ikke faa Undersøgelser over Hvileperioders Indflydelse paa Arbejdsydelsen, men Resultatet af disse er meget tvivlsomt. Gennemgaaende har man nemlig begaaet den Fejl at gøre Arbejdet for let eller for kortvarigt eller baade for let og kortvarigt, hvoraf Følgen naturligvis bliver, at Forsøgspersonerne ikke trættes nævneværdigt. Men er der ingen Træthed, vil det heller ikke være muligt at paavise den gavnlige Virkning af et Hvil. Det er saaledes et ikke ualmindeligt Resultat ved Forsøg af denne Art at finde, at man i een Time faar mere Arbejde udrettet end i to halve Timer adskilte ved et Hvil paa 5 til 60 Minuters Længde. Dette gælder især for rutinerede Arbejdere, som ofte begynder smaat og først efterhaanden arbejder sig op til større Hastighed. Ved uafbrudt Arbejde i en Time naaer de at komme op til større Hastighed, men afbrydes Arbejdet ved et Hvil, maa de begynde forfra igen i den næste halve Time og faar derfor mindre præsteret.

Hvileperioden er altsaa i saadanne Tilfælde ligefrem skadelig. Skulde der komme noget virkelig paalideligt ud af den Art Forsøg, maatte Arbejdstiden gøres saa lang, at Forsøgene vanskelig vilde kunne gennemføres som Laboratorieundersøgelser, men bedre vilde kunne anstilles i det praktiske Liv, hvor Arbejdet dog skulde gøres. Vi saae nemlig i forrige Kapitel, at man ved at anstrenge sig stærkt, tiltrods for voxende Træthed, kan holde Arbejdsydelsen ved den Art Virksomhed omtrent konstant. Derfor vil det være nødvendigt, naar Træthedens Indflydelse skal kunne paavises, at fortsætte Arbejdet, indtil Forsøgspersonens Anstrengelser for at modstaa Trætheden ikke længere nytter. En enkelt Forsøgsrække, udført af Amerikaneren Thorndike, viser, at det er ikke faa Timer, det drejer sig om.

Thorndike lod 16 Studenter udføre Multiplikationer af to trecifrede Tal i Hovedet. Arbejdstiden var forskellig for dem alle, mindst to Timer og i det længste 12 Timer; de meget lange Arbejdstider blev dog afbrudt af en Spise- og Hviletid paa mindst en halv Time. Studenternes Færdighed i Regning var aabenbart yderst forskellig, idet den hurtigste til 4 Opgaver kun brugte knapt 4 Minuter, medens den langsomste til samme Antal Opgaver brugte 35 Min. Foruden dette Arbejde maatte alle Forsøgspersonerne paa en følgende Dag i godt udhvilet Tilstand endnu en kort Tid udføre Multiplikationer. Træthedens Indflydelse blev undersøgt paa den Maade, at man sammenlignede den Tid, som medgik til 4 Opgaver i Slutningen af den lange Arbejdstid, med den tilsvarende Tid i Begyndelsen af den følgende Dag. Her ved viste det sig, at alle de Forsøgspersoner, der havde arbejdet mindre end fire Timer, slet ikke var

blevne paaviselig trætte; de brugte paa det nærmeste samme Tid til 4 Opgaver i Slutningen af den første Arbejdsdag og i Begyndelsen af den næste. Derimod var Arbejdsydelsen stærkt nedsat for alle dem, der havde arbejdet i 5 Timer eller endnu længere. Træthedens Indflydelse er dog meget forskellig. Medens Arbejdsydelsen hos nogle Forsøgspersoner, selv efter 12 Timers Arbejde, kun er formindsket 14 %, er den hos andre med kortere Arbejdstid nedsat med 197 %. Gennemsnitlig er Formindskelsen henved 50 %, eller med andre Ord: Arbejdsydelsen er gaaet ned til det halve. Nøjagtigere Resultater kan næppe uddrages af et saa uensartet Materiale, saa meget mindre som flere af Forsøgspersonerne synes at have sparet stærkt paa Kræfterne ved Arbejdets Begyndelse, hvorved Træthedens Indflydelse formindskes betydeligt. Men det vil dog næppe være for dristigt af dette Forsøg at uddrage følgende almindelige Resultat, der sikkert har Gyldighed for alt mere mekanisk aandeligt Arbejde, saasom Udenadlæren, Tilegnelsen af andres Tanker osv.:

Da Træthed ved aandeligt Arbejde kan medføre en ikke ringe Formindskelse af Arbejdsydelsen, vil den mest økonomiske Arbejdsordning efter al Sandsynlighed være den, der forebygger Trætheden ved Indskydelse af Hvileperioder af passende Længde og Hyp-pighed.

