

STOFSKIFTE
VED
SJÆLELIG VIRKSOMHED

AF
ALFR. LEHMANN

WITH A RÉSUMÉ IN ENGLISH

D. KGL. DANSKE VIDENSK. SELSK. SKRIFTER, NATURVIDENSK. OG MATH. AFD., 8. RÆKKE, III. 2

KØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1918

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, 6te Række.

Naturvidenskabelig og matematisk Afdeling.

	Kr.	Øre
I , med 42 Tavler, 1880—85	29.	50.
1. Prytz, K. Undersøgelser over Lysets Brydning i Dampe og tilsvarende Vædsker. 1880	•	65.
2. Boas, J. E. V. Studier over Decapodernes Slægtskabsforhold. Med 7 Tavler. Résumé en français. 1880	8.	50.
3. Steenstrup, Jap. Sepiadarium og Idiosepius, to nye Slægter af Sepiernes Familie. Med Bemærkninger om to beslægtede Former Sepioloidea D'Orb. og Spirula Lmk. Med 1 Tavle. Résumé en français. 1881	1.	35.
4. Colding, A. Nogle Undersøgelser over Stormen over Nord- og Mellem-Europa af 12 ^{te} —14 ^{de} Novb. 1872 og over den derved fremkaldte Vandflod i Østersøen. Med 23 Planer og Kort. Résumé en français. 1881	10.	•
5. Boas, J. E. V. Om en fossil Zebra-Form fra Brasiliens Campos. Med et Tillæg om to Arter af Slægten Hippidion. Med 2 Tavler. 1881	2.	•
6. Steen, A. Integration af en linear Differentialligning af anden Orden. 1882	•	50.
7. Krabbe, H. Nye Bidrag til Kundskab om Fuglenes Bændelorme. Med 2 Tavler. 1882	1.	35
8. Hannover, A. Den menneskelige Hjerneskals Bygning ved Anencephalia og Misdannelsens Forhold til Hjerneskallens Primordialbrusk. Med 2 Tavler. Extrait et explication des planches en français. 1882	1.	60.
9. — Den menneskelige Hjerneskals Bygning ved Cyclopia og Misdannelsens Forhold til Hjerneskallens Primordialbrusk. Med 3 Tavler. Extrait et explic. des planches en français. 1884	4.	35.
10. — Den menneskelige Hjerneskals Bygning ved Synotia og Misdannelsens Forhold til Hjerneskallens Primordialbrusk. Med 1 Tavle. Extrait et explic. des planches en français. 1884	1.	30.
11. Lehmann, A. Forsøg paa en Forklaring af Synsvinklens Indflydelse paa Opfattelsen af Lys og Farve ved direkte Syn. Med 1 Tavle. Résumé en français. 1885	1.	85.
II , med 20 Tavler, 1881—86	20.	•
1. Warming, Eug. Familien Podostemaceae. 1 ^{ste} Afhandling. Med 6 Tavler. Résumé et explic. des planches en français. 1881	3.	15.
2. Lorenz, L. Om Metallernes Ledningsevne for Varme og Elektricitet. 1881	1.	30.
3. Warming, Eug. Familien Podostemaceae. 2 ^{den} Afhandling. Med 9 Tavler. Résumé et explic. des planches en français. 1882	5.	30.
4. Christensen, Odln. Bidrag til Kundskab om Manganets Ilt. 1883	1.	10.
5. Lorenz, L. Farvespredningens Theori. 1883	•	60.
6. Gram, J. P. Undersøgelser ang. Mængden af Primitiv under en given Grænse. Résumé en français. 1884	4.	•
7. Lorenz, L. Bestemmelse af Kviksølvøjlers elektriske Ledningsmodstande i absolut elektromagnetisk Maal. 1885	•	80.
8. Traustedt, M. P. A. Spolia Atlantica. Bidrag til Kundskab om Salperne. Med 2 Tavler. Explic. des planches en français. 1885	3.	•
9. Bohr, Chr. Om Iltens Afvigelser fra den Boyle-Mariotteske Lov ved lave Tryk. Med 1 Tavle. 1885	1.	•
10. — Undersøgelser over den af Blodfarvestoffet optagne Iltmængde udførte ved Hjælp af et nyt Absorptionsmeter. Med 2 Tavler. 1886	1.	70.
11. Thiele, T. N. Om Definitionerne for Tallet, Talarterne og de tallignende Bestemmelser. 1886	2.	•
III , med 6 Tavler, 1885—86	16.	•
1. Zeuthen, H. G. Keglesnitlæren i Oldtiden. 1885	10.	•
2. Levinsen, G. M. R. Spolia Atlantica. Om nogle pelagiske Annulata. Med 1 Tavle. 1885	1.	10
3. Rung, G. Selvregistrerende meteorologiske Instrumenter. Med 1 Tavle. 1885	1.	10.
4. Melnert, Fr. De eucephale Myggelarver. Med 4 dobb. Tavler. Résumé et explic. des planches en français. 1886	6.	75.
IV , med 25 Tavler. 1886—88	21.	50.
1. Boas, J. E. V. Spolia Atlantica. Bidrag til Pteropodernes Morfologi og Systematik samt til Kundskaben om deres geografiske Udbredelse. Med 8 Tavler. Résumé en français. 1886	10.	50.
2. Lehmann, A. Om Anvendelsen af Middelgradationernes Metode paa Lyssansen. Med 1 Tavle. 1886	1.	50.
3. Hannover, A. Primordialbrusken og dens Forbening i Truncus og Extremiteter hos Mennesket før Fødselen. Extrait en français. 1887	1.	60.
4. Lütken, Chr. Tillæg til «Bidrag til Kundskab om Arterne af Slægten <i>Cyamus</i> Latr. eller <i>Hvallusene</i> ». Med 1 Tavle. Résumé en français. 1887	•	60.
5. — Fortsatte Bidrag til Kundskab om de arktiske Dybhavs-Tudsefiske, særligt Slægten <i>Himantolophus</i> . Med 1 Tavle. Résumé en français. 1887	•	75.
6. — Kritiske Studier over nogle Tandhvaler af Slægterne <i>Tursiops</i> , <i>Orca</i> og <i>Lagenorhynchus</i> . Med 2 Tavler. Résumé en français. 1887	4.	75.
7. Koefoed, E. Studier i Platosoforbindelser. 1888	1.	30.
8. Warming, Eug. Familien Podostemaceae. 3 ^{die} Afhandling. Med 12 Tavler. Résumé et explic. des planches en français. 1888	6.	45.
V , med 11 Tavler og 1 Kort. 1889—91	15.	50.
1. Lütken, Chr. Spolia Atlantica. Bidrag til Kundskab om de tre pelagiske Tandhval-Slægter <i>Steno</i> , <i>Delphinus</i> og <i>Prodelphinus</i> . Med 1 Tavle og 1 Kort. Résumé en français. 1889	2.	75.
2. Valentiner, H. De endelige Transformations-Grupper Theori. Résumé en français. 1889	5.	50.
3. Hansen, H. J. Cirolanidæ et familiæ nonnullæ propinquæ Musei Hauniensis. Et Bidrag til Kundskaben om nogle Familier af isopode Krebsdyr. Med 10 Kobbertavler. Résumé en français. 1890	9.	50.
4. Lorenz, L. Analytiske Undersøgelser over Primitalmængderne. 1891	•	75.

STOFSKIFTE VED SJÆLELIG VIRKSOMHED

AF

ALFR. LEHMANN

WITH A RÉSUMÉ IN ENGLISH

D. KGL. DANSKE VIDENSK. SELSK. SKRIFTER, NATURVIDENSK. OG MATH. AFD., 8. RÆKKE, III. 2

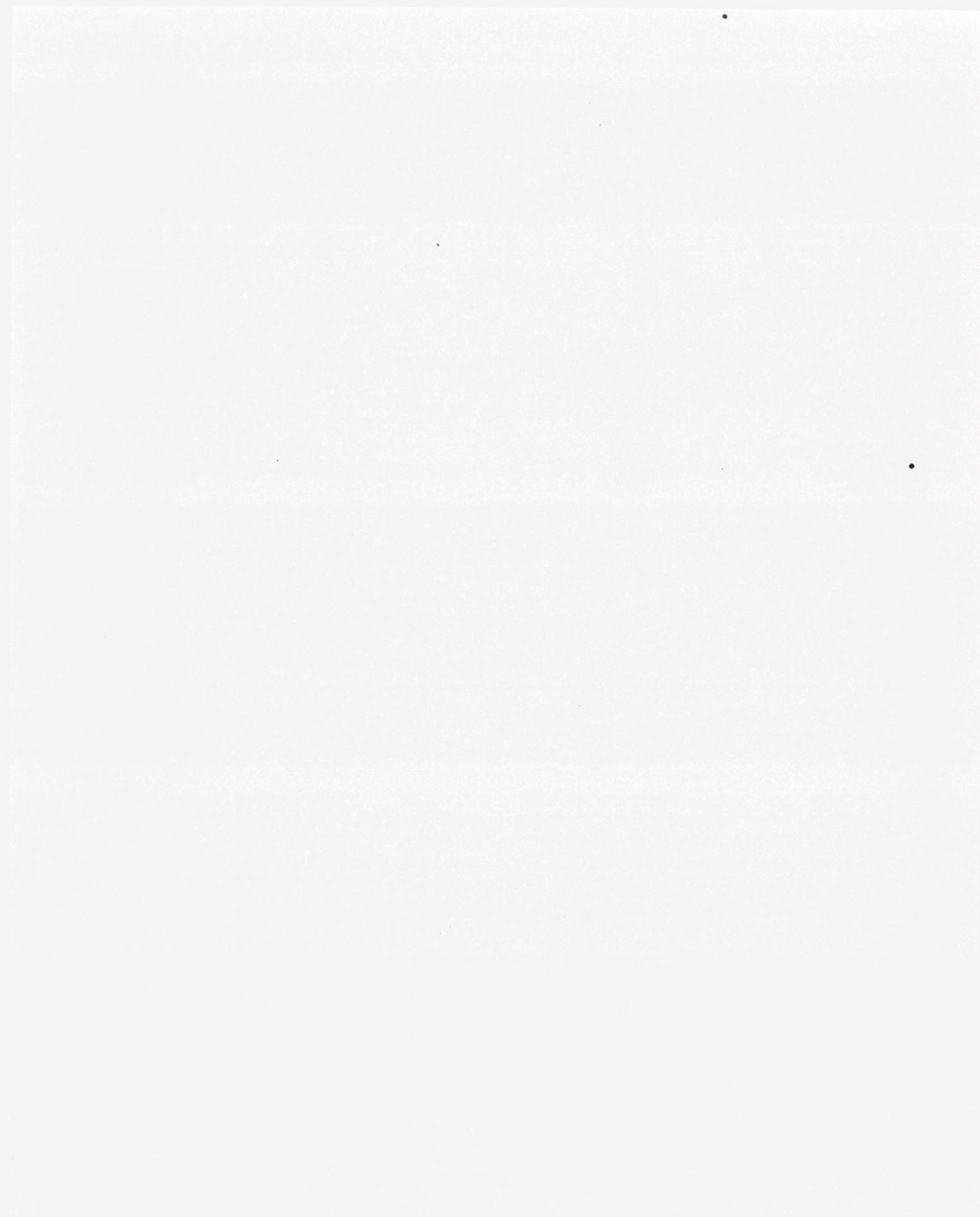


KØBENHAVN

HOVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1918



INDLEDNING

Ved de Undersøgelser over „Stofskifte ved psykisk Arbejde“, som BECKER og OLSEN i sin Tid udførte i Universitetets psykofysiske Laboratorium¹⁾, fandt de, at der under det aandelige Arbejde udaandedes en betydelig større Kulsyre-mængde end i Hvile. Ligeledes blev der tilvejebragt en ikke ringe Sandsynlighed for, at i hvert Fald en Del af Kulsyreforøgelsen ikke skyldtes en Udluftning af Organismens Lager af Kulsyre, men hidrørte fra selve Arbejdet²⁾. Noget afgørende Bevis herfor lykkedes det dog ikke BECKER og OLSEN at føre. Det henstaar derfor endnu uafgjort, ikke blot hvormeget Stofskiftet virkelig forøges under de forskellige Arter af psykisk Virksomhed, men ganske særlig hvor stor en Del af den stedfindende Stofskifteforøgelse der maa skrives paa Nerveprocessernes Regning. Det er nemlig forlængst fastslaaet, at al sjælelig Virksomhed er ledsaget dels af Forandringer i Aandedræt, Hjerteslag og Blodkarrenes Vidde i forskellige Organer, dels af Spændinger i Ansigtets Muskulatur. Alle disse legemlige Processer maa nødvendigvis medføre Forandringer i Stofskiftet, saa at i hvert Fald kun en vis ubekendt Brøkdel af den fundne Forøgelse kan skyldes Centralorganets Arbejde³⁾. Medens det i praktisk Henseende er af den største Interesse at faa Klarhed over, hvilken Indflydelse aandelig Virksomhed har paa Organismens Stofskifte, vil det især have teoretisk Betydning at faa afgjort, hvilken Andel Centralnervesystemet har i Stofskifteforøgelsen⁴⁾. Der er saaledes al mulig Anledning til at søge en Løsning af de Problemer, som de to nævnte Forfattere lod henstaa uløste. Det har imidlertid ikke været mig muligt at tage denne Opgave op, før Laboratoriet var kommet i Orden i de nye Lokaler. Saasnt dette var sket, og de fornødne Apparater tilvejebragte, blev Undersøgelserne paabegyndt, i April 1917.

Der er to Maader, paa hvilken man kan bestemme den faktiske Forøgelse af Stofskiftet under det aandelige Arbejde. Den ene bestaar i at maale ikke blot den udskilte Mængde Kulsyre, men ogsaa den optagne Iltmængde. Udføres de sidst-

¹⁾ Kgl. danske Vidensk. Selskabs Skrifter, 7. Række, naturv. og matem. Afd. XI, 1. København 1913.

²⁾ Anf. Skr. S. 70 o. f.

³⁾ LEHMANN: Hauptgesetze des menschl. Gefühlslebens. 2. Aufl. Leipzig 1914, S. 398.

⁴⁾ HELLPACH: Was heisst „Stoffwechsel bei geistiger Arbeit“? i Zeitschrift für angewandte Psychologie, Bd. 6, S. 564.

nævnte Maalinger saavel i Hvile som under Arbejdet, vil Differensen mellem de fundne Værdier give den af Arbejdet medførte Forøgelse af den optagne Iltmængde. Denne Iltforøgelse vil dog kun være et Maal for den stedfundne Stofskifteforøgelse under Forudsætning af, at Arbejdets Varighed har været tilstrækkelig stor. Organismen kan nemlig ved en stærk, vilkaarlig Forøgelse af Aandedrættet optage noget mere Ilt, end der netop er Brug for i Øjeblikket; men dette Overskud forbruges, saasnart det forcerede Aandedræt ophører. Heraf benytter Svømmeren sig, naar han vil dykke under Vandet. Han forcerer i saa Fald Aandedrættet i nogen Tid og opnaar derved, dels at udlufte en stor Del af den i Blodet og Vævene oplagrede Kulsyre, dels at optage saa megen Ilt som muligt i Blodet. Derved bliver det ham muligt at vedligeholde Stofskiftet under Vandet i 1—2 Min. Direkte er en saadan Optagelse af et Overskud af Ilt og dettes senere Forbrug paavist ved fysiologiske Undersøgelser¹⁾. Ved flere af de Forsøg, som i det følgende skal omtales, vil det desuden vise sig, at der under det aandelige Arbejde er en vis Tendens til periodisk Iltoptagelse. I et Tidsrum af f. Eks. 5 Min. optages et ret betydeligt Overskud af Ilt, som derefter forbruges i de næste 10 Min., hvor der kun optages meget smaa Mængder. Denne Periodicitet optræder dog i Almindelighed kun i Begyndelsen af et aandeligt Arbejde; efter ca. 30 Min. Forløb synes Iltoptagelsen at blive ret konstant. Naar Forsøget altsaa blot har en saadan Varighed, tør man gøre Regning paa, at den optagne Iltmængde virkelig er forbrugt og følgelig Maal for det stedfundne Stofskifte. Naar BECKER og OLSEN ikke slog ind paa denne nemme Vej, var det nærmest af tekniske Grunde. Laboratoriet raadede dengang kun over et Haldane'sk Luftanalyseapparat af ældre Konstruktion, som var ret upraktisk. En nøjagtig Kulsyrebestemmelse tog ikke blot lang Tid, men var ogsaa legemlig anstrengende, saa at der paa en Dag næppe lod sig udføre mere end 10—12. At opnaa rigtige Iltbestemmelser med dette Apparat var vel ikke ligefrem umuligt, men krævede i hvert Fald saa lang Tid, at de praktisk talt var udelukkede. Derfor findes der kun meget faa Iltbestemmelser i BECKER og OLSEN's Arbejde, og efter mit Kendskab til Analyseapparatets Ejendommeligheder kan jeg ikke tillægge dem noget Værd.

Den anden Maade, paa hvilken man — uafhængig af Iltbestemmelser — kan finde den virkelige Stofskifteforøgelse, bestaar i en Maaling af den udluftede Kulsyremængde. Under det aandelige Arbejde er Aandedrættet som oftest, om end ingenlunde altid, baade hyppigere og dybere end i Hvile. Deraf følger, at det pr. Sek. indaadende Rumfang Luft, som vi for Nemheds Skyld i det følgende vil kalde „Aandefanget“, bliver større. Med enhver saadan Forøgelse af Aandefanget følger nu ikke blot, som alt omtalt, Optagelse af en større Mængde Ilt, men ogsaa Udskillelse af en større Mængde Kulsyre, og da denne kun for en ringe Del skyldes Aandedrætsmusklernes forøgede Arbejde, maa den hidrøre fra en Udluftning af Organismens Beholdning. Man kan nu anstille følgende Dobbeltforsøg. Først udføres et aandeligt

¹⁾ LILJESTRAND: Über die Grösse der Kohlensäureabgabe bei Verminderung des Kohlensäurepartiardruckes in den Alveolen. I Skandinav. Archiv für Physiologie, Bd. 33, 1916, S. 173.