Over produktivt aandeligt Arbejde, kunstnerisk og videnskabelig Virksomhed, lader der sig ikke anstille Forsøg. Den Art Arbejde er i for høj Grad afhængigt af „Inspirationen“, Stemningen og det lykkelige Indfald, som man ikke er Herre over. Men selv om denne den højeste Form af aandelig Virksomhed unddrager sig den experimentale Undersøgelse, kan

man dog af Digteres og Forskeres Udtalelser om deres Arbejdsmetode se, at de samme sjælelig-legemlige Love gælder for dette som for alt andet Arbejde. Saalænge Digteren er optagen af en Idé, kan han fortsætte Arbejdet rastløst i Dage eller Uger, til Emnet er udtømt. Derefter kommer Reaktionen; det trætte Nervesystem kan ikke frembringe nye Ideer. Selv en saa produktiv Forfatter som Dickens, der turde indlade sig paa at have to eller tre af sine store Fortællinger samtidigt i Arbejde, fortæller i et Brev til Vennen Forster, at han i fire Dage har siddet og stirret paa et Stykke Papir uden at kunne forme en Sætning. Men naar han saaledes havde faaet den fornødne Hvile, kom Ideerne igen af sig selv. Inspirationen, Sammenspillet af alle Sjælsevner forudsætter aabenbart et utrættet Nervesystem som nødvendig Betingelse. Men det vil sikkert være haabløst at prøve paa at tilvejebringe en mere økonomisk Ordning end den, som Arbejdet i hver enkelt Tilfælde selv foreskriver: en Vexlen mellem rastløs, langvarig Flid og fuldstændig Lediggang. Flidsværdien, for at bruge Feilbergs Udtryk, kan bringes til sit Højdepunkt ved en rationel Ordning, men Mulighedsværdien forsvinder ligefrem, hvis man forsøger paa at tøjle de skabende Kræfter.

KAP. 11. HVILETIDENS ANVENDELSE

VI har set, at den rette Fordeling af Arbejde og Hvile er af væsenlig Betydning for, hvormeget Arbejde der kan præsteres. Ikke mindre betydningsfuldt er imidlertid Spørgsmaalet om Hviletidens Anvendelse. Hvile for et arbejdende Organ betyder selvfølgelig, at Organets Arbejde ophører, men det er derfor ikke nødvendigt, at Individet er fuldstændig uvirksomt. Efter meget anstrengende legemligt Arbejde, hvor saa godt som alle Muskler har været medvirkende, kan der være Trang til fuldstændig Hvile: man lægger sig ned, saa bekvemt som muligt, og falder maaske endog isøvn. Et lignende Forhold kan ogsaa gøre sig gældende, naar et produktivt aandeligt Arbejde har krævet særlig stærk Anspændelse. Men i langt de hyppigste Tilfælde er det kun bestemte Muskelgrupper, der er virksomme, eller enkelte sjælelige Funktioner, som udøves, og i saa Fald kræves der ogsaa kun delvis Hvile, hvilket vil sige, at de arbejdende Organer skal have Ro, medens Hviletiden iøvrigt kan udfyldes med Virksomhed af helt anden Art.

Det vil næppe være muligt at give bestemte Forskrifter for, hvad Individet helst skal foretage sig i Hviletiden, da dette vil være afhængigt dels af Arbejdets særlige Natur, dels af Hvileperiodernes Længde og endelig af Individets Interesser. Arbejdets Be-

skaffenhed er for saa vidt afgørende, som den medfører, at Arbejderen føler Trang til at forholde sig paa en bestemt Maade i Hviletiden. En Student, der har læst i tre Timer, og en Murerarbejdsmand, der i samme Tid har slæbt nogle Tons Mursten en halv Snes Meter op ad stejle Stiger, vil ganske sikkert trænge til meget forskellig Anvendelse af sin Hviletid. Men dernæst spiller ogsaa dennes Længde en væsenlig Rolle, da en ganske kort Pavse sjældent kan anvendes paa samme Maade som et længere Tidsrum. Vi har nu i det foregaaende set, at det er af Betydning for Arbejdets Økonomi, at der med passende Mellemrum gøres en kort Pavse, hvorved Træthedens stadige Væxt kan forebygges. Men desuden afbrydes Dagens Arbejde saa godt som altid af længere Hvileperioder, hvor først og fremmest den fornødne Føde indtages. Nogen Tid bliver der dog gerne tilovers herfra, og der bliver da Spørgsmaal om den hensigtsmæssigste Anvendelse af denne Hvileperiode. Ved den nærmere Behandling af Sagen vil det vise sig praktisk at sonde mellem de to her angivne Tilfælde: de korte Pavser og den længere Hvile.

De korte Pavser vil ved en rationel Ordning af Arbejde vistnok sjældent faa længere Varighed end fem til ti Minuter, og der bliver da næppe Tid til andet end netop det, som Arbejderen ifølge den forudgaaende Beskæftigelse føler mest Trang til. Ved stillesiddende Arbejde, hvor Kroppen skal indtage en uforanderlig Stilling, vil en kort Hvileperiode næsten altid blive anvendt til at strække Lemmerne og rette Kroppen; Arbejderen gaar op og ned og udfører Bevægelser af de hidtil hvilende Legemsdele. Hvilen bestaar altsaa her i maaske endog ret kraftige Muskelbevægelser. Dette var saaledes Tilfældet ved de to

ovenfor beskrevne Forsøg med Muskelarbejde og Maskinskrivning. Skal der skrives hurtigt paa en Maskine, kan den Skrivende ikke tillade sig mange Forandringer i sin Stilling, og den stadige Spænding i bestemte Muskler medfører derfor nok saa megen Træthed som Nerveanspændelsen ved selve Virksomheden. Paa samme Maade kræver Arbejdet med Ergografen en fast Stilling af Krop og Arm (se Fig. 5), og Forsøgspersonen føler derfor stærk Trang til at udføre Bevægelser netop med disse Legemsdele, medens Haanden hviler fuldstændig efter sit Arbejde. Lignende Forhold gør sig gældende ved rent aandeligt Arbejde, f. Ex. anstrengende Læsning. De fleste Studenter veed af Erfaring, at det er fordelagtigt nu og da at indskyde en lille Pavse, hvor Bogen lægges bort, for at Øjne og Nervesystem kan faa Hvile, og denne Pavse anvendes da som oftest til legemlig Bevægelse. Har en Arbejder derimod i lang Tid staaet op f. Ex. under Udøvelsen af et eller andet Haandværk, saa vil Benene være trættede samtidig med Nervesystemet og Hændernes Muskler, og følgelig føler han Trang til at sætte sig ned under et Hvil. Udfyldningen af de korte Pavser vil saaledes i de fleste Tilfælde være bestemt udelukkende ved det forudgaaende Arbejdes særlige Natur.

Anderledes stiller Sagen sig derimod ved de længere Hvileperioder, hvor Arbejderen har Tid til at beskæftige sig med et eller andet. Her bliver Spørgsmaalet om Tidens Anvendelse mere indviklet, fordi ikke blot den Trang, Arbejdet muligvis kunde have medført, men ogsaa Arbejderens Interesser gør sig gældende. Det er imidlertid slet ikke givet, at Arbejderen veed, hvorledes han bedst kan tilfredsstille sit Behov, saa at det følgende Arbejde ikke kommer

til at lide under en uhensigtsmæssig Anvendelse af Hviletiden. Ved Forsøg af forskellig Art er det nemlig paavist, at legemligt Arbejde kan indvirke paa en efterfølgende sjælelig Virksomhed og omvendt; derved bliver der aabenbart Mulighed for en mer eller mindre økonomisk Anvendelse af Hviletiden. Og selv om Arbejderen veed, hvorledes han helst skal udfylde denne, kan de ydre Forhold paa Arbejdspladsen umuliggøre den rette Anvendelse. Det er derfor i alle Parters Interesse, at Arbejderen i Hvileperioderne faar Lejlighed til at beskæftige sig paa bedste Maade. Idet vi nu gaar over til nærmere at belyse disse Problemer, begynder vi med det rene Muskelarbejde, hvor Forholdene er lettest overskuelige.