Arbejde, hvorved ikke blot Kulsyreforøgelsen maales, men ogsaa Aandefang og Aandedræts hyppigheden bestemmes. I det andet Forsøg, uden aandeligt Arbejde, søges vilkaarlig tilvejebragt samme Aandefang og Hyppighed som i det første, og den hermed følgende Kulsyreforøgelse maales. Denne maa skyldes dels Udluftningen ved det forøgede Aandefang, dels Aandedrætsmusklernes større Arbejde, og disse Størrelser maa være ens i de to Forsøg under Forudsætning af, at det er lykkedes i det sidste Forsøg at tilvejebringe samme Aandedræt som i det første. Differensen mellem de to fundne Kulsyremængder maa saa være et Maal for den ved det aandelige Arbejde foraarsagede Stofskifteforandring.

Det ses let, at der ikke er det mindste til Hinder for at kombinere de to omtalte Metoder. Maales ved begge de to Forsøg ikke blot Kulsyren, men ogsaa Ilten, vil Differensen mellem Iltbestemmelserne give det nøjagtigst mulige Maal for Stofskifteforandringen ved det aandelige Arbejde, uafhængig af Aandedrætsapparatets Virksomhed. Dermed vil man have et Maal for Stofomsætningen i selve Centralorganet, saafremt alle andre medvirkende Momenter er saa uvæsentlige, at de kan lades ude af Betragtning. Det var denne Vej, jeg til en Begyndelse slog ind paa; desværre viste den sig hurtig ikke at være farbar, idet Forudsætningen: at andre medvirkende Momenter ingen væsentlig Indflydelse har, utvivlsomt er urigtig. Som det senere skal blive paavist, spiller Tonusforandringer ikke blot i Ansigtets, men ogsaa i Armenes og undertiden i hele Kroppens Muskler en betydelig og vexlende Rolle, og de synes hverken direkte eller indirekte at kunne elimineres. Man kan ikke udføre et aandeligt Arbejde af bestemt Art, uden at disse Forandringer af Muskeltonus optræder, og da man ikke — som ved Aandedrættet — vilkaarlig kan tilvejebringe bestemte Tonusændringer, kan man ikke maale, hvor stor en Andel de har i de fundne Stofskifteforandringer. Saavidt jeg kan se, er en Bestemmelse af selve Centralorganets Stofomsætning foreløbig et uløseligt Problem, saafremt man da forlanger uomtvistelige Tal og ikke mer eller mindre løse Gisninger. Indtil en eller anden Udvej af denne Vanskelighed findes, maa man indskrænke sig til at undersøge det aandelige Arbejdes Indflydelse paa Organismens Stofskifte som Helhed. Hertil vil det foreliggende Arbejde give et ikke uvæsentligt Bidrag, idet de talrige Forsøg, som jeg oprindelig anstillede med et andet Formaal for Øje, umiddelbart belyser dette Forhold.

Apparater og Forsøgsanordning.

Ved de Forsøg, for hvilke der i det følgende skal gøres Rede, blev i Hovedsagen benyttet de samme Apparater og anvendt samme Fremgangsmaade som ved BECKER og OLSEN's. Da alt dette er udførlig beskrevet i det tidligere citerede Arbejde, skal jeg her indskrænke mig til at give et kort Overblik over Forholdene. Apparaterne og deres Opstilling ses af Fig. 1.

Fp. (Forsøgspersonen) sidder i en magelig Stol med vandret udstrakte Ben og dækket af et Tæppe. Ved langvarige Forsøg (vore har været indtil omtrent 2 Timer)

bliver man uundgaelig træt i Benene, naar man sidder paa en almindelig Stol med Fødderne hvilende paa Jorden, og Fp. vil da ganske uvilkaarlig forandre Stilling, strække eller bøje Benene, slaa det ene Knæ over det andet osv. Alle disse Muskelbevægelser, der medfører Forandringer i Stofskiftet af ubestemmelig Størrelse, undgaas erfaringsmæssig, naar Benene er vandret udstrakte paa et tilpas blødt Underlag.

Ved en saadan langvarig, ubevægelig Stillesiddende kommer man imidlertid let til at fryse; et Tæppe er et hensigtsmæssigere Middel herimod end en Forhøjelse

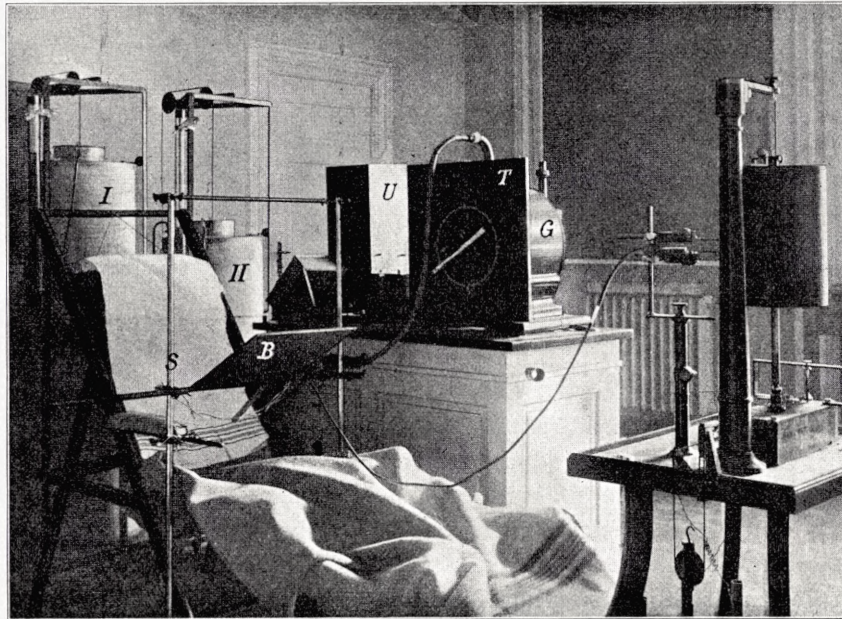


Fig. 1.

af Stuens Temperatur, som let kan blive ubehagelig ved anstrengende aandeligt Arbejde. Fp.s Ansigt er dækket af Respirationsmasken, som klæber fuldstændig lufttæt til Huden ved det tynde Lag Klæbevoks, hvormed Randen er bestrøget. Indaandingen sker gennem Gasuret *G*, der maaler Luftvoluminet; Udaandingsluften gaar afvæxlende til det ene eller det andet af de to Spirometre, *I* og *II*, som ses i Baggrunden. Naar det ene af disse er fyldt, afspærres det for Lufttilgang ved Drejning af en Hane, medens der samtidig aabnes for det andet. Der tages saa de fornødne Luftprøver fra det første, som derpaa tømmes, medens det andet fyldes. Foran Fp. findes en lille Bordplade *B*, der paa Stativet *S* kan indstilles i enhver Højde og Stilling, saa at Fp. bekvemt kan have en Bog, Opgaver e. l. liggende derpaa.

Der er indført en væsentlig Forbedring af den tidligere anvendte Fremgangsmaade, idet Størrelsen af det indaandede Luftvolumen registreres grafisk. Ved BECKER og OLSEN'S Forsøg blev dette Volumen bestemt ved direkte Aflæsning. Paa Gasurets forlængede Akse var anbragt en Viser, der bevægede sig henover en i Grader ind-

delt Cirkel, og denne Visers Stilling aflæstes, hvergang Uret *U* ved et Klokkeslag markerede Forløbet af 40 Sek. Det var derfor nødvendigt ved Forsøgene foruden Fp. at have to Assistenten, af hvilke den ene besørgede den omtalte Aflæsning, medens den anden udtog Luftprøver, tømte Spirometrene osv. Dette er ret upraktisk; saadanne Forsøg gaar altid desto bedre, jo færre Personer der er tilstede. Desuden kunde Urets Klokkeslag nu og da forstyrre Fp. i Arbejdet. Alle disse Ulemper undgaas ved den grafiske Registrering, der er tilvejebragt paa følgende Maade. Gasurets Viser er forsynet med en blød Metalfjeder, der slæber hen over et Brædt *T*, hvor den Cirkel, Fjederen beskriver under Viserens Rotation, er delt i fire Kvadranter ved indlagte Sølvkontakter. Hver Gang Viseren passerer en af disse, lukkes en elektrisk Strøm, hvorved der sættes et Mærke paa en Kymograftrumle; denne saavel som de registrerende Skriveapparater ses i Forgrunden tilhøjre. Tiden markeres paa Tromlen af Uret *U*, der sætter et Mærke hver 20. Sek. Alt dette gaar ganske lydløst, og det bliver muligt senere i den grafiske Optegnelse at udmaale, hvor stort et Luftvolumen der er indaandet til et hvilket som helst Tidspunkt.

Foruden Tiden og Respirationsvoluminet registreredes ligeledes stadig Aandedrættets Hyppighed, idet et lille Siderør paa den til Respirationsmasken førende Luftledning var sat i Forbindelse med en Marey'sk Tambour ved en Gummislang. Ved hver Indaanding sugedes Tambourens Gummihinde nedad; i Respirationskurven er saaledes Indaandingen den nedadgaende, Udaandingen den opadgaende Bugt. Paa vore Tromler var der Plads til 8 Omgange af disse 3 Kurver over hinanden, og da Tromlen roterede en Gang i 15 Min., kunde Forsøget følgelig udstrækkes til 2 Timer, inden en Ombytning af Tromlen blev nødvendig.

I Fig. 2 og 12 er vist fotografiske Gengivelser i $\frac{7}{8}$ naturlig Størrelse af de originale Optegnelser fra to forskellige Forsøg. Da den paa Tromlen beskrevne Flade er 26×60 cm., gengiver de to Figurer kun et Par mindre Udsnit af de fuldstændige Optegnelser. I Figurerne betegner *T* Tidsmærkerne, *R* er Respirationskurven og *V* den af Gasuret registrerede Volumenkurve; de sammenhørende Kurver staar i den nævnte Orden over hinanden, Tiden øverst og Voluminet nederst. Iøvrigt viser begge Figurerne endnu en fjerde Kurve, *S*; det er nærmest af Hensyn til denne, at de overhovedet er blevet reproducerede, idet *S* er en Optegnelse af de under en vis sjælelig Virksomhed uvilkaarlig optrædende Spændingsforandringer i Fingrenes Bøjemusklér. Det er ikke her Stedet at gaa ind paa, under hvilke Forhold Kurverne er optagne, og hvad der kan udledes af dem, men det til Optegnelsen anvendte Apparat maa omtales.

Da forskellige Omstændigheder, for hvilke der i det følgende skal gøres Rede, havde gjort det i høj Grad sandsynligt, at Forandringer i Muskeltonus fandt Sted under psykisk Arbejde i langt større Udstrækning, end man i Almindelighed var tilbøjelig til at antage, blev det ønskeligt at faa ført et direkte Bevis for disse Tonusforandringers Optræden. Det var ingenlunde givet, at det altid var de samme Muskler, der var implicerede; undertiden var de Stofskifteforøgelser, der tydede paa en forhøjet Muskeltonus, saa store, at en Forandring i hele Kroppens Muskler ingen-

lunde var udelukket. Det laa derfor nær at antage, at Tonusforandringer var medvirkende ogsaa i de Tilfælde, hvor ingen særlige Omstændigheder direkte tydede derpaa. Spørgsmaalet blev saaledes blot, hvor man skulde søge dem, og hvorledes de kunde paavises. Jeg gik da ud fra, at Tonusforandringer fortrinsvis maatte optræde i Armenes og Hændernes Muskler, fordi pantomimiske Bevægelser eller i det mindste Tendenser hertil er saa nøje knyttet til al sjælelig Virksomhed. Men i Hænderne maatte slige Forandringer let kunne eftervises. Dertil benyttede jeg en

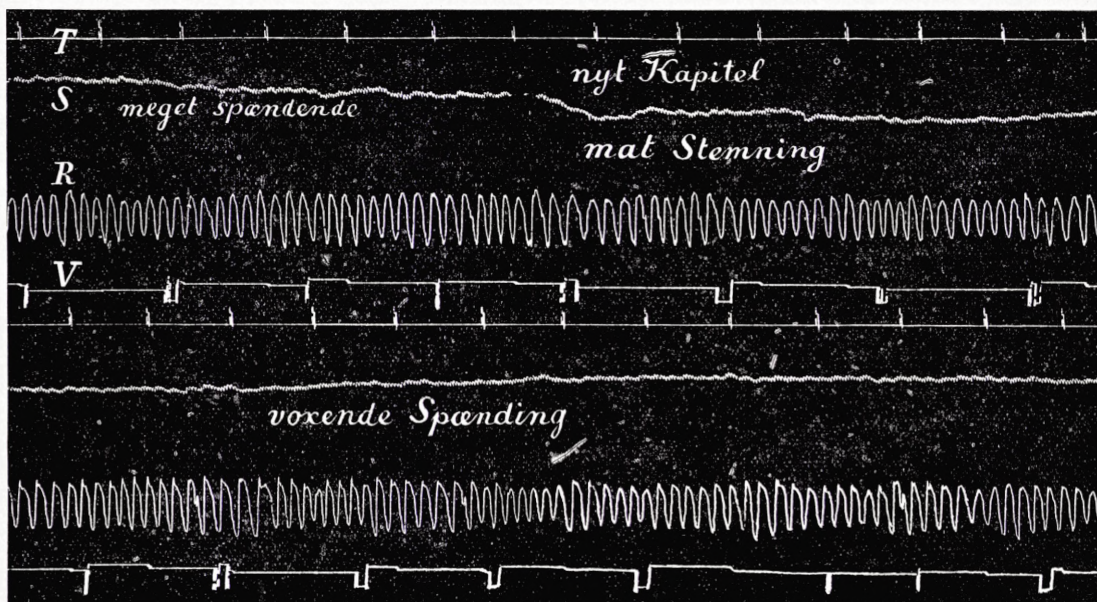


Fig. 2.

nogenlunde stiv, pæreformet Gummibold, i hvis Hals der var indsat et kort Glasrør. Bolden, der omtrent var 6 cm. i Diameter, blev trykket halvt flad inde i Haanden, og denne omviklede derpaa stramt med et langt Bind, saa at Fingrene blev fastholdte i den bøjede Stilling. Sættes nu Boldens Glasrør ved en Gummislang i Forbindelse med en Marey'sk Tambour med meget ringe Luftrum og en yderst fin Gummimembran, saa maa dennes Skrivestift give Udslag for enhver Forandring i Fingermusklernes Spænding. Hvis Musklerne slappes, vil Bindet ganske vist forhindre større Bevægelser af Fingrene, men saa elastisk er det dog altid, at en lille Udvidelse af Bolden bliver mulig, hvorved Skrivestiften sænker sig. Og hvis Musklerne strammes saa at Haanden knyttes fastere, vil Bolden klemmes yderligere sammen, og Skrivestiften gaa opad. Apparatet har vist sig for saa vidt at svare til Hensigten, som Kurvørne S i Fig. 2 og 12 virkelig viser saavel hurtigt som langsomt forløbende Svingninger. Der er imidlertid ogsaa Forandringer af anden Art, som let ses i Originalerne og i hvert Fald i Fig. 2 ogsaa, trods Formindskelsen, kan iagttages under

Lupe. De fine Takker, hvoraf Kurven er sammensat, svarer til Pulsslagen. Dette vil med andre Ord sige, at Kurven ogsaa viser pletysmografiske Forandringer, og et Apparat af meget nær samme Konstruktion som det her beskrevne blev af BINET og COURTIER brugt som Pletysmograf¹⁾.

Det kunde saaledes synes noget tvivlsomt, om Apparatet i det Hele taget egner sig til at registrere Variationer i Muskeltonus. Det er indlysende, at de fra Forandringer i Blodcirkulationen hidrørende Rumfangsforandringer i Haanden maa vise sig, saafremt de ikke ophæves af samtidige Variationer i Muskelspændingen. Dette fremgaar umiddelbart deraf, at Kurven viser Pulsslagen. Men det er ligeledes klart, at der ved Sammentrækning eller Slappelse af Musklerne maa kunne fremkaldes meget større Svingninger i Kurven end ved de altid ret begrænsede Forandringer i Haandens Rumfang. Tonusforandringerne maa saaledes ganske kunne ophæve de pletysmografiske Virkninger, saafremt disse gaar i modsat Retning, og gaar de i samme Retning, vil Udslaget i Kurven kun derved forstærkes. Nu har jeg allerede tidligere gjort opmærksom paa, at BINET & COURTIER's saakaldte Pletysmogrammer kun undtagelsesvis stemmer med dem, man faar optegnet med Apparater af mere paalidelig Konstruktion²⁾. Aarsagen til denne Uoverensstemmelse, som jeg i sin Tid ikke kunde give nogen helt tilfredsstillende Forklaring paa, ses nu at ligge lige for: naar Muskelspændingerne faar Overhaand, ophæves de pletysmografiske Virkninger. Beviset for, at det virkelig forholder sig saaledes, kan føres ved BINET & COURTIER's egne Kurver. Ethvert aandeligt Arbejde medfører erfaringsmæssig en Formindskelse af Armenes Rumfang; af denne pletysmografiske Virkning findes der i hvert Fald svage Antydninger i flere af BINET & COURTIER's Kurver, hvor Arbejdet kun har været let. Hvis Arbejdet derimod kræver en betydelig Koncentration af Opmærksomheden, som f. Ex. ved større Opgaver i Hovedregning, vil Opmærksomhedsanspændelsen rimeligvis medføre en kendelig Forøgelse i Muskeltonus, hvorved den pletysmografiske Virkning ophæves. Netop dette ses at være Tilfældet i de to Kurver Fig. 29 og 30 hos BINET & COURTIER³⁾; disse er de eneste, som er optagne under mere anstrengende Arbejde, men her er heller ikke Spor af nogen Sænkning, snarere en lille Hævning af Kurverne. Der synes saaledes ikke at kunne være Tvivl om, at Muskelspændinger i Hænderne ledsager enhver Opmærksomhedsanspændelse, og at den lille Gummibold kan registrere dem, saasnaert de bliver nogenlunde fremtrædende.