Ved haardt Muskelarbejde er Stofomsætningen, som vi har set, meget betydelig, og der vil derfor ved Arbejdets Ophør altid i Blodet og rundt om i Legemets Væv være ophobet Stofskifteprodukter, der skal fjernes under Hvilen. Der vil følgelig være Trang til den størst mulige legemlige Ro, og desuden vil der være meget ringe Tilbøjelighed til sjælelig Virksomhed. De Sønderdelingsprodukter, der danner sig ved Musklernes og Nervesystemets Arbejde, synes nemlig ligefrem at virke som Gift paa Organerne. Det ses saaledes tydeligt i Fig. 16, hvorledes Muskelarbejdet i Tiden fra 8. til 15. Minut forøges, idet de i Begyndelsen af Arbejdet ophobede Stofskifteprodukter fjernes ved det forstærkede Aandedræt. Lettere, uden Anvendelse af fine Undersøgelsesmetoder, kan man paavise, hvorledes Muskeltræthed virker nedsættende paa aandeligt Arbejde. Man behøver blot før og efter en legemlig Virksomhed at udføre et aandeligt Arbejde, hvis Mængde lader sig bestemme nøjagtigt, f. Ex. en fortløbende Addition; man finder da altid

efter det legemlige Arbejde en ringere Additions-hastighed end før dette. En rolig Spadseretur paa to Timer, som for en dygtig Fodgænger ikke kan kaldes særlig haardt Arbejde, formindsker Antallet af Additioner med omtrent 10 %. Efter virkelig strengt Muskelarbejde maa Nervesystemets Ydeevne derfor sikkert være betydelig mere nedsat.

Naar Muskelarbejderen som Følge af disse Forhold trænger til den største mulige legemlige Ro og kun er lidet oplagt til sjælelig Virksomhed i Hviletiden, falder han let isøvn. Dette kan om Sommeren iagttages paa Gaderne og andre Arbejdspladser, hvor der er bleven udført strengt Muskelarbejde; Arbejderen tager en Middagslur under aaben Himmel. Som Middel til at ophæve Træthedens Virkninger er Søvn ganske vist fortræffelig, da den er en Hviletilstand for hele Organismen. Et andet Spørgsmaal er, om en stærk Trang til Søvn ikke tyder paa, at Arbejdet har været uheldigt ordnet: ved en hensigtsmæssigere Fordeling af Arbejde og Hvile maatte en saa overvældende Træthed kunne undgaas. Dette er imidlertid et psykoteknisk Problem, som vi ikke kan gaa nærmere ind paa her.

Vender vi os nu til det rene Aandsarbejde, stiller Sagen sig væsenlig anderledes. Stofskiftet ved sjælelig Virksomhed er, som vi veed, kun forholdsvis ringe; der vil følgelig ikke i Organismen blive ophobet større Mængder af Sønderdelingsprodukter, der skal fjernes i Hviletiden, hvorfor der ogsaa kun i Undtagelsestilfælde vil være Trang til fuldstændig Hvile og Søvn. Det er for saa vidt heldigt, thi efter Søvn er der som oftest en vis Døsighed, der ikke er gunstig for aandeligt Arbejde. Paa otte forskellige Dage bestemte jeg min Additions-hastighed umiddelbart efter

Opvaagningen om Morgenens og senere paa Dagen, naar jeg havde siddet i to Timer ved mit Arbejde. Som Middeltal af de otte Forsøg fandt jeg 408 Additioner i 5 Min. om Morgenens, men 493 senere paa Dagen; der præsteredes altsaa 17% mindre Arbejde strax efter Opvaagningen. Selv om ogsaa en kort og let Søvn midt paa Dagen ikke medfører saa stærk Døsighed som den lange Nattesøvn, vil der dog sikkert blive udført forholdsvis mindre Arbejde strax efter Opvaagningen. Det er altsaa bedst, hvis der ikke er nogen Trang til Søvn.

I Almindelighed vil Aandsarbejderen da ogsaa faa tilstrækkelig Hvile ved blot at bringe Afveksling i sin Beskæftigelse. Efter længere Tids Stillesiddens vil legemlig Bevægelse i frisk Luft være meget gavnlig; ved det livligere Aandedræt, som Bevægelsen medfører, vil de muligvis i Organismen tilstedeværende Sønderdelingsprodukter hurtig fjernes. Men skal der arbejdes umiddelbart derefter, bør Bevægelsen hverken være for langvarig eller for anstrengende; som alt berørt kan selv en rolig Spadseretur nedsætte den aandelige Arbejdsevne kendeligt. Ved at prøve sig frem vil hver enkelt dog let kunne finde den Motion, der er ham gavnligst. Vil man ikke have legemlig Bevægelse, er der imidlertid ogsaa den Udvej aaben: at gaa over til sjælelig Virksomhed af anden Art. Selv om en aandelig Anspændelse har været meget trættende, medfører den dog ikke saaledes som haardt Muskelarbejde en almindelig Uoplagthed til sjælelig Virksomhed. Man kan ganske vist ved fine Maalinger paavise, at Træthed fremkaldt ved een Art Arbejde ogsaa formindsker Ydeevnen ved andre Arter af aandeligt Arbejde, men selv i saa Fald vil en Virksomhed, der ikke kræver stor Opmærksomhedsan-