Til Luftanalyserne er benyttet et Haldane'sk Analyseapparat af nyere Konstruktion⁴⁾. Det arbejder i enhver Henseende fortræffeligt; saa godt som alle de Ulemper, der klæbde ved det ældre Apparat, er her fjernede. Der er kun et svagt Punkt tilbage: Iltabsorptionen. Under almindelige Forhold gaar den nogenlunde let og sikkert, men den anvendte Pyrogallol-Kaliopløsning er i høj Grad modtagelig

¹⁾ Circulation capillaire. L'année psychologique II, pag. 146 o. f.

²⁾ De sjælelige Tilstandes legemlige Ytringer, Kbhvn. 1898. S. 67.

³⁾ Anf. St. S. 151—152.

⁴⁾ HALDANE: Methods of air analysis. London 1912. S. 48.

for Temperaturforandringer. Da Temperaturen i Efteraaret, før Centralvarmeapparatet var sat i Funktion, en Dag sank ned til 12° C. i Forsøgslokalet, var Iltabsorptionen efter halvanden Times Forløb endnu ikke fuldstændig. Paa det Vilkaar kan 14 Analyser, som vore Forsøg i det mindste krævede, ikke gennemføres paa en Dag. Saa snart det var gaaet op for mig, at det var Temperaturen, det var galt med, var Fejlen naturligvis med det samme afhjulpet. En 50-Lys elektrisk Glødelampe, indsat i en dyb konisk Porcellænsreflektor, blev stillet op i passende Afstand fra Pyrogallolbeholderen, og idet Varmestraalerne reflekteredes ind paa denne, bragte de i faa Minuter Temperaturen op til 25° C. Ved denne Temperatur foregaar Iltabsorptionen fuldstændig i 3 Min., hvilket er en stor Lettelse af Arbejdet. Jeg har derfor bibeholdt min lille elektriske Ovn og anbragt et Termometer paa Pyrogallolbeholderen; ved smaa Forandringer af Lampens Afstand fra denne kan dens Temperatur holdes fuldstændig konstant uafhængig af Lokalets.

Pyrogallolopløsningens forhøjede Temperatur medfører imidlertid ikke blot en større Hastighed, men ogsaa en større Nøjagtighed i Analyserne. Kulsyreabsorption i Natronopløsningen synes at være ret uafhængig af Temperaturen indenfor de Grænser, hvorom her er Tale; Analyser af samme Luftblanding vil derfor kun undtagelsesvis være behæftede med en større Middelfejl end 0,01 % for Kulsyreabsorptionen. Derimod vil den træge Absorption af Ilten ved lav Temperatur tilige have til Følge, at det bliver meget vanskeligt at faa det sidste Spor af Ilt fjernet, og Afvigelse paa indtil 0,1 % mellem Analyser af samme Blanding forekommer jævnlig. Den livlige Absorption ved 25° C. har yderligere den Fordel, at al Ilten fjernes, hvorved den væsentligste Fejlkilde er stoppet. Middelfejlen synker derved til 0,02 %; længere ned kan den næppe drives, da Fejlen fra Kulsyrebestemmelsen i Følge Analysens Gang indgaar i Iltbestemmelsen.

Forsøgsanordningen var i alt væsentligt den samme som ved BECKER og OLSEN's Forsøg. Det fremgaar tydelig nok af disse, at der kan være en ret stor Forskel paa Kulsyreudskillelsen — og derfor rimeligvis ogsaa paa Iltoptagelsen — i Hvileforsøg, som udføres før og efter aandeligt Arbejde. Der synes altsaa under selve Arbejdet at foregaa Forandringer i Organismen, som har et forandret Stofskifte til Følge i nogen Tid efter Arbejdets Ophør. Hertil maa der tages Hensyn ved Beregningen af Stofskifteforøgelsen under Arbejdet, saa at det altsaa er nødvendigt at udføre Hvileforsøg umiddelbart før og efter dette. Hvorledes saa iøvrigt Stofskifteforøgelsen ved Arbejdet skal beregnes, naar de to Hvileforsøg ikke giver overensstemmende Værdier, hvad kun sjældent er Tilfældet, bliver et Spørgsmaal for sig, som skal beskæftige os senere. Selve Arbejdstiden blev ved de fleste af vore Forsøg delt i 4, og ikke som ved BECKER og OLSEN's Forsøg i 3 Perioder. Den Kulsyreudluftning, som Arbejdet kunde antages at medføre, vil nemlig i Almindelighed indtræde straks ved Arbejdets Begyndelse, hvor Aandedrættets Dybde og Hyppighed veksler. Derfor opsamledes og undersøgte Udaandingsluften fra de første 5 Minuters Arbejde for sig, for at den mulige Forskel i Kulsyreindholdet i denne Periode og den øvrige Arbejdstid kunde træde saa tydelig frem som muligt. Den øvrige Arbejdstid, som

oftest 30 Min., deltes i tre ligestore Perioder; for hver af disse opsamledes og undersøgte Udaandingsluften særskilt. Hviletiden efter Arbejdet deltes atter i to Perioder, først en kort paa 5 Min., derefter en længere paa 10 Min. Ved denne Deling tilsigtedes, ligesom ved den første korte Arbejdsperiode, en Bestemmelse af de event. Variationer i Udaandingsluftens Sammensætning straks ved Overgangen mellem Arbejde og Hvile.

Et Normalforsøg forløber herefter paa følgende Maade. Naar Fp. er kommen i Ro paa Forsøgstolen og alt er i Orden, hengaar først en Tid paa 10—15 Min., for at Organismen saa at sige kan tilpasse sig for den siddende Stilling. Derefter begynder det første Hvileforsøg af 10 Min. Varighed, Periode I. Paa et aftalt Signal begynder Arbejdet, hvorom den fornødne Instruktion naturligvis er givet i Forvejen; det fortsættes i 35 Min., Periode II—V. Paa Signalet: „Arbejdet ophører“ standses dette øjeblikkelig, og de to Hvileforsøg udføres; Periode VI og VII. Da der fra hver Periode tages to Luftprøver til gensidig Kontrol, vil et Forsøg altsaa kræve 14 Luftanalyser. Denne Ordning har vel været den almindelige, men der er dog talrige Undtagelser herfra. I enkelte Forsøg blev Arbejdstiden delt i 7 Perioder à 5 Min. for at faa Rede paa, om Iltoptagelsen fulgte Svingningerne i den præsterede Mængde Arbejde. Ret jævnlig blev Arbejdet fortsat i 45 Min., idet der blev indskudt en femte Periode efter de normale fire. I en Række Forsøg, hvorved der tilsigtedes en Undersøgelse af Træthedens Indflydelse paa Stofskiftet, udstraktes Arbejdet til 75 Min.; Tiden blev i saa Fald delt i 5 Perioder à 15 Min. Ved samtlige Forsøg er Arbejdet bleven fortsat uden nogen Afbrydelse; Inddelingen i Perioder angaar kun Opsamlingen af Udaandingsluften.

Ved Forsøg af denne Art kan kun bruges øvede Fp., da Resultaterne og disses Værd ganske er afhængige af, at Fp. retter sig efter de givne Instruktioner og bag efter kan gøre Rede for sin Sindstilstand under Forsøget. Derfor har foruden Mag. art. S. NÆSGAARD og jeg selv, der allerede fungerede som Fp. ved BECKER og OLSEN'S Forsøg, kun Laboratoriets Assistent, Dr. phil. R. H. PEDERSEN medvirket. Jeg skylder begge de nævnte Herrer en Tak for den Iver og Interessé, hvormed de har omfattet Arbejdet. Dr. PEDERSEN har desuden med største Omhu udført samtlige Udmaalinger af de grafiske Optegnelser.

Materialets Bearbejdelse.

Af Forsøgene fremgaar et Materiale, der foreligger dels i Form af grafiske Optegnelser, dels som Analyseresultater, Bestemmelser af Udaandingsluftens Procentindhold af Kulsyre og Ilt. Dette Materiale skal nu bearbejdes saaledes, at det giver et Overblik over de faktisk stedfundne Stofskifteforandringer.

Af de grafiske Optegnelser findes ved Optælling det gennemsnitlige Antal af Aandedrag pr. Min. i hver af de enkelte Perioder. Disse Tal er opførte i Tabellerne 5, 6 og 7 efter Afhandlingens Tekst. Fremdeles findes af de grafiske Optegnelser, hvormange Fjerdedels Omdrejninger Gasmaaleren har gjort i hver Periode. Da Pe-

riodens Længde i Sekunder er kendt, og en kvart Omdrejning giver et Rumfang af 3710 cm^3 , findes heraf Aandefanget, det pr. Sek. indaandede Antal cm^3 Luft. Dette Tal angiver imidlertid Rumfanget af dampmættet Luft ved Stuens Temperatur og den tilfældige Barometerstand; for Sammenligningens Skyld maa det reduceres til tør Luft ved 0° C. og 760 mm Tryk; de saaledes korrigerede Værdier er opførte i Tabellerne. Da Aandefanget ligger til Grund for Beregningen af de pr. Sek. udskilte cm^3 Kulsyre og optagne cm^3 Ilt, gælder altsaa ogsaa for disse i Tabellerne opførte Værdier, at de er reducerede til tør Luft ved 0° C. og 760 mm .

Ved Analyserne findes Udaandingsluftens Procentindhold af Kulsyre og Ilt. For heraf at kunne beregne Mængden af udskilt Kulsyre og optagen Ilt maa man kende den indaandede Lufts Sammensætning. Ren atmosfærisk Luft indeholder $20,93 \%$ Ilt og $0,03 \%$ Kulsyre, men i en stor Bygning, hvor mange Mennesker færdes og Ventilationsapparatet af økonomiske Grunde er sat ud af Funktion, kan man ikke vente at finde ren Luft. Talrige Analyser af Luften i Forsøgslokalet, taget saavel før som efter et Forsøg, har vist, at Sammensætningen næsten konstant er $20,88 \%$ Ilt, $0,08 \%$ Kulsyre og $79,04 \%$ Kvælstof. Findes der altsaa ved Analyse af Udaandingsluften $a \%$ Kulsyre, saa vil følgelig $a - 0,08 \%$ være udskilt af Organismen. Er Aandefanget $V \text{ cm}^3$, vil der pr. Sek. af Organismen udskilles Kulsyremængden K , bestemt ved:

$$K = \frac{a - 0,08}{100} \cdot V. \quad \text{Lign. 1.}$$

Den optagne Iltmængde findes ved Hjælp af Respirationskvotienten. Indeholder Udaandingsluften $b \%$ Ilt, maa Organismen altsaa have optaget $20,88 - b \%$; den saakaldte tilsyneladende Respirationskvotient, q , Forholdet mellem Procentantallet af udskilt Kulsyre og optagen Ilt er da:

$$q = \frac{a - 0,08}{20,88 - b}. \quad \text{Lign. 2.}$$

HALDANE har givet en Tabel, ved hvis Hjælp man af den tilsyneladende Respirationskvotient skal kunne finde den sande¹⁾. Tabellen er imidlertid øjensynlig behæftet med Trykfejl og desuden altfor ufuldstændig til at være til nogen Nytte. Da det ved vore Forsøg kom til at dreje sig om mange hundrede Analyser med tilhørende Beregninger, vilde det øjensynlig være i høj Grad tidsbesparende en Gang for alle at beregne en Tabel, hvoraf den sande Respirationskvotient Q kunde findes, naar den tilsyneladende, q , var givet. Der maatte da findes en Formel for Q udtrykt ved q ; til denne kommer man ved følgende Betragtning.

I 100 cm^3 af den analyserede Udaandingsluft er der $100 - (a + b) \text{ cm}^3$ Kvælstof, medens der i Indaandingsluften var $79,04 \text{ cm}^3$. Da der hverken optages eller afgives Kvælstof ved Aandedrættet, maa der for hver $79,04 \text{ cm}^3$ Kvælstof i Indaandingsluften have været $20,88 \text{ cm}^3$ Ilt. I 100 cm^3 af Udaandingsluften findes

¹⁾ Anf. Skr. S. 57.

imidlertid $100 - (a + b)$ cm.³ Kvælstof; følgelig maa der til dette Volumen i Indaandingsluften have svaret:

$$\frac{100 - (a + b)}{79,04} \cdot 20,88 \text{ cm}^3 \text{ Ilt.}$$

Da der i 100 cm³ Udaandingsluft findes b cm³ Ilt, maa der være optaget:

$$\frac{100 - (a + b)}{79,04} \cdot 20,88 - b \text{ cm}^3 \text{ Ilt.}$$

Den sande Respirationskvotient, Q , bliver da:

$$Q = \frac{a - 0,08}{\frac{100 - (a + b)}{79,04} \cdot 20,88 - b.} \quad \text{Lign. 3.}$$

Det søgte Udtryk for Q ved q faas, naar man af Lign. 2 og 3 eliminerer b , hvorved ogsaa a gaar bort. Man har da:

$$Q = \frac{79,04 q}{79,04 + 20,88 (1 - q)}. \quad \text{Lign. 4.}$$

Heraf beregnes nemt en Tabel over de til givne q svarende Værdier af Q . Da q i Almindelighed og ved vore Forsøg altid falder mellem Grænserne 0,7 og 1,1, bliver Tabellen saaledes af ret begrænset Omfang. Den har yderligere den Fordel at kunne bruges, selv om Indaandingsluften har havt større Iltindhold end de her forudsatte 20,88 %. Af Lign. 4 findes nemlig for $q = 0,7$, $Q = 0,6486$; indsætter man derimod 20,93 i Stedet for 20,88, faas $Q = 0,6484$. Der er saaledes kun en Forskel paa 2 Enheder i 4. Decimal, hvilket er ganske betydningsløst, og for $0,7 < q < 1,1$ kan Forskellen intetsteds blive større.

Naar Q er bekendt, kan den pr. Sek. optagne Iltmængde let findes. Lad denne være I ; af Lign. 1 er den pr. Sek. udskilte Kulsyre mængde K bekendt. Da nu $K/I = Q$, er følgelig: $I = K/Q$. Lign. 5.

I Tabellerne er under Overskriften % O_2 opført det ved Analyserne fundne tilsyneladende Procenttal af optaget Ilt: $20,88 - b$, som ligger til Grund for Beregningen af q (Lign. 2). Under „Respirationskvotient“ er opført Værdierne af Q . Fremdeles er angivet i cm.³ pr. Sek. den udskilte Kulsyre og optagne Ilt, bestemt henh. af Lign. 1 og Lign. 5.

Saa langt har vi kun haft at gøre med empiriske Data. Spørgsmaalet bliver nu, hvorledes man af det tilrettelagte Materiale kan beregne den af Arbejdet medførte Stofskifteforandring. Herom kan der vanskelig være Tvivl i de Tilfælde, hvor Stofskiftet i Hvileperioderne efter Arbejdet er det samme som før Arbejdet. Lad os for Nemheds Skyld kalde det Antal cm³/s, der under Hvile udskilles af Kulsyre eller optages af Ilt for henh. Kulsyrens og Iltens „Hvileværdier“. Hvis disse Hvileværdier er konstante, ikke forandrer sig under Arbejdet, maa Stofskifteforøgelsen

ved Arbejdet ligefrem kunne beregnes som Differensen mellem Arbejds- og Hvileværdierne. Men i langt de hyppigste Tilfælde vil der være en ikke uvæsentlig Forskel paa Hvileværdierne før og efter Arbejdet, og det er i saa Fald ikke umiddelbart indlysende, hvorledes disse Størrelser skal anvendes. Vidste man noget om, hvad der er Aarsag til denne Forandring af Hvileværdierne, vilde man rimeligvis deri have et Holdepunkt for Beregningen, men til at begynde med ved vi intet som helst herom. Der er flere Beregningsmaader mulige, men formodentlig dog kun een, der er den rigtige, og det gælder da om at finde den, der har den største Sandsynlighed for sig.

Af selve de i Tabellerne foreliggende Tal lader sig næppe noget udlede; Talrækker giver ikke et anskueligt Billede af, hvorledes en Proces forløber. Netop derfor har jeg sammenstillet Forsøgsresultaterne tabellarisk efter Teksten; her kan Enkelthederne efterses af den, for hvem de har Interesse. Til Lettelse for et saadant Eftersyn er Resultaterne for hver af de tre Fp., L, N og P, opførte for sig, og hvert enkelt Forsøg er mærket med et af disse Bogstaver og desuden med et Løbenummer, der angiver den kronologiske Orden af de med hver Fp. udførte Forsøg. Af disse Løbenumre vil det ses, at nogle enkelte Forsøg er udeladte; det er uden Undtagelse Tilfælde, hvor det ikke lykkedes Fp. at overholde Instruksen, saa at man faktisk ikke véd, hvad der egentlig er maalt. Alle de øvrige Forsøg er opførte og skal i det Følgende omtales; Henviisning til Tabellerne sker ved Angivelse af et Bogstav og Løbenummer, f. Ex. N. 11, hvorved det paagældende Forsøg let findes.

Medens der altsaa som sagt vanskelig kan ses noget af Tabellerne, forandrer Sagen sig straks, naar Resultaterne optegnes grafisk. Jeg har derfor overalt, hvor et eller andet Forhold skulde belyses, benyttet grafiske Fremstillinger, og disse er konstruerede paa samme Maade; som typisk Exempel anføres her Fig. 3. Den fremstiller de fire sammenhørende Forsøg: N. 4, N. 5, N. 8 og N. 9. Som Abscisse er overalt ansat Tiden i Minutter; Ordinaterne er forskellige for de forskellige Kurver. Den øverste, R, angiver Aandefanget, og Ordinaterne er her de i Tabellerne opførte cm^3/s . De to næste Kurver angiver den optagne Ilt, O_2 , og udskilte Kulsyre, CO_2 . Ordinaterne er her ligeledes Tabellernes cm^3/s ; Kurverne er iøvrigt indtegnede saaledes, at deres Ordinater har samme Nulpunkt, saa at ikke blot Iltoptagelsens og Kulsyreudskillelsens Forløb under Forsøget, men ogsaa disse Processers indbyrdes Forhold fremgaar af Tegningen. Saaledes ses af N. 4, at der i Hvileperioden før Arbejdet pr. Sek. er udskilt paa det nærmeste $0,5 \text{ cm}^3$ mindre CO_2 end der er optaget O_2 . Den nederste Kurve angiver det udførte Arbejde; her er Ordinaten naturligvis afhængig af Arbejdets Art og skal nærmere blive angivet paa hvert enkelt Sted i det følgende.

Med Fig. 3 for Øje kan de forskellige mulige Beregningsmaader af Stofskifteforøgelsen under Arbejdet diskuteres med Udsigt til et rimeligt Resultat. Som ledende Tanke mener jeg herved at maatte fastholde, at *den Beregningsmaade har størst Sandsynlighed for at være rigtig, der for de enkelte Arbejdsperioder fører til saa vidt mulig lige store Stofskiftetilvækster under Forudsætning af tilnærmelsesvis konstant*

Arbejde. Det fremgaar nemlig af de foreliggende Undersøgelser, at det aandelige Arbejde har en aldeles uomtvistelig Indflydelse paa Organismens Stofskifte. Om denne Forandring skyldes livligere Stofomsætning i Centralnervesystemet, i Musklerne eller muligvis i helt andre Organer, kan foreløbig være et aabent Spørgsmaal. Kun saa meget er indlysende, at saalænge Aarsagen — den psykiske Virksomhed — vedbliver at bestaa med tilnærmelsesvis konstant Styrke,

maa ogsaa Virkningen — det forøgede Stofskifte — antages omtrent konstant. Der maa da i hvert Fald angives særlige Grunde for Antagelsen af en Forandring i Virkningen trods en konstant Aarsag. Idet jeg derfor mener at maatte fastholde den anførte Betragtning som ledende Princip, skal det nu undersøges, hvilken Beregningsmaade der stemmer bedst hermed.

Naar man har forskellige Værdier for Hvileperioderne før og efter Arbejdet, ligger det nær at tage Middeltallet af disse Hvileværdier og trække det fra Værdierne for de enkelte Arbejdsperioder. Af Fig. 3 ses let, hvad dette vil føre til. Exempelvis er ved den øverste Kurve for Nr. 4 trukket en vandret Linie, *ab*,

gennem det Punkt, der svarer til Hvileværdiernes Middeltal. Afstandene, maalt paa Ordinaterne, fra *ab* op til Kurven *R* vil da være Differenserne mellem Arbejdsperiodernes Værdier og dette Middeltal. Det ses umiddelbart, at disse Differenser bliver meget større i Begyndelsen af Arbejdet end ved Slutningen, og et saadant Misforhold vil gøre sig gældende ved samtlige Kurver paa Fig. 3; flere af de her fremstillede Fænomener, især Kulsyreudskillelsen CO_2 , vil give store positive Værdier i

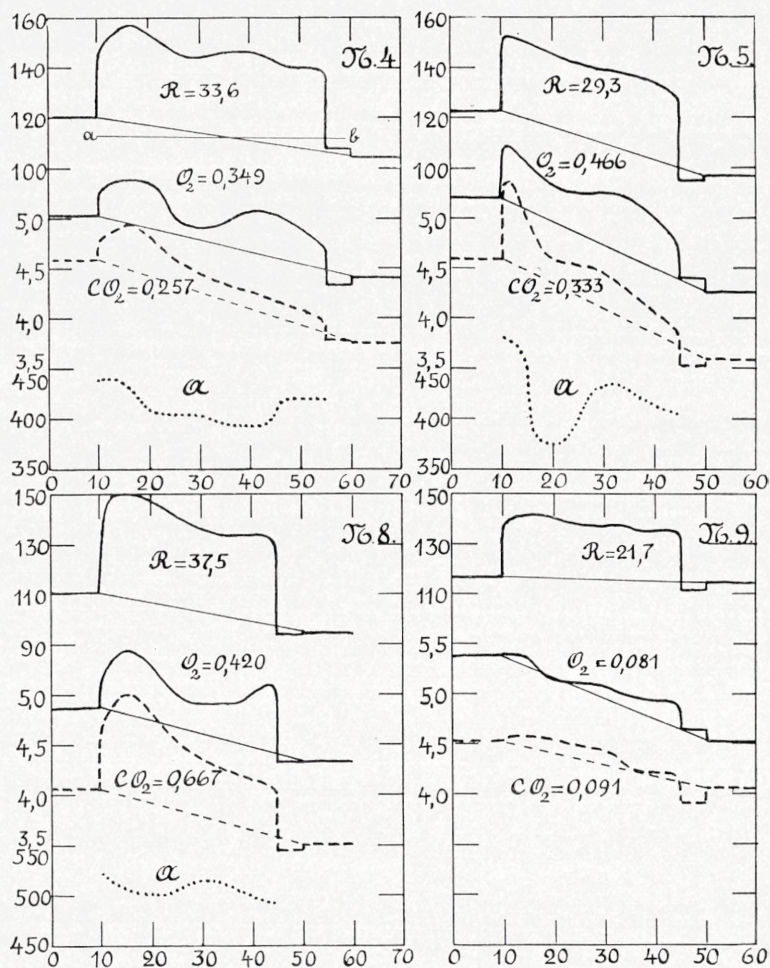


Fig. 3.

Begyndelsen og negative Værdier i Slutningen. Differenserne mellem Arbejdsværdierne og Hvileværdiernes Middeltal kan derfor ikke antages at give et rigtigt Billede af Stofskiftets Forløb under Arbejdet.

En anden mulig Beregningsmaade er den, at man kun tager Hensyn til den ene eller den anden Gruppe af Hvileværdier. Saaledes gik SPECK tilværks ved sine bekendte Undersøgelser, idet han kun bestemte Hvileværdier enten før eller efter Arbejdet¹⁾. Det er derfor undgaaet hans Opmærksomhed, at man vil komme til ganske forskellige Resultater, alt efter som man regner med den ene eller den anden af disse Størrelser. Tænker man sig i Fig. 3 de vandrette Linier, som angiver Hvileværdierne, forlængede, saa vil Afstanden fra disse Forlængelser til de tilsvarende Kurver give Stofskiftetilvæksterne under Arbejdet. Disse bliver meget smaa, i mange Tilfælde negative, hvis man regner ud fra de øvre Hvileværdier, derimod overordentlig store, hvis man regner ud fra de nedre. SPECK fandt faktisk ogsaa i enkelte Tilfælde negative Stofskiftetilvækster, hvorpaa han ingen Forklaring giver; men da hans Arbejdsmaade i det hele var ganske upraktisk, lønner det ikke Umagen at drøfte hans enkelte Resultater. Da vore Maalinger viser, at der næsten altid er en Forskel paa Hvileværdierne før og efter Arbejdet, har man aabenbart her at gøre med et ret lovmæssigt Fænomen, som man maa tage Hensyn til; dette kan ikke gøres paa den Maade, at man ignorerer den ene Gruppe.

Tilbage bliver, saa vidt jeg kan se, som eneste mulige Beregningsmaade den af BECKER og OLSEN anvendte Metode: man tænker sig Organismens Hvilestofskifte varierende jævnt, proportionalt med Tiden, fra den øvre til den nedre af de fundne Størrelser og beregner Tilvæksten under Arbejdet som Differensen mellem det faktiske Stofskifte og det for hvert enkelt Tidspunkt gældende Hvilestofskifte. Det er dette jævnt varierende Hvilestofskifte, der i Fig. 3 og de følgende Figurer er fremstillet ved rette Linier, der forbinder de sammenhørende Hvileværdier. Stofskiftetilvæksterne under Arbejdet i ethvert givet Øjeblik bliver altsaa fremstillede ved Afstanden maalt paa Ordinaterne fra denne Skraalinie til den paagældende Kurve. For Rigtigheden af denne Beregningsmaade har BECKER og OLSEN egentlig ikke ført andet Bevis, end at Stofskiftet i fuldstændig Hvile, naar Fp. slet ikke arbejder, synker ret jævnt, saa at det efter en vis Tids Forløb er mindre end i Begyndelsen. Men fordi dette foregaar i Hvile, er det strengt taget ikke sikkert, at det ogsaa vil finde Sted under Arbejdet, hvor Stofskiftet er forøget. Fig. 3 o. f. viser imidlertid, at der virkelig er en almindelig Tendens til Formindskelse af Stofskiftet ogsaa under Arbejdet. Hvis man overhovedet kan tale om Parallelisme mellem en ret Linie og en bugtet, saa maa man sige, at de indtegnede Skraalinier virkelig de fleste Steder nærmer sig stærkt til at være parallelle med de Kurver, der angiver Stofskiftet under Arbejdet. Men dette vil med andre Ord kun sige, at det ovenfor opstillede Princip for den sandsynligste Beregningsmaade her er sket Fyldest. At Afstandene fra Skraalinierne til de paagældende Kurver er tilnærmelsesvis ligestore, betyder ligefrem, at

¹⁾ Physiologie des menschl. Athmens. Leipzig 1892. S. 205 og 207, Tab. 47 og 48.

man saa nær som mulig vil finde ligestore Stofskiftetilvækster i de forskellige Arbejdsperioder ved at regne med et jævnt varierende Hvilestofskifte.

Denne Beregningsmaade er derfor gennemført ved saa godt som alle Forsøgene. De i Kolonnerne „Overskud“ opførte Tal er Differenserne mellem det faktiske Stofskifte i de enkelte Perioder og Hvilestofskiftet, tænkt jævnt varierende mellem de fundne Værdier. Endelig er i Kolonnerne „M“ anført Middeltallene af disse Differenser, selvfølgelig beregnede med Hensyntagen til Periodernes ulige Længde. Det maa dog straks bemærkes, at denne Beregningsmaade ikke kan anvendes i alle Tilfælde, fordi Hvilestofskiftet ikke kan synke ubegrænset. I Forsøget N. 5 aftager Iltoptagelsen fra 5 cm.³ til 4 cm.³ i Løbet af 40 Min. Hvis dette blev ved, vilde Stofskiftet synke til Nul, naar Arbejdet blev fortsat endnu i 3 Timer. Det sker selvfølgelig ikke; der maa i hvert enkelt Tilfælde være et vist Minimum, som Stofskiftet ikke kommer ned under. Hvornaar dette Minimum naas, har vi vel i Almindelighed intet Middel til at afgøre, men ved tilstrækkelig langvarige Arbejder maa det i hvert Fald kunne naas, før Arbejdet hører op. Følgelig vil det være ganske urigtigt at tænke sig Hvilestofskiftet aftagende jævnt under hele Arbejdet, og gennemfører man desuagtet Beregningen ud fra denne Forudsætning, maa man komme til meningsløse Resultater. Exempler i denne Retning er forekommet, og der skal ved Omtalen af dem blive gjort Rede for den Beregningsmaade, der da maa anses for den rigtigste. I Tabellerne er de Forsøg, hvor en afvigende Beregningsmaade er gennemført, mærkede med * ved den første Roperiode eller ** ved den anden Roperiode efter Arbejdet.

Stofskiftets Afhængighed af Opmærksomhedsanspændelsen.

Hvis en Fysiker med stor Nøjagtighed maalte en eller anden Virkning, f. Ex. en Stangs Forlængelse under forskellige Forhold, men ganske undlod at tage Hensyn til Størrelsen af de virkende Aarsager, f. Ex. de forskellige Temperaturer, saa vilde man finde det ret meningsløst, fordi der intet kunde sluttes af de fundne Tal. Det samme vil naturligvis gælde paa ethvert andet Omraade. Der er ingen Mening i at bestemme Stofskiftetilvæksterne under aandelige Arbejder med størst mulig Nøjagtighed, naar man ganske undlader at tage Hensyn til de udførte Arbejders Størrelse. Det forandrer ikke i mindste Maade Sagen, at vi ikke kan maale aandelige Arbejders absolute, men kun subjektivt vurdere deres relative Størrelse. Arbejder af nogenlunde ensartet Natur kan altid ordnes 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, som vil være istand til at lære to fircifrede Tal udenad og derefter multiplicere dem uden at notere noget, før Resultatet er naaet. Mellem disse to Grænser ligger de Regneopgaver, som Folk i Almindelighed er istand til at løse „i Hovedet“, og Opgavernes Vanskelighed vokser ligefrem med Komplikationen. Den Anstrengelse, en Opgave kræver, bliver desto større, jo flere Tal der samtidig

skal fastholdes. Paa andre Omraader har man ganske analoge Forhold. Skal en Ramse læres udenad, vokser ikke blot Tiden, men ogsaa Anstrengelsen i hver enkelt Øjeblik med Ramsens Længde. Der er saaledes intet til Hinder for at angive aandelige Arbejders relative Størrelse eller Vanskelighed. Og hvis den subjektive Anstrengelse, der lægges til Grund for Sammenligningen, overhovedet staar i noget Forhold til de centrale Processer under Arbejdet, saa maa man vente, at Stofskiftet vil vokse med den Anstrengelse, Arbejdet kræver. Ved Selviagttagelsens Resultater aabnes saaledes Muligheden for Konstatning af et lovmæssigt Forhold. Hvis man derimod undlader at tage Hensyn til Selviagttagelsen, den subjektive Vurdering af Arbejdernes Størrelse, er det ikke let at indse, hvorledes man vil finde Mening i de stærkt varierende Tal, som Stofskiftebestemmelserne fører til.

Hermed er Selviagttagelsens Rolle dog ikke udspillet. Det er fra det daglige Liv vel bekendt, hvorledes ikke blot ydre, men ogsaa indre Forstyrrelser, Indisposition, Optagethed af andre Tanker og fremfor alt Sindsbevægelser kan vanskeliggøre Udførelsen af et foreliggende Arbejde. Ved slige Forstyrrelser kræver det ligefrem større Anstrengelse at udføre Arbejdet end under normale Forhold, og det er derfor ogsaa højst usandsynligt, at Stofskifteforandringerne i alle Tilfælde skulde blive de samme. Hvis man nu indskrænker sig til at maale Stofskiftet uden at tage Individets Sindstilstand i Betragtning, maa man være forberedt paa for samme Arbejde at finde ret forskellige Tal, og en Forklaring af disse Variationer vilde være udelukket, da den kun kan findes i de subjektive Forhold.

Jeg skal ikke gaa nærmere ind paa Selviagttagelsens Betydning for de foreliggende Forsøg, da BECKER og OLSEN har behandlet Sagen ret indgaaende¹⁾ og anført karakteristiske Exempler paa den enorme Forøgelse af Kulsyreudskillelsen, som især Sindsbevægelser kan medføre. Det var imidlertid nødvendigt her at fremhæve de nævnte Hovedpunkter for at fastslaa, at der overhovedet ikke kan komme Mening i Forsøgene uden Hensyntagen til Selviagttagelsens Resultater. Fremfor alt maa der sondres mellem de normalt forløbende og de med Indispositioner behæftede Forsøg. De første skal behandles i dette Afsnit; de sidstnævnte kræver et særligt Kapitel, da de har givet Anledning til en Række Undersøgelser med det Formaal at faa Rede paa, hvad der kunde være Aarsag til den ofte forbavsende stærke Forøgelse af Stofskiftet, som kan fremkaldes ved ganske ringe Omstændigheder. Dernæst kommer Selviagttagelsen ogsaa i Betragtning ved Ordning af Opgaverne efter deres større eller mindre Vanskelighed. Dette har været en meget nem Sag ved de Opgaver, som her udelukkende har fundet Anvendelse, nemlig dels Hovedregning af forskellig Art, dels Udenadslæren af Ramser. Ved psykologiske Forsøg har man, med fuld Føje, saa godt som altid holdt sig til den Art Virksomheder. For det første fordi man kan tilvejebringe et ganske ubegrænset Antal Opgaver af samme Vanskelighed, saa at Forsøgene kan fortsættes, saa længe man vil, og gentages med Sikkerhed for, at Vanskeligheden stadig er den samme. For det andet

¹⁾ Anf. Skr. S. 53 - 57.

fordi Opgavernes Vanskelighed vokser med Komplikationen, med Antallet af Led, der skal fastholdes, saa at man altid kan afpasse Vanskeligheden efter Fp's Evner og Færdighed.