spændelse, dog føles som Hvile. Læsning af Skønlitteratur, især spændende Romaner, er en udmærket Beskæftigelse efter anstrengende Tankearbejde. I den vidunderlige Skildring, som H. G. Wells i „The food of the Gods“ har givet af „de smaa store Mænd, de smaa Opdagere af store Opdagelser“, har han ogsaa faaet Plads for dette karakteristiske Træk: den berømte Kemiker Mr. Bensington sidder fordybet i den mest spændende Roman, som Lejebiblioteket har kunnet stillet til hans Raadighed.

„Morskabslæsning“ har dog ikke blot den økonomiske Betydning, at den udfylder Hviletiden efter anstrengende Arbejde; den indvirker — eller kan i hvert Fald indvirke — ogsaa paa det efterfølgende Arbejde. Det er fra det daglige Liv velbekendt, at vore Følelser og Stemninger har en stor Indflydelse paa Arbejdsydelsen. En Sorg eller nedtrykt Stemning vil altid medføre, at Arbejdet gaar trægt fra Haanden, medens det kan føles næsten som en Leg, naar en eller anden glædelig Begivenhed har sat En i godt Humør. Det er vanskeligt at forklare, hvorledes dette gaar for sig, men selve Kendsgerningen er uomtvistelig. Virkelige Begivenheder af opmuntrende eller nedtrykkende Natur er dog ingenlunde altid nødvendige for at fremkalde et saadant Resultat; en Fremstilling i et Digterværk kan som oftest gøre samme Virkning. Er man bleven træt og nedtrykt, f. Ex. fordi Arbejdet ikke vil gaa glat fra Haanden, kan man ofte igen komme i Humør ved at læse en fantastisk Skildring, hvor alt ender godt. Valget af Hvilelæsning er derfor ingenlunde uden Betydning, og det er ingen daarlig Metode at have en Samling Skønlitteratur, man kender saa godt, at man kan vælge at læse det ganske bestemte Stykke, som man i en given Situa-

tion føler Trang til. Naar paa denne Maade ogsaa Hviletiden udnyttes rationelt, kan Arbejdets Økonomi næppe drives videre.

Mellem de to Grænser: Muskelarbejdet, hvor Hvilen er Søvn, og Aandsarbejdet, hvor Hvilen er Afvexling i Beskæftigelse, ligger den store Mangfoldighed af sjælelig-legemlig Virksomheder, der udgør det daglige Arbejde for de fleste Mennesker. Og alt efter dette Arbejdes særlige Beskaffenhed vil den naturlige Anvendelse af Hviletiden være legemlig Hvile eller Bevægelse eller let Læsning eller en passende Kombination af disse forskellige Forhold. Legemlig Bevægelse i nogenlunde frisk Luft kan naturligvis nok faas, naar den tiltrænges. Det er ikke helt ualmindeligt i Middagstiden at se Arbejderskerne fra en Fabrik spadserere op og ned ad Gaden. Derimod er det vist meget tvivlsomt, om man nogensteds i vore hjemlige Fabriker kan finde hyggelige Lokaler, hvor Arbejderne i Hviletiden kan sidde mageligt og beskæftige sig med Avislæsning eller andet let Litteratur. Da der, saavidt mig bekendt, endnu kun findes sparsomme Tilløb til en videnskabelig Driftsledelse i enkelte Virksomheder herhjemme, er der ikke megen Sandsynlighed for, at man skulde nære nogen Interesse for Arbejdernes Hvile. Det ene følger med det andet. Saalænge det overlades Arbejderen at gøre sit Arbejde paa bedste Beskub, enten han faar noget ud af sin Arbejdskraft eller ej, maa ogsaa Hviletidens Anvendelse blive hans egen Sag. Naar man derimod gennemfører en rationel Ordning af Arbejdet, hvorved Arbejdskraften udnyttes fuldstændig, er det nødvendigt ogsaa at sørge for, at Arbejderen faar det fulde Udbytte af sin Hviletid.

Der foreligger i Udlandet Erfaringer nok til at vise, hvor store Fordele der for alle Parter er forbundne med en saaden systematisk Anvendelse af Tiden. Den nærmere Paavisning heraf hører dog ikke hjemme i en teoretisk Fremstilling af Arbejdet Love, men i den praktiske Videnskab Psykotekniken, som skal beskæftige os i den følgende Del.