Som Regneopgaver er benyttet følgende fire Arter, der anføres i Rækkefølge efter voksende Vanskelighed. 1. Den saakaldte A-Test, der spiller en vis Rolle i det BINET-SIMON'ske System. Den er her anvendt i den Form, at Fp. optæller Antallet af e'er i en trykt Text, sætter en Streg i denne, naar 100 er naaet, og saa gaar videre uden at ulejlige sig med at fastholde Antallet af Hundreder. 2. Fortløbende Addition af encifrede Tal efter KRAEPELIN's Metode. Naar 100 er naaet eller netop overskredet, noterer Fp. Endecifret i Regneheftet og gaar videre med dette Tal som første Addend, saa at det stadig kun drejer sig om Addition af encifrede Tal til tocifrede. 3. Multiplikation af to trecifrede Tal i Hovedet, idet Fp. stadig har Opgaven for Øje. Saasart Resultatet er noteret, gaar Fp. videre til den næste Opgave. Til Brug for dette og det følgende Arbejde var et stort Antal Stykker, i hvilke 0 overhovedet ikke forekom, samlede i et Hefte. 4. Multiplikation af 2 trecifrede Tal, som Fp. lærte udenad, hvorefter han tildækkede Opgaven med et Stykke Karton; dette fjernedes først, naar Resultatet skulde nedskrives. Denne Fremgangsmaade er naturligvis meget vanskeligere end den foregaaende, da man stadig skal huske Opgaven, medens de successive Produkter dannes. Et objektivt Bevis herfor haves deri, at Fp. L., som udførte disse Regninger, kunde løse 20—25 Opgaver i 30 Min. med Opgaven for Øje, men derimod kun 8, naar den skulde huskes.

Til Udenadslæren er benyttet de sædvanlige Ramser af meningsløse Stavelser, der forelagdes Fp. skrevne med Rundskrift paa en Strimmel Karton i Række under hinanden. De læstes i Tempoet 80 Stavelser pr. Min. i Takt efter Metronom og betragtedes som lærte, naar Fp. kunde fremsige Ramsen fejlfrit i samme Tempo. Da Fp. selvfølgelig ikke maatte tale, kunde der ingen Kontrol føres med, at Ramsen virkelig var lært, men dette kan ogsaa betragtes som ganske overflødig overfor de paagældende øvede og i Sagen interesserede Fp. At Ramserne kræver desto større Anstrengelse, jo længere de er, blev allerede ovenfor berørt. Dog gjorde Fp. N. den Bemærkning, at det paa en Maade var „behageligere“ at lære lange Ramser end korte, fordi man blev mere fortrolig med de enkelte Stavelser, da disse ikke skiftede saa hurtig. Meningen hermed lader sig bedst paavise ved et bestemt Exempel. Fp. N. brugte 3 Gennemlæsninger til en 8-Stavelers Ramse, men 15 Gennemlæsninger for at lære en 24-Stavelers. Da denne sidste er 3 Gange saa lang som den første og kræver 5 Gange saa mange Gennemlæsninger, tager den altsaa 15 Gange saa lang Tid. Der kan med andre Ord læres 15 8-Stavelers Ramser i den Tid, som medgaar til een 24-Stavelers, saa at man altsaa ved de korte Ramser faar 5 Gange saa mange nye Stavelser at indprente sig. Rimeligvis gør denne stadige Skiften af Materialet selve Indprentningen vanskeligere, hvilket der maa tages Hensyn til, naar en nøjagtig Formel for Associationsarbejdet skal opstilles. Men dette maa hellere opsættes, til der er fundet Udveje til Bestemmelse af selve Centralorganets Andel i Stofskifteforandringerne ved psykiske Virksomheder.

De samme Grunde, som taler for Anvendelsen af Hovedregning og Udenadslæren ved vore Forsøg, taler ligesaa bestemt imod matematiske Opgaver, Læsning af videnskabelige Værker i fremmede Sprog o. l. Ved den Art Virksomheder er en Gentagelse i strengere Forstand udelukket. Den ene matematiske Opgave faar Fp. maaske straks sat i Ligning, og saa er hele Resten rent mekaniske Operationer, den anden kan han muligvis slet ikke finde ud af; Indholdet af den ene Side i et videnskabeligt Værk er Fp. halvvejs bekendt, den næste Side kan han maaske slet ikke finde Mening i. Ganske vist kan Fp. nok selv bedømme disse Forskelle i Vanskeligheden, men hvorledes skulde man egentlig kunne tilvejebringe ganske de samme Forhold ved et nyt Forsøg? Og Gentagelser er nødvendige, fordi man kun derved bliver istand til at paaavise lovmæssige Variationer. Som det i det følgende skal vises, giver normalt forløbende Forsøg af samme Art meget nær de samme Stofskifteforøgelser, medens alle med Forstyrrelser eller Indispositioner beheftede Forsøg fører til meget afvigende Værdier. Kan man nu ikke udføre flere Forsøg med Arbejde af samme Vanskelighed, kan man heller ikke fastslaa en Norm; de „normale“ og de „anormale“ Værdier glider jævnt over i hinanden, og al Lovmæssighed forsvinder.

Foruden de omtalte Forsøg er der tillige gjort nogle enkelte med Romanlæsning. Det er vel ikke „aandeligt Arbejde“ i strengere Forstand, men Hvile, Adspredelse. Det havde imidlertid ogsaa en vis praktisk Interesse at undersøge Forandringerne i Stofskiftet under disse Forhold.

Inden jeg gaar over til Omtalen af de enkelte Forsøg, vil det være hensigtsmæssigst at sammenstille Resultaterne fra alle de foreliggende „Normalforsøg“ og angive de Slutninger, som deraf kan drages. Derved vil adskillige Gentagelser af forskellige Bemærkninger kunne undgaas. Sammenstillingen er givet i Tab. 1, i hvis øverste Række de forskellige Arter af undersøgte aandelige Arbejder er anførte. Tabellen falder iøvrigt i to Halvdele, overskrevne O_2 og CO_2 ; i den første er anført de ved hvert enkelt Forsøg fundne Værdier for Iltoptagelsen, i den sidste de tilsvarende Tal for Kulsyreudskillelsen, idet de sammenhørende Værdier staar paa samme Plads i hver Gruppe. De med hver af de tre Fp., L, N og P, udførte Forsøg er holdt adskilte. Tallene angiver Stofskifteforøgelsen under Arbejdet i cm^3/s .

Af omstaaende Tabel fremgaar umiddelbart følgende Resultater:

For samme Fp. vil det samme Arbejde medføre tilnærmelsesvis konstante Stofskifteforandringer. Dog er der ikke noget konstant Forhold mellem Tilvæksten i Iltoptagelse og i Kulsyreudskillelse; en relativt lille Værdi af den første kan jævnlig være forbundet med en relativt stor Værdi af den sidste og omvendt. Iltværdierne viser som oftest, men ingenlunde altid, mindre Variationer end Kulsyreværdierne.

For samme Fp. 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 i Iltværdierne.

Samme Arbejde kan for forskellige Fp. medføre højst forskellige Stofskifteforandringer, hvilket kun er en ligefrem Følge af, at Stofskiftet vokser med Anstrengelsen.

Tabel 1.

	Romanlæsning		Tælling, Regning				Udenadslæren af Ramser paa				
	bekendt	ny, spændende	Optælling af e'er	Addition	Multiplikation af 2 3-cifrede Tal med Opgaven		8 Stav.	12 Stav.	16 Stav.	20 Stav.	24 Stav.
					set	lært					
O_2											
L	— 0,218 0,090	0,129		0,093 0 052	0,140 0,127 0,193	0,309 0,384					
N			0,309 0,216	0,349 0,466 0,420			0,481	0,527	0,514	0,520	0,577
P			0,164	0,244 0,287 0,228			0,301		0,636		
CO_2											
L	— 0,090 0,115	0,220		0,216 0,200	0,253 0,324 0,357	0,406 0,425					
N			0,266 0,150	0,257 0,333 0,667			0,461	0,447	0,500	0,617	0,649
P			0,099	0,457 0,400 0,386			0,306		0,851		

Har en Fp. mere Øvelse i eller Anlæg for et givet Arbejde end en anden, vil det ogsaa koste ham mindre Anstrengelse og følgelig medføre ringere Stofskifteforandringer.

Ved Omtalen af de enkelte Forsøg tager jeg hver Fp. for sig, men begynder her med Fp. P., da de med ham anstillede Forsøg gav Svar paa et for hele Gennemførelsen væsentligt Spørgsmaal.

P. 5, P. 6, P. 7 og P. 8 er grafisk fremstillede i Fig. 4, der er udført analogt med den tidligere omtalte Fig. 3. Ved de tre førstnævnte Forsøg adderede Fp. fortløbende; de i de enkelte Perioder udførte Antal Additioner er fremstillede i Kurverne A. Da Forsøget P. 5 havde vist ret store Svingninger i Antallet af præsterede Additioner, blev der i de to næste Forsøg, P. 6 og P. 7, taget Luftprøver for hver 5 Min. for at undersøge, om Stofskiftet varierede i Overensstemmelse med den udførte Mængde Arbejde. Figureerne viser, at dette aldeles ikke er Tilfældet. Aandedrættet er udpræget periodisk; Periodiciteten træder særlig tydelig frem i Iltoptagelsen, mindre skarpt markeret i Kulsyreudskillelsen, men er aabenbart ganske

uafhængig af Arbejdsmængden. Da der saaledes øjensynlig ikke var noget vundet ved at tage Luftprøver for ganske korte Perioder, blev ved de følgende Forsøg den tidligere omtalte Inddeling af Arbejdstiden gennemført, saa at der kun blev skiftet Spirometer og taget Prøver hvert 10. Minut.

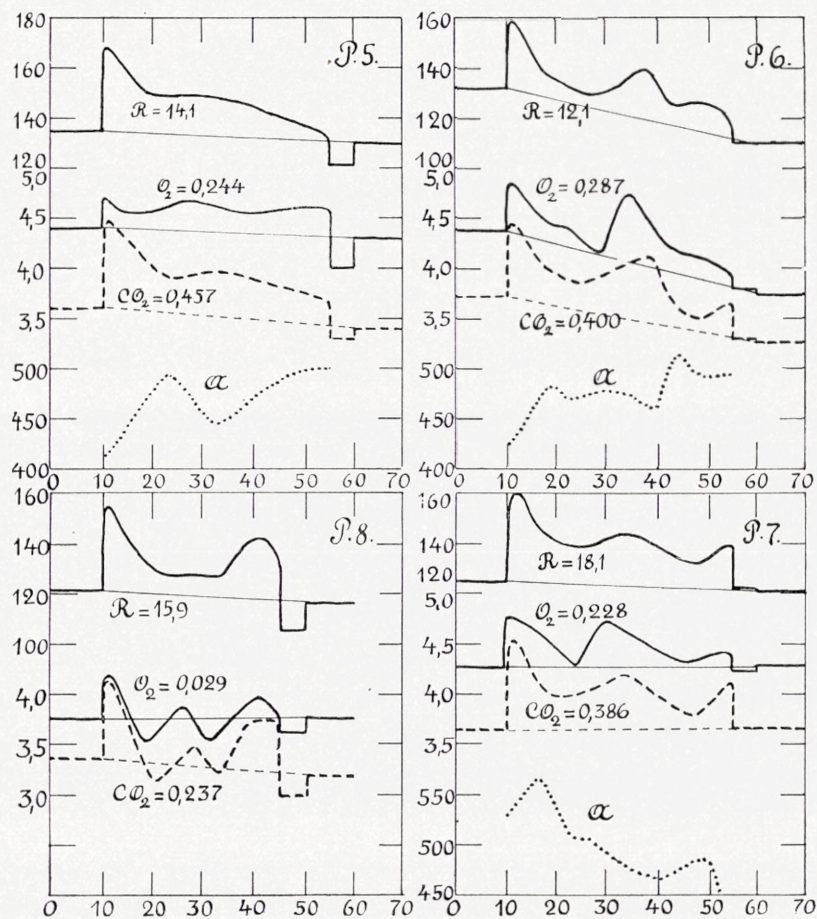


Fig. 4.

I Forsøget P. 7 var Aandedrætshyppigheden overordentlig regelmæssig, stadig svingende omkring 16 pr. Min. Faa Dage efter blev det forsøgt at tilvejebringe den samme Aandedrætshyppighed kunstig, idet Fp. trak Vejret i Takt med en Metronom, men ellers ikke udførte noget Arbejde. Af Tab. 7 fremgaar, at det lykkedes særdeles godt; ogsaa i Hvileperioderne viser P. 7 og P. 8 meget nær den samme Hyppighed. Med den kunstig forøgede Respirationsfrekvens følger ogsaa paa det nærmeste den samme Tilvækst i Aandefang, nemlig 15,9 i P. 8 mod 18,1 i P. 7 (Fig. 4). Respirationen er altsaa paa det allernærmeste i enhver Henseende den samme i de to For-

søg, men Iltoptagelsen er i Forsøget uden Arbejde kun $0,029 \text{ cm}^3/\text{s}$ mod $0,228 \text{ cm}^3/\text{s}$ i det andet. Det tør altsaa ret sikkert paastaas, at Aandedrætsorganernes Arbejde i sidste Tilfælde kun har krævet 13 % af Iltforøgelsen, og man kunde derfor være tilbøjelig til at antage, at Centralorganets Arbejde havde lagt Beslag paa Resten. Som det senere skal paavises, er denne Slutning næppe berettiget.

Da Fp. P. var en øvet og sikker Regner, faldt Additionsarbejdet ham meget let. Endnu lettere maatte A-Testen, den blotte Optælling af Bogstaver være, og Forsøget P. 11 bekræfter dette. Derimod erklærede Fp. P., at han altid havde haft meget vanskeligt ved at lære udenad. Dette passer ogsaa nok for 16-Stavelers Ramser, af hvilke Fp. i 35 Min. kun lærte 5 med gennemsnitlig 22,6 Gennemlæsninger; ligeledes er ogsaa Iltoptagelsen meget stor, $0,636 \text{ cm}^3/\text{s}$ (P. 9). Af 8-Stavelers Ramser lærte han derimod i samme Tid 50 med gennemsnitlig 4,7 Gennemlæsninger og et Iltforbrug af $0,301 \text{ cm}^3/\text{s}$ (P. 13), hvilket er betydelig mindre end den tilsvarende Størrelse hos Fp. N., der havde meget let ved at lære udenad (Tab. 1). Forholdet lader sig imidlertid let forklare derved, at Fp. P. aldrig har haft videre Øvelse i at lære udenad, thi Øvelsen har erfaringsmæssig en betydelig Indflydelse paa den Letthed, hvormed Indprentningen foregaar, og denne Indflydelse maa mærkes mere paa lange Ramser end paa korte. Derfor er Fp. P. den underlegne, hvor Talen er om lange Ramser, medens han godt kan klare sig overfor de korte.

Fp. N. havde for adskillige Aar siden haft stor Færdighed i at regne; nu havde han ikke mere Øvelse end den, de fleste Mennesker faar ved det daglige Livs Opgaver. Der blev derfor med ham gennemført en længere Række Forsøg med Addition for om muligt at paavise Stofskifteforøgelsens Aftagen med voksende Mekanisering af Arbejdet. Maalet naaedes for saa vidt ikke, som Fp. trods en kort daglig Øvelse hjemme slet ikke kom til at regne mekanisk. Han hævdede selv: „Jeg regner hver Gang paa en ny Maade“. Meningen hermed var nærmest den, at han ikke adderede de successive Tal, men sprang rundt i Talrækken for at finde to eller flere Addender, der gav runde Summer. Derved bliver selve Additionen overmaade nem, men skal den blive rigtig, maa man huske, hvilke Tal man har sprunget over, og dette kan undertiden blive en ret vanskelig Hukommelseskunst. Det viste sig da ogsaa, at N.s Beregninger var behæftede med ikke faa Fejl; derimod naaede han ganske vist efterhaanden et større Antal Additioner end nogen af de andre Fp. Som Arbejde betragtet maa denne Regnemaade nødvendigvis være vanskeligere end den rent mekaniske Adderen, og det er følgelig ganske naturligt, at Iltoptagelsen for Fp. N. er dobbelt saa stor som for Fp. P. (Tab. 1) og mindst 4 Gange saa stor som for Fp. L. Det er saaledes ganske vist ikke lykkedes hos et og samme Individ at paavise Stofskiftetilvæksternes Aftagen, efterhaanden som Arbejdet mekaniseres. Men indirekte fremgaar dette dog ved en Sammenligning af de forskellige Fp., idet en Regnemaade, der kræver Overlæg og Omtanke, ses at medføre en uforholdsmæssig stor Forøgelse af Stofskiftet.

Ogsaa i andre Henseender har disse Additionsforsøg med Fp. N. været betydningsfulde, idet de jævnlig førte til ganske unormale Værdier, der gav meget væsent-

lige Oplysninger. Disse Forhold skal beskæftige os i et følgende Afsnit; her kommer foreløbig kun i Betragtning de fire Forsøg:

N. 4, N. 5, N. 8 og N. 9. Disses Resultater er grafisk fremstillede i Fig. 3; Kurven A angiver Antallet af udførte Additioner. Af Tab. 6 ses, at Aandedrættets Hyppighed ved de tre førstnævnte Forsøg har været overordentlig konstant: 6—7 pr. Min. i Hvile og ca. 12 under Arbejdet. Der blev derfor anstillet et lignende Forsøg som med Fp. P., idet der kunstig, uden Arbejde, blev tilvejebragt den samme Respirationshyppighed, angivet ved Hjælp af en Metronom, som under Arbejdet. Dette lykkedes ogsaa meget godt (jvf. Tab. 6), og N. 9 (Fig. 3) viser, at Forøgelsen af Aandefanget vel er noget mindre end i Arbejdsforsøgene, men Iltoptagelsen er rigtignok kun omkring 20 % af den, der findes, naar Fp. adderer. Henvend 80 % kan altsaa skrives paa selve Arbejdets Regning, men at Centralorganet kun har udført en mindre Del af dette, skal blive paavist i det følgende Afsnit.

N. 1 og N. 2 er Forsøg med Optælling af Bogstaver. Ved det første af disse har Fp. aabenbart i Begyndelsen forceret Aandedrættet, saa at Iltoptagelse og Kulsyreudskillelse er blevne uforholdsmæssig store. Forsøget blev derfor gentaget, men ved dette andet Forsøg, N. 2, blev der uheldigvis givet Fp. en historisk Afhandling, hvis Indhold interesserede ham, saa at han læste den samtidig med, at han talte Bogstaverne. Resultatet af dette dobbelte Arbejde blev naturligvis en endnu større Stofskifteforøgelse end ved det første Forsøg. Men Iltoforøgelsen, 0,309 cm³/s, er dog i Sammenligning med de andre for Fp. N. fundne Værdier saa lille, at den viser, at Læsning af en nogenlunde let fattelig Afhandling ikke er noget stort Arbejde.

N. 12. 15 12-Stavelers Ramser lært med gennemsnitlig 8,6 Gennemlæsninger. N. 13. 10 16-Stavelers Ramser lært med gennemsnitlig 11,9 Gennemlæsninger. N. 14. 7 20-Stavelers Ramser lært med gennemsnitlig 13,9 Gennemlæsninger. N. 15. 5 24-Stavelers Ramser lært med gennemsnitlig 15,0 Gennemlæsninger. N. 16. 41 8-Stavelers Ramser lært med gennemsnitlig 3,1 Gennemlæsninger. De fundne Ilt- og Kulsyremængder er opførte i Tab. 1. Til Forsøgene er kun følgende at bemærke. I Forsøget med 8-Stavelers Ramser har Fp. aabenbart taget sig Arbejdet for let; han kunde og burde have lært adskillig flere, men har trukket Mellemrummet mellem de enkelte Ramser for langt ud. I N. 14 vil den sædvanlige Beregningsmaade føre til ganske urimelig lave Værdier i Periode IV og V, saa at Middeltallene falder helt ud af Rækken. I Henhold til det ovenfor fastslaaede Princip, at den rigtige Beregningsmaade vil være den, der giver saa vidt muligt ligestore Tilvækster for de enkelte Arbejdsperioder, er derfor Hvilestofskiftet i Periode VI, og ikke som ellers i Periode VII, taget som den nedre Grænse. Naar vi i et følgende Afsnit kommer til at undersøge Aarsagen til Hvilestofskiftets Variation, vil det vise sig, at denne Fremgangsmaade er fuldstændig berettiget.

Med Fp. L. er anstillet flere Forsøg med Addition; af disse kan kun et enkelt, L. 1, betragtes som normalt. Det er fremstillet grafisk i Fig. 10, som viser, at saa vel Iltoptagelse som Kulsyreudskillelse synker ret jævnt under Arbejdet fra Hvileperioden før til første Hvileperiode efter Arbejdet. Ifølge det tidligere anførte Prin-

cip er derfor Hvilestofskiftet tænkt faldende mellem disse to Grænser, saaledes som de indtegnede Skraalini'er angiver. I sidste Hvileperiode efter Arbejdet er Iltoptagelsen derimod meget større, saa at her aabenbart er indtraadt en væsentlig Forandring i Hvilestofskiftet. Det er et ganske lignende Forhold, der i det ovenfor omtalte Forsøg N. 14 førte til en tilsvarende Ændring af Beregningsmaaden. Den paaviste Forandring i Hvilestofskiftet skal blive nærmere behandlet i det følgende. I Tab. 1 er foruden den ved Forsøget L. 1 fundne Værdi desuden opført en anden, der er udledt af et af de anormale Forsøg; dette skal ogsaa blive omtalt senere.

Til de fleste med Fp. L. anstillede Forsøg har været anvendt Multiplikation af 2 3-cifrede Tal; i nogle

Tilfælde havde Fp. Opgaven stadig for Øje, i andre maatte han lære den udenad. Af den første Art er L. 12, L. 13 og L. 16; Resultaterne er opførte i Tab. 1, og de to førstnævnte er desuden grafisk fremstillede i Fig. 15. Mellem disse Forsøg er der den Forskel, at Arbejdet i L. 16 kun varede i 35 Min., i de to andre derimod i 75 Min., for at Trætheden kunde gøre sin

Indflydelse gældende. Som vi senere skal se, vokser Stofskiftetilvæksterne under Arbejdet altid med voksende Træthed, og man kan følgelig ikke ret vel sammenligne Resultaterne af Forsøg med altfor forskellig Varighed. De i Tab. 1 opførte Værdier er derfor for L. 12 og L. 13 kun beregnede af de første 45 Minutters Arbejde, saaledes som angivet i Tab. 5. Noget lignende gælder ogsaa de to Multiplikationsforsøg, L. 8 og L. 10, hvor Fp. maatte lære Opgaven udenad. Disse er grafisk fremstillede i Fig. 5, som viser, at Arbejdet i L. 8 varede i 35 Min., i L. 10 derimod i 45 Min. Da dette Arbejde er betydelig mere anstrengende end Multiplikation med Betragtning af Opgaven, blev Fp. ogsaa hurtigere træt og angav ikke ringe Træthed i sidste Periode af L. 10. Fig. 5 viser ogsaa, hvorledes baade Iltoptagelse og Kulsyreudskillelse vokser stærkt i de sidste 10 Min. af Arbejdet. De i Fig. 5 anførte Tal er Gennemsnittet for hele Arbejdstiden; i Tab. 1 er derimod for L. 10 kun opført Gennemsnittet for de første 35 Min. Arbejde, hvorved der kommer god Overensstemmelse mellem de to Forsøg. Iøvrigt ses af Fig. 5, at den første Hvileperiode efter Arbejdet er taget som Hvilestofskiftets nedre Grænse i L. 8, hvilket giver tilnærmelsesvis lige store Stofskiftetilvækster i de enkelte Arbejdsperioder (jvf. Tab. 5).

Endelig er der med Fp. L. anstillet nogle Forsøg med Bestemmelse af Stof-

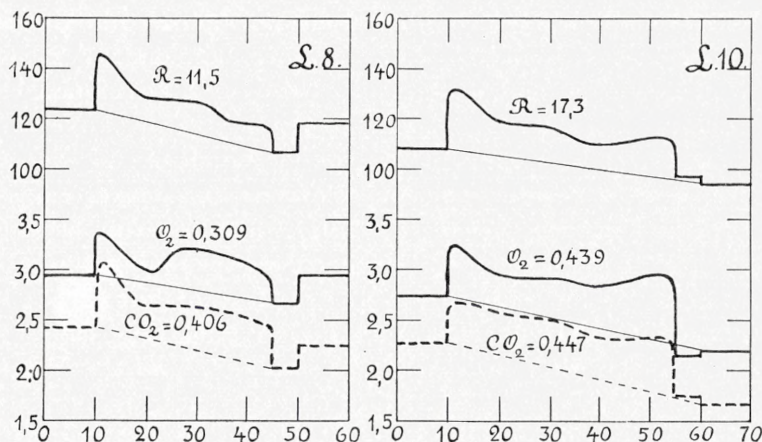


Fig. 5.

skiftet under „Morskabslæsning“, L. 11, L. 17 og L. 18. Disse maa betragtes som fuldt normale, skønt det ene af dem har givet endog ret store negative Stofskiftetilvækster under Læsningen (Tab. 1). Den nærmere Forklaring af dette besynderlige Fænomen vil lettest kunne gives ved Omtalen af beslægtede Forhold, som skal beskæftige os i det følgende Afsnit.

Stofskiftets Afhængighed af Dispositionen.

Disposition tages her, i Mangel af en anden kort Betegnelse, i noget videre Betydning end den sædvanlige. Jeg tænker derved ikke saa meget paa den større eller mindre Oplagthed til Arbejde, hvis Aarsag Individet jævnlig selv ikke er istand til at angive, som paa alle de indre Momenter, der kan fremkalde en Ændring i Fp.s Koncentration paa Arbejdet. Utilpashed, Søvnighed, Optagethed af andre Tanker, Ærgerrighed efter at naa det bedst mulige Resultat osv. er forskellige Momenter, som kan bringe Fp. til „at tage sig sammen“ for at udføre det forlangte Arbejde paa bedste Maade. I den modsatte Retning virker en vis Følelse af Overlegenhed, som kan melde sig, naar Fp. bliver stillet overfor en Opgave, han anser for meget let og fuldstændig behersker. Denne Emotion behøver dog ikke i mindste Maade at have til Følge, at Fp. tager sig Arbejdet for let og præsterer mindre, end han er istand til. Differensen kan i hvert Fald være ganske ubetydelig, men den fuldstændige Overlegenhed over og Fortrolighed med Arbejdet synes at være Betingelsen for, at dette skal blive udført paa den mest økonomiske Maade. Det er alle saadanne indre Momenter, som Fp. maa kunne iagttage hos sig selv og gøre Rede for; de har en saa væsentlig Indflydelse paa Stofskiftet, at der overhovedet ikke kan komme Mening i Forsøgene, medmindre der tages Hensyn til dem.

Som tidligere berørt, blev en stor Del af de med Fp. N. anstillede Additionsforsøg paavirkede af slige Forhold. Alle disse Forsøg, N. 3, N. 6, N. 7 og N. 11, er grafisk fremstillede i Fig. 6. Sammenlignes den med Fig. 3, der gengiver samme Fp.s Normalforsøg, ses Iltoptagelsen at være henimod dobbelt saa stor, medens Kulsyreudskillelsen er yderst uregelmæssig, snart meget stor, snart relativ ringe. Ved alle disse Forsøg har Fp. selv angivet, at Arbejdet blev paavirket af forskellige uvedkommende Momenter. Ved N. 3, som var denne Fp.s første Additionsforsøg, gjorde sig gældende en vis Ængstelse for ikke at kunne præstere ligesaa meget som de andre, mere øvede Fp. I Forsøget N. 6 var Fp. optaget af Ideerne til et Arbejde, han havde planlagt, hvorfor han maatte tage sig stærkt sammen. Ved N. 7 var Lokaleets Temperatur for lav, saa at Fp. frøs lidt trods Uldtæppet, da han i Forvejen var noget forkølet. Særlig interessant er dog N. 11. I Slutningen af Periode III fik Fp. den Ide, at han ikke arbejdede tilstrækkelig ivrigt, hvorfor han „tog sig sammen“. Fig. 6 viser, at der netop her indtræder en ret betydelig Forøgelse saavel af Aandefanget som af Iltoptagelse og Kulsyreudskillelse. Den første fortager sig snart igen, men de to sidste vedbliver at bestaa under hele Arbejdet. Tab. 6 viser, at Iltoptagelsen i de to første Arbejdsperioder er forøget ganske som under et Normalforsøg; i de

tre sidste Arbejdsperioder er Tilvæksten derimod dobbelt saa stor, nemlig $0,91 \text{ cm}^3/\text{s}$ mod $0,46 \text{ cm}^3/\text{s}$.

Det er saaledes en ikke helt ubetydelig Forøgelse af Stofskiftet, som denne Tagen-sig-sammen har afstedkommet, og Spørgsmaalet bliver da, hvortil den store Iltmængde er forbrugt. At

den skulde medgaa til Nervesystemets forøgede Arbejde tør vel betragtes som udelukket, især da den præsterede Arbejds-mængde slet ikke vokser, men kun holder sig konstant. Det er allerede noget, thi Arbejdskurverne A saavel i Fig. 3 som i Fig. 6 viser, at Arbejds-mængden for denne Fp. regelmæssig synker henimod Slutningen; kun i N. 11 er Mængden konstant. En saadan Ubetydelighed kan dog næppe kræve en Fordobling af Iltforbruget, og da Muskelbevægelser faktisk ikke har fundet Sted, synes der kun at være én Forklaring mulig: en større Koncentration af Opmærksomheden medfører ligefrem en forhøjet Muskeltonus. Hvis vi gaar ud fra, at enhver sjælelig Anspændelse blandt andet ytrer sig ved en Spænding i bestemte Muskelgrupper, bliver Sagen forstaaelig. Ganske vist véd vi endnu meget lidt om, hvilken Indflydelse en Forøgelse af Muskeltonus har paa Stofskiftet:

„A detailed study of the effect of muscular tone upon metabolism is certainly one of the chief desiderata in the physiology of the expiratory exchange“¹⁾. Men at en Forhøjelse af Muskeltonus vil medføre et forøget Stofskifte, synes at være en

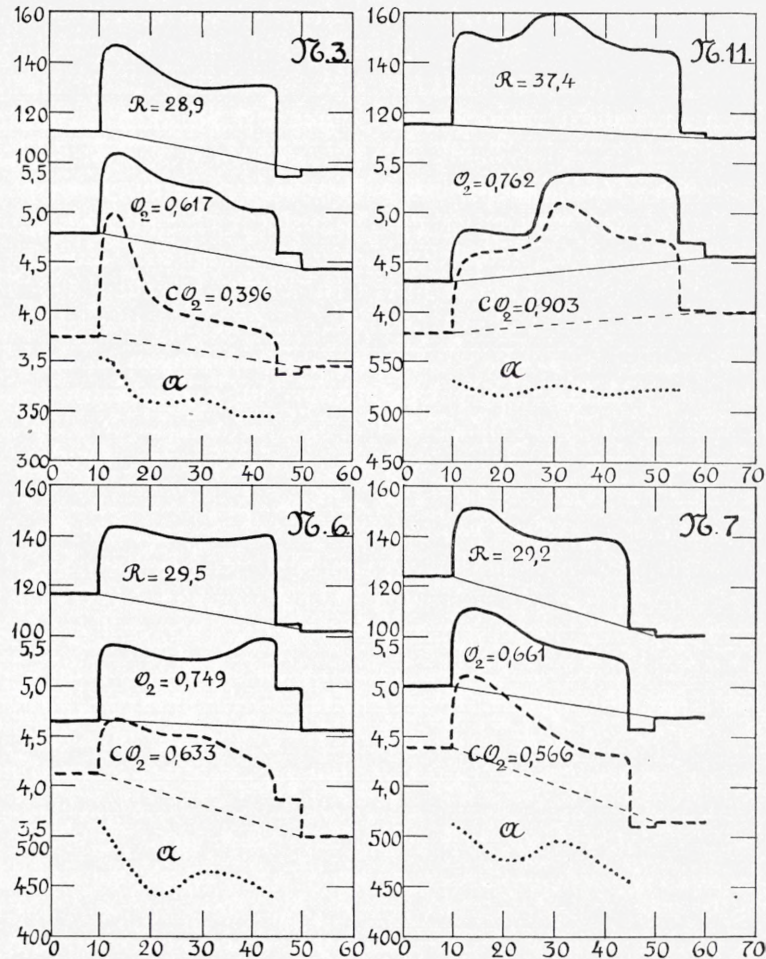


Fig. 6.

¹⁾ KROGH: The respiratory exchange of animals and man. London 1916. S. 59.

ligefrem Følge af det Faktum, at der eksisterer en statisk Muskelvirksomhed, der kun kan vedligeholdes ved Transformation af Musklernes kemiske Energi¹⁾. Hvis en Muskelgruppe holdes spændt f. Ex. for at forhindre en Vægt fra at synke mod Jorden, saa præsteres der intet ydre Arbejde, men Stofskiftet forøges, og desto mere jo større Vægten er. Tænker vi os nu Muskelspændingen modvirket, ikke ved en Vægt af bestemt Størrelse, men derimod ved en tilsvarende Spænding i de antagonistiske Muskler, saa forandres Situationen derved aldeles ikke. Der præsteres til Stadighed intet ydre Arbejde, kun er der til den oprindelige Muskelspænding kommen Antagonisternes Spænding, hvorved Stofskiftet yderligere maa forøges. Da en Forøgelse af Muskeltonus, hvorved ingen ydre Bevægelse indtræder, kun er mulig paa den Maade, at modsat virkende Muskelgruppers Spænding holder hinanden i Ligevægt, saa maa en saadan Tonusforhøjelse nødvendigvis medføre et forøget Stofskifte. Tilvæksten maa blive desto større, jo flere Muskler der træder i Virksomhed, og jo større Spændingen bliver i disse; derfor kan saa smaa Tilvækster som de, det her drejer sig om at forklare, med Lethed tilvejebringes ad den Vej. Det skal senere blive paavist (jvf. Fig. 14 og Forklaringen til denne), at et ingenlunde særlig voldsomt Muskelarbejde kan medføre en Tonusforøgelse, som efter Arbejdets Ophør vedbliver at bestaa i nogen Tid og kræver en Forøgelse af den optagne Iltmængde paa 0,5 cm³/s. Dette er adskilligt mere, end der er Tale om ved de i Fig. 6 fremstillede Forsøg.

Efter det anførte kan der næppe være nogen Tvivl om, at en Forhøjelse af Muskeltonus kan forklare de anormale Stofskiftetilvækster ved de omtalte Forsøg. Spørgsmaalet bliver saaledes blot, om der kan føres noget Bevis for Rigtigheden af den opstillede Hypotese: at en særlig stærk Koncentration af Opmærksomheden paa et aandeligt Arbejde medfører en forhøjet Muskeltonus. Inden jeg gaar over til at omtale de Forsøg, der er anstillede for om muligt at faa dette Spørgsmaal besvaret, vil det være hensigtsmæssigst at gøre Rede for en Række andre Forsøg, hvis højst besynderlige Resultater i Virkeligheden lader sig forklare ved den samme Hypotese. Det første af disse, P. 10, maatte nødvendigvis, saalænge det stod isoleret, betragtes som mislykket, skønt Maalefejl af en saa gennemgribende Natur maatte anses for udelukkede. Det er imidlertid netop slige „mislykkede“ Forsøg, der er de mest lærerige, naar man først har fundet punctum saliens. Resultaterne er fremstillede paa sædvanlig Maade i Fig. 7. Saavel Iltoptagelse som Kulsyreudskillelse faar i Begyndelsen af Arbejdet smaa Tilvækster, men aftager derefter saa stærkt, at den gennemsnitlige Stofskifteforøgelse bliver negativ. Aarsagen til denne Forandring kan næppe være tvivlsom. Det Arbejde, Fp. skulde udføre, var en Optælling af e'erne i en forelagt trykt Tekst, men paa Grund af mangelfuld Instruktion gav Fp. sig til at tælle samtlige Bogstaver, hvilket er ret anstrengende, naar man kun maa lade Øjnene glide hen over Teksten og ikke maa tage en Finger tilhjælp. Forsøgslederen op-

¹⁾ TIGERSTEDT: Die Physiologie des Stoffwechsels, i Nagels Handbuch der Phys. des Menschen, Bd. 1 S. 456. KROMAN: Laws of muscular action. Kgl. danske Videnskabernes Selskabs Biologiske Meddelelser, I, 1. Kbh. 1917, S. 11.

dagede imidlertid Fejlen og gav efter 10 Min. Forløb Fp. Instruktion om at ændre Arbejdet og kun tælle e'er. Dette følte af Fp. som en meget betydelig Lettelse, fordi Opmærksomheden ikke behøvede at være nær saa stærkt spændt. Gaar vi nu ud fra den opstillede Hypotese, at en særlig Anspændelse af Opmærksomheden medfører forhøjet Muskeltonus og dermed forøget Stofskifte, saa er det indlysende, at en Slappelse af Opmærksomheden maa have formindsket Muskeltonus og et mindre Stofskifte til Følge. Netop dette viser Forsøget P. 10, og dettes anormale Forløb er saaledes fuldt forklarligt.

Det ligger nær at formode, at de negative Tilvækster i P. 10 skyldes den Omstændighed, at Fp. gaar over fra et vanskeligt til et let Arbejde. Erfaringen lærer imidlertid, at en saadan Forandring af Arbejdets Art aldeles ikke behøver at finde Sted, for at Arbejdet skal medføre formindsket Stofskifte.

Betingelsen er blot den, at Fp. er ganske fortrolig med Arbejdet, finder det let og derfor slet ikke anspænder sig. Dette var netop Tilfældet med de to Forsøg L. 3 og L. 6 (Fig. 8), hvor Arbejdet var fortløbende Addition, som Fp. besad stor Øvelse i. Begge Forsøg viser i Begyndelsen af Arbejdet en betydelig Formindskelse af Stofskiftet, som omtrent ved Midten af Arbejdstiden igen naar op til Hvilestofskiftets Størrelse. Tilsyneladende er

det vel ganske gaadefuldt, hvorledes et Arbejde, der normalt medfører en Stofskifteforøgelse, overhovedet kan præsteres, naar Stofskiftet nedsættes. Men det mystiske forsvinder, naar Tonusforandringerne tages med i Betragtning. Ti selv om Fp. sidder godt støttet i en magelig Stol, har Kroppens Muskler dog en vis Tonus, før Arbejdet begynder. Hvis nu Musklerne uvilkaarlig slappes under Arbejdet, fordi Fp. ikke finder det nødvendigt at anstrenge sig, saa maa Stofskiftet kunne blive betydelig nedsat, selv om ogsaa Arbejdet kræver en vis Del deraf. Maalingsresultatet bliver da ligefrem Differensen mellem den positive Tilvækst, som Arbejdet medfører, og den negative, der er en Følge af Tonuslappelsen. Og er denne sidste numerisk størst, bliver hele Resultatet negativt. Konsekvensen heraf er, at den samme Tonuslappelse uden noget samtidigt Arbejde maatte have en endnu større Stofskifteformindskelse til Følge. Det var da Umagen værd at forsøge, om dette virkelig lod sig paavise eksperimentalt.

Nøjagtigt kan et saadant Forsøg naturligvis ikke blive, da vi intet Middel har til at kontrollere Tonuslappelsen. Man kan ikke gøre andet end at slappe Musklerne saa meget, som den givne Stilling tillader, og tillige tilvejebringe den samme Respirationsfrekvens som under Arbejdet, idet man lader en Metronom angive Tempoet. De to Forsøg, L. 2 og L. 4 (Fig. 8), viser Resultaterne af denne Fremgangsmaade. I L. 2, hvor Aandedrætshyppigheden var 12 pr. Min., gik alt efter Ønske; Stofskiftet er, som Figuren viser, stærkere nedsat end i Forsøgene med Arbejde, L. 3 og L. 6. Differensen mellem den i L. 2 og L. 3 optagne Iltmængde er $0,192 - 0,139 = 0,053$; denne er opført i Tab. 1 og afviger ikke altfor meget fra den direkte

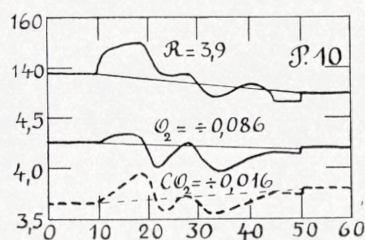


Fig. 7.

maalte positive Værdi. Men i L. 3 var Hyppigheden til Tider nede paa 10 pr. Min., og det var altsaa muligt, at Stofskiftet kunde nedsættes endnu mere, hvis Aandedræthypigheden blev bragt saa langt ned. Det blev forsøgt i L. 4, men Forsøget mislykkedes totalt, fordi Fp. faldt i Søvn efter at have vedligeholdt det meget søvndyssende Aandedræt i 15 Min. Søvnene varede kun et Par Sekunder, saa foer han op med et Ryk og anstrengte sig i Resten af Tiden for at vedligeholde det fore-

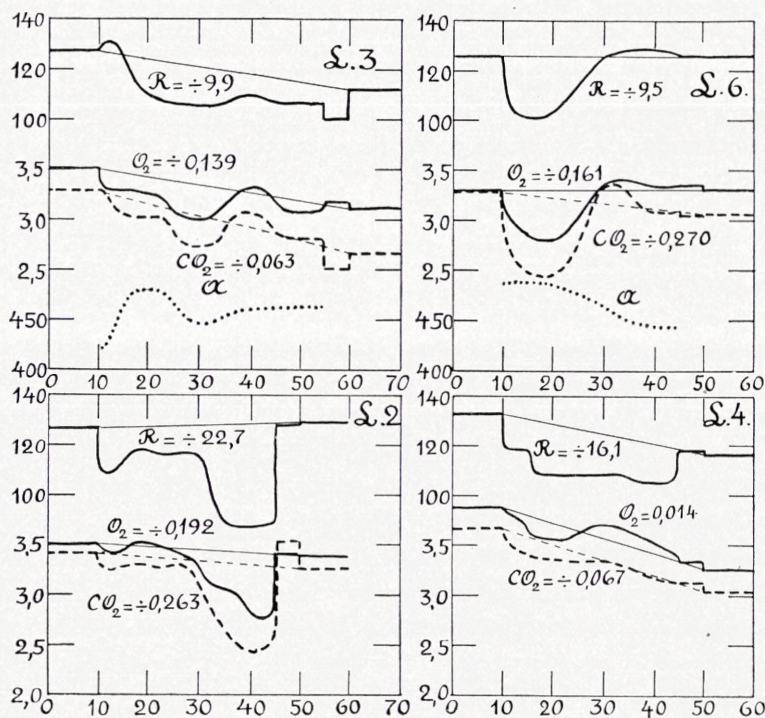


Fig. 8.

sket Stofskifte. I L. 2 aftager Stofskiftet under hele Forsøget, i L. 4 forøges det derimod pludselig, og da ingen anden Aarsag lader sig paavise end Fp.s Anstrengelse for at holde sig vaagen, saa synes denne Anspændelse altsaa virkelig at have den hypotetisk antagne Virkning. Herimod lader sig dog rejse en Indvending. Mosso har paavist, at man ved formindsket Aandedræthypighed meget godt kan vedligeholde et normalt Stofskifte i 10—25 Min., selv om Aandefanget aftager betydelig, og BOHR har beregnet, at Vedligeholdelsen af det normale Stofskifte endnu er muligt, naar Aandefanget er sunket til 56 % af den normale Størrelse¹⁾. Naturligvis er en stærk Formindskelse af Aandefanget, naar Stofskiftet skal vedligeholdes, kun mulig derved, at der optages en større Procentdel af Indaandingsluftens Ilt. Dette

skrevne Tempo uden at sove. Men denne Anstrengelse har, som enhver Opmærksomhedsanspændelse, haft en Stofskifteforøgelse til Følge, og det samlede Resultat bliver, som Figuren viser, en ganske ringe Forøgelse af Ilt-optagelsen.

Ved Forsøgene L. 2 og L. 4 synes allerede at være ført et direkte Bevis for Rigtigheden af Hypotesen om Opmærksomhedens Indflydelse paa Muskeltonus. I begge Tilfælde er der nemlig tilvejebragt en vilkaarlig og bevidst Muskelslappelse, der ytrer sig ved formind-

¹⁾ Blutgase und respiratorischer Gaswechsel, i Nagels Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. 1, Braunschweig 1909. S. 173.

har nu faktisk fundet Sted under Forsøget L. 2; i de første 20 Min. af det forandrede Aandedræt sker der saa godt som intet, men i de sidste 15 Min. stiger den optagne Iltprocent fra 2,73 i Hvile til 3,09. Det var altsaa tænkeligt, at der — trods Fp.s bevidste Slappelse af alle Muskler — slet ikke har fundet nogen Tonusforandring Sted, men at det kun drejer sig om en bedre Udnyttelse af Indaandingsluften ved formindsket Aandefang; i saa Fald beviser Forsøget aabenbart intet. Som Kontrol har jeg derfor anstillet et andet Forsøg, L. 14. Fp. sad her paa en almindelig Stol uden Støtte for Ryggen og havde til Opgave, dels at holde sig saa rank som muligt, altsaa vedligeholde Kropmuskulaturens Tonus, dels at nedsætte Aandefanget stærkt ved Formindskelse af Aandedræts hyppigheden. Ved uforandret Muskeltonus maatte en meget stærkere Udnyttelse af Indaandingsluften ventes end i L. 2, hvor Organismen paa Grund af Muskelslappelsen kunde nøjes med mindre Ilt. Der er dog ikke nogen væsentlig Forskel mellem de to Forsøgs Resultater. Iltprocenten stiger i L. 14 fra 2,43 til 2,84 altsaa med 0,41 %, medens den i L. 2 steg med 0,36 %. Desuden aftager Iltoptagelsen i L. 14 med 0,377 cm³/s, medens den i de tilsvarende 15 Min. af L. 2 aftager med 0,393 cm³/s. Der er altsaa virkelig i Forsøget med Muskelslappelse en ringere Udnyttelse af Indaandingsluften og en større Nedsættelse af Iltoptagelsen, men Differenserne er rigtignok for smaa til at have nogen Betydning. Den eneste sikre Forskel mellem de to Forsøg er den, at Fp. under Anstregelsen for at bevare Muskeltonus momentvis følte sig paa Grænsen af Bevidstløshed og tillige kom i Sved, medens der ikke var Spor af slige ubehagelige Fornemmelser ved Muskelslappelsen. Men denne subjektive Forskel kan ikke forklare, hvorfor der ingen objektiv Forskel er paa Forsøgsresultaterne.

Kontrollforsøget er altsaa slaaet fejl, og da Resultaterne i L. 2 og L. 14 er meget nær de samme, bliver Spørgsmaalet blot, hvor Fejlen er begaaet. Her synes nu ikke ret vel at kunne være Tvivl. For det første er det meget nemt, naar man halvvejs ligger i en magelig Stol, at slappe Musklerne saa meget som muligt, hvorimod man vanskelig kan indestaa for Vedligeholdelsen af en konstant Spænding. Især i de Momenter, hvor Fp. var ved at tabe Bevidstheden, kan en Muskelslappelse let være indtraadt uden hans Vidende. For det andet er der i begge Forsøgene en betydelig Formindskelse af Iltoptagelsen. Det er let forstaaeligt, hvis Muskelspændingen er aftaget, da Organismens Iltbehov derved bliver mindre, hvorimod det ikke er let at indse, hvorledes samtlige Funktioner kan foregaa uforstyrrede trods et stærkt nedsat Stofskifte. Begge de anførte Kendsgerninger tyder paa, at det maa være Forsøget L. 14, der er slaaet fejl, idet Fp. ikke har været istand til at overholde Instruksen: den uforandrede Muskeltonus. Jeg har iøvrigt gentaget Forsøget, idet Aandefanget ikke blev mere formindsket, end at Fp. stadig var ved fuld Bevidsthed og efter bedste Evne søgte at vedligeholde Muskeltonus. Ikke desto mindre blev Iltoptagelsen ringere, saa at en Slappelse af Muskeltonus synes at være en uundgaelig Følge af en vilkaarlig Formindskelse af Aandefanget. Dette strider ikke mod BØHR'S Fremstilling, thi hans Betragtninger er rent teoretiske, og han anfører intet eksperimentalt Bevis for, at et Menneske kan formindske Aandefanget og desuagtet optage

saa megen Ilt, at Stofskiftet forbliver uforandret. Hvorledes det forholder sig hermed, maa Fysiologerne afgøre; hvad der ikke er lykkedes for mig, kan maaske lykkes for andre, men for det foreliggende Problem er dette ganske irrelevant. Spørgsmaalet var her blot, om den ved samtidig vilkaarlig Muskelslappelse og Nedsættelse af Aandedrætsrytmen iagttagne Formindskelse af Stofskiftet skyldtes Tonusforandringen. Dette kan ikke ret vel omtvistes, fordi det ikke er lykkedes at vedligeholde et uforandret Stofskifte ved vilkaarlig Formindskelse af Aandefanget. Tværtimod er det ret sandsynligt, at Organismen, naar den tvinges til at nøjes med en ringere Mængde Indaandingsluft, saa vidt mulig afpasser sit Behov derefter ved en reflektorisk indtrædende Muskelslappelse. Men dette er som sagt et rent fysiologisk Problem, der ikke skal forfølges nærmere her.

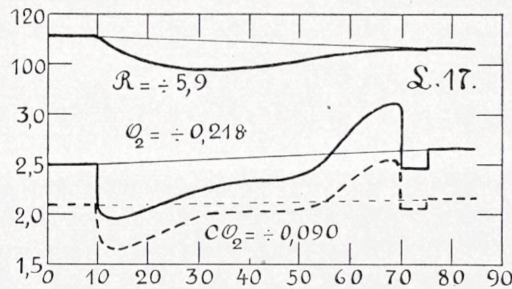


Fig. 9.

Fig. 7 og 8 viste Eksempler paa aandelige Arbejder, der medførte negative Stofskiftetilvækster, fordi Fp. kunde udføre dem med en vis Magelighed. Gælder dette om Arbejde i egentlig Forstand, maa det naturligvis ogsaa gælde om saadanne psykiske Virksomheder, der ikke i Almindelighed regnes for Arbejde, men betegnes som Morskab, Adspredelse, Hvile. At dette virkelig er Tilfældet, fremgaar af Fig. 9. Fp. læste her en af ham selv valgt Fortælling, som

han kendte saa godt, at den ikke i nogen Maade var „spændende“, men som han dog satte saa megen Pris paa, at det var ham en Fornøjelse at læse den en Gang endnu. Stofskiftet er, som Figuren viser, betydelig nedsat, og L. 17 viser ganske de samme Forandringer som L. 3 og L. 6 (Fig. 8), idet Tilvæksterne i Begyndelsen af „Arbejdet“ er negative, men i Slutningen positive eller Nul. En lignende Tendens er der ogsaa i Forsøget P. 10 (Fig. 7); det maa nemlig her erindres, at de første 10 Min. Arbejde var vanskeligt og medfører positiv Tilvækst, og først derefter kommer det lette Arbejde med Stofskifteformindskelse. Her synes altsaa i alle disse Tilfælde at gøre sig en vis Lovmæssighed gældende, hvis Aarsag skal blive Genstand for Undersøgelse i det følgende Afsnit.

Inden vi nu gaar videre, vil det være praktisk at sammenfatte Resultaterne af de i dette Afsnit omtalte Forsøg. Lader vi derved foreløbig den hypotetiske Fortolkning af disse Resultater ude af Betragtning, kan følgende fastslås:

Naar Fp. af en eller anden Grund føler sig mindre disponeret til at arbejde, saa at han maa anspænde sig stærkt for at præstere det forlangte, vil Stofskiftet derved faa en som oftest endog meget betydelig Tilvækst udover den under normale Forhold forekommende Forøgelse.

Hvis Fp. derimod af en eller anden Grund finder Arbejdet særlig let, saa at det kan udføres i Magelighed, eller den sjælelige Virksomhed overhovedet kun er at betragte som Adspre-

delse, Hvile, saa kan Stofskiftet blive saaledes nedsat, at den gennemsnitlige Tilvækst er negativ.

Den første af disse Sætninger er nærmest en ligefrem Følge af den ved Normalforsøgene fastslaaede Lovmæssighed: Stofskiftet vokser med den Anstrengelse, et Arbejde kræver. Hvis et givet Arbejde, formedelst ydre eller indre Forstyrrelser, bliver særlig vanskeligt at udføre, saa at Individet maa anstrenge sig mere, maa dermed ogsaa Stofskiftet vokse; det er Opmærksomhedsanspændelsen, ikke Arbejdets Art, der betinger Stofskifteforandringen. Den sidste Sætning derimod maa vel nok siges at indeholde noget nyt, da det næppe paa Forhaand lod sig afgøre, at en sjælelig Virksomhed kan medføre en Formindskelse af Hvilestofskiftet. Men da saavel de anormalt store positive som de negative Stofskiftetilvækster ikke kan være forarsagede ved selve Centralnervesystemets Arbejde, kræver disse en særlig Forklaring. I det foregaaende er allerede paavist, at

de fundne Afvigelser fra de normale Stofskifteforandringer under sjælelig Virksomhed lader sig forklare ved, at en Anspændelse eller Slappelse af Opmærksomheden medfører tilsvarende Forandringer i Muskernes Tonus, hvormed Stofskiftet forøges eller formindskes.

I det følgende Afsnit skal en nærmere Bevisførelse for denne Hypoteses Rigtighed forsøges.

Stofskiftets Afhængighed af Tonusforandringer.

Følgende Betragtning synes at kunne føre til et direkte Bevis for den opstillede Hypoteses Rigtighed. Stofskiftet kan ifølge Sagens Natur for enhver given Fp. ikke komme ned under et vist Minimum. Hvis Fp. nu ved fuldstændig Slappelse af Musklerne og den størst mulige legemlige og sjælelige Ro søger at nærme sig dette Minimum saa meget som muligt og derefter begynder Arbejdet, saa maa dette nødvendigvis medføre en Forøgelse af Stofskiftet. Formindskes kan det nemlig ikke, saafremt Minimum virkelig er naaet. Uforandret kan det ifølge Hypotesen heller ikke blive. Thi ved størst mulig sjælelig Ro maa enhver selv nok saa let sjælelig Virksomhed have nogen Anspændelse af Opmærksomheden til Følge. Saafremt Hypotesen altsaa er rigtig, d. v. s. saafremt enhver Opmærksomhedsanspændelse medfører en Tonusforøgelse, maa under de givne Betingelser et hvilket som helst Arbejde medføre positive Stofskiftetilvækster. Paa denne Maade maa man kunne faa et nogenlunde paalideligt Maal ogsaa for de Arbejder, der som oftest medfører negative Tilvækster, men ganske vist kun under den Forudsætning, at Opmærksomheden ikke anspændes stærkere end netop nødvendigt for Arbejdets Udførelse. Hvis Fp. derimod, paa Grund af den vilkaarlig tilvejebragte Slappelsestilstand, maa tage sig stærkt sammen for at faa Arbejdet udført, vil Stofskiftet, ifølge vore tidligere Erfaringer, aabenbart kunne forøges langt ud over, hvad Arbejdet egentlig kræver. Forsøgene viser, at det sidste faktisk indtræder, saa at den i Hviletilstanden foreliggende Muskeltonus faar en meget væsentlig Indflydelse paa Stofskiftet under Arbejdet.

Til Undersøgelse af Sagen er der anstillet to Forsøg, L. 9 og P. 15. Ved Forsøget L. 9 blev Aandedrætsrytmen nedsat til 12 pr. Min. efter Metronom, medens Fp. samtidig slappede alle Muskler det mest mulige, og først da Aandefanget paa

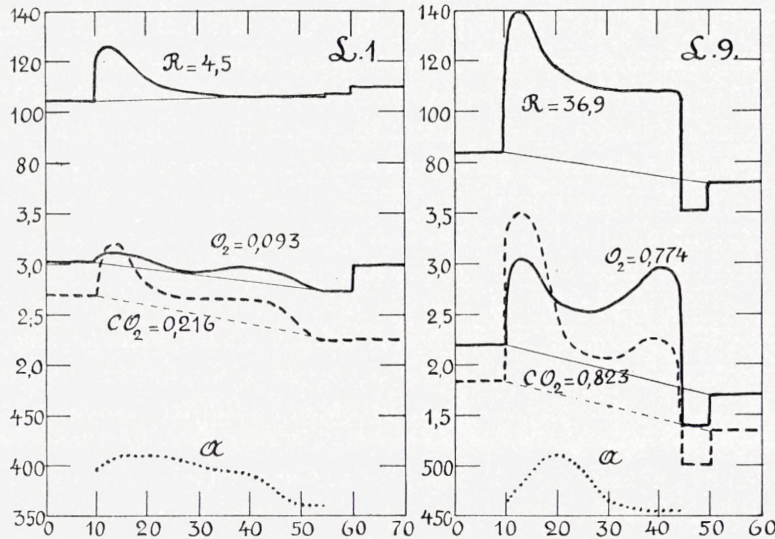


Fig. 10.

denne Maade var bragt ned til omtrent $\frac{2}{3}$ af det normale, begynde Registreringen. Denne Indledning gaar altsaa forud for den i Fig. 10 fremstillede Hviletilstand. Arbejdet var fortløbende Addition, og Figuren viser, at det medfører en mægtig Forøgelse af Stofskiftet. Til Sammenligning er i Fig. 10 ogsaa gengivet Forsøget L. 1, der vel nærmest er et Normalforsøg. Ved Arbejdets Ophør i L. 9 synker Stof-

skiftet ned under Hvileværdien før Arbejdet, hvilket aabenbart godtgør, at Fp.s Bestræbelser for at sætte det ned til Minimum allerede før Arbejdet ikke er lykkedes.

Forsøget P. 15 afviger kun i to Henseender fra L. 9. For det første benyttede Fp. ikke nogen Metronom til Regulering af Aandedrættet, men nedsatte Hyppigheden efterhaanden som Muskelslappelsen indtraadte. Dernæst var Arbejdet det for denne Fp. særlig vanskelige: Udenadlæren af 16-Stavelsers Ramser. Resultatet er gengivet i Fig. 11, hvor dog ikke Aandefang, men kun Iltoptagelse og Kulsyreudskillelse er fremstillet. Til Sammenligning er her medtaget de samme to Størrelser fra Forsøget P. 9, der var anstillet et halvt Aar tidligere ligeledes med Udenadlæren af 16-Stavelsers Ramser. Figuren viser, at Stofskiftet i P. 15 ikke er stort mere end Halvdelen af det i P. 9 i Hvileperioden før Arbejdet; Tilvæksten under Arbejdet er noget større i P. 15 end i P. 9, men Differensen er ikke tilnærmelsesvis saa stor som mellem L. 1 og L. 9. Fremdeles ses, at i P. 15 er Stofskiftet efter Arbejdet noget lavere end før Arbejdet; det er altsaa heller ikke her, ligesaa lidt som i L. 9, lykkedes Fp. vilkaarligt at bringe det ned til Minimum. Endelig er der i P. 15 ved H en yderligere Forøgelse af Stofskiftet. Den kom istand

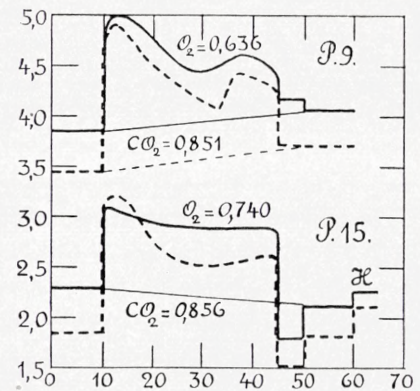


Fig. 11.

derved, at Forsøgslederen opfordrede Fp. til at forestille sig, at han paa et givet Signal skulde løbe Hurtigløb. Disse Forestillinger havde til Følge, at Aandedræts-hyppigheden hurtig gik op fra 12 til 15 pr. Min., og dermed voksede ogsaa Stofskiftet. Fp. angav at mærke en tydelig Forøgelse af Spændingen i Hændernes og Armenes Muskler.

Sammenholdes disse Forsøg med de tidligere, der førte til negative Stofskifte-tilvækster, synes Resultatet at maatte blive:

En Anspændelse af Opmærksomheden medfører forhøjet Muskeltonus og dermed en Forøgelse af Stofskiftet, medens en Slappelse af Opmærksomheden har den modsatte Virkning.

Opmærksomhedens Indflydelse paa Muskeltonus har vi ifølge Sagens Natur kun kunnet paavise i extreme Tilfælde. Kun fordi Opmærksomhedsanspændelsen og dermed Stofskiftet under særlige Omstændigheder overskred eller sank ned under en vis Norm, blev Antagelsen af Tonusforandringer nødvendige for disse Tilfælde. Hvilken Rolle Forandringer i Muskeltonus spiller i alle de Forsøg, hvorved selve Normen fastslaaes, lader sig selvfølgelig ikke afgøre. Men at de er medvirkende, kan overhovedet ikke betvivles, thi ellers maatte der aabenbart for hver enkelt Art af Arbejde existere en Slags psykofysiologisk Nulpunkt, hvor Opmærksomheden ingen motorisk Virkning havde, medens den gav sig et positivt eller negativt motorisk Udslag, saasomt den kom over eller under Nulpunktet. Noget saadant er vel ikke utænkeligt men yderst usandsynligt, da ingen foreliggende Erfaringer peger i den Retning. Det naturligste er da at antage, at Opmærksomheden i alle Tilfælde medfører Tonusforandringer, og det maatte derfor blive Opgaven at paavise dem. Det hertil anvendte Apparat er ovenfor (S. 8) beskrevet; det blev kun benyttet ved to Forsøg, L. 8 og L. 11, da Resultaterne herfra var aldeles afgørende.

L. 8 er det tidligere (Fig. 5, S. 25) omtalte Forsøg med Multiplikation af to trecifrede Tal, hvor Fp. lærte Opgaven udenad. Det ses let, at et saadant Arbejde maa blive desto mere anstrengende, jo længere man naar henimod Resultatet af den enkelte Opgave, fordi Antallet af Cifre, der skal huskes, stadig vokser. Fra Begyndelsen har man kun de 6 givne Tal at huske, men efterhaanden som Regningen skrider frem, skal desuden de vundne Resultater huskes samtidig med, at man fastholder Mellemløbet. Opmærksomhedsanspændelsen vokser saaledes jævnt fra Begyndelsen til Slutningen, og synker derpaa til Nul umiddelbart før en ny Opgave tages under Behandling. I Fig. 12 er gengivet et Stykke af de under Forsøget paa Kymograftromlen optegnede Kurver. Forklaringen paa disse er givet ved Fig. 2; her interesserer os kun Spændingskurverne S. Af disse findes to Stykker, den nederste taget under Arbejdet, den øverste i Hvileperioden efter Arbejdet. Den førstnævnte viser tilvenstre et Maksimum med en Del uregelmæssige Svingninger; disse fremkom, da Fp. noterede Resultatet af den foregaaende Udregning. Man ser altsaa heraf, at endog smaa Skrivebevægelser med højre Haand medfører paaviselige Tonusforandringer i venstre Haand, i hvilken Registrerapparatet var anbragt. I samme Moment, hvor Fp. tager fat paa en ny Opgave, begynder Spændingskurven

at stige, altsaa Fingrenes Muskeltonus at vokse, og dette sker saa jævnt og regelmæssigt, at det er ganske udelukket, at det kan skyldes en vilkaarlig Bevægelse; denne vilde straks røbe sig ved ganske uregelmæssige Svingninger. Desuden havde Fp. mere end nok at gøre med at løse Regneopgaven, saa at han umulig kunde have nogen Opmærksomhed tilovers for Haandens Bevægelser. Som det var at vente, naar Kurven et nyt Maximum ved Opgavens Slutning, hvor der optræder lignende Uregelmæssigheder, hidrørende fra Skrivebevægelser, som før dens Begyn-

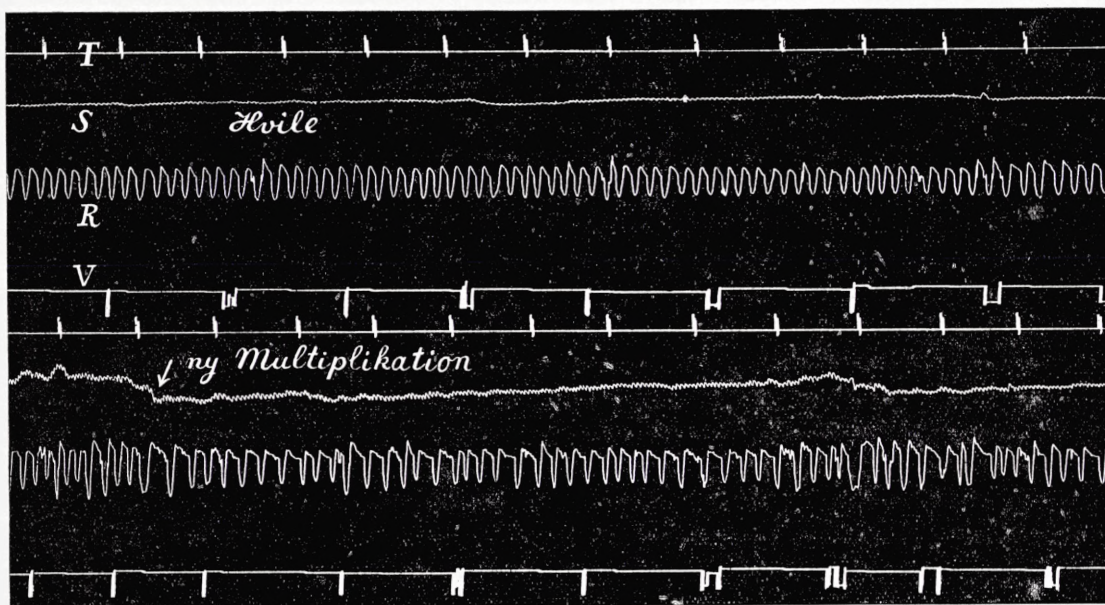


Fig. 12.

delse. Derefter falder Kurven brat for atter at stige ved den næste Opgave. Under Lupe kan man, i hvert Fald i Originalkurven, tydelig se, at Pulsfrekvensen er større ved Slutningen end ved Begyndelsen af en Opgave. Dette stemmer med DODGE'S Iagttagelse, at Pulsfrekvensen er et ret sikkert Maal for Opmærksomhedsanspændelsen¹⁾.

Det fremgaar altsaa af det anførte, at Koncentrationen paa en sjælelig Virksomhed medfører ikke blot de bekendte, synlige Forandringer i Ansigtets Muskulatur, men tillige Forandringer i Hændernes — og rimeligvis ogsaa Armenes — Muskeltonus, der vokser med Anspændelsens Styrke. Dette Resultat er i flere Henseender af teoretisk Interesse, hvilket nærmere skal blive paavist i Slutningskapitlet. Der er dog et Punkt, som vi straks maa gaa ind paa, da det er af Betydning for de følgende Undersøgelser.

¹⁾ Mental work. A study in Psychodynamics. The psychological review, Vol. 20, 1913, S. 34 o. f.

Der er hidtil næppe givet noget fyldestgørende Svar paa det Spørgsmaal, hvorfra Fornemmelsen af større eller mindre Anstrengelse ved sjælelig Virksomhed egentlig hidrører. Man gaar, vistnok med Rette, altid ud fra, at en direkte eller umiddelbar Fornemmelse af selve Centralorganets Funktioneren er udelukket, og følgelig maa Fornemmelsen af Anstrengelse være af perifer Oprindelse. I visse extreme Tilfælde har man ganske vist Fornemmelser af mimiske Bevægelser: Brynene rynkes, Tænderne bides sammen osv., men disse bestemt lokaliserede Fornemmelser kan ikke ret vel — især da de langt fra altid forekommer — forklare den ganske difuse Fornemmelse af Anstrengelse, hvorefter vi med saa stor Sikkerhed bedømmer de forskellige Arbejders Vanskelighed. For denne Fornemmelse har vi nu det fornødne perifere Grundlag i de paaviste Spændingstilstande i Hovedets, Hændernes, Armenes og muligvis andre Legemsdeles Muskler.

Herimod lader sig rigtignok rejse den Indvending, at Forandringer i Muskeltonus ingenlunde altid som psykisk Resultat giver en Fornemmelse af Anstrengelse. Naar man „i Spænding“ venter noget, hvad enten dette er en virkelig eller blot en fiktiv Tildragelse som f. Ex. ved Læsningen af en „spændende“ Roman, er der sandsynligvis Muskelspændinger medvirkende, men de fornemmes blot ikke som Anstrengelse. Vort Kendskab til de rent faktiske Forhold paa dette Omraade er imidlertid saa ringe, at jeg ansaa det for heldigst at gøre Sagen til Genstand for en særlig Undersøgelse. I det Øjemed blev der anstillet to Forsøg, L. 11 og L. 18. Under det førstnævnte læste Fp. en ham ubekendt Roman, der maatte antages at virke særlig spændende, hvilket Fp. bagefter indrømmede at have været Tilfældet. Ved dette Forsøg blev der paa den tidligere beskrevne Maade optaget en Kurve over Haandens Tonusforandringer; et Stykke af denne er gengivet i Fig. 2. Da Fp. havde læst 55 Sider i de 35 Min., Forsøget varede, var det let ved Hjælp af Kymograf-tromlens Tidsmærker at fastslaa, hvilket Stykke af Kurverne der svarede til hver enkelt Side i Bogen. Det fremgik deraf, at Kurvernes Stigninger og Maximumspunkter netop svarede til de mest spændende Steder i Fortællingen, medens et nyt Kapitel, der afbrød Fremstillingens Gang og derfor i Begyndelsen virkede meget mat, faldt sammen med en udpræget Sænkning i Spændingskurven. Disse Partier er gengivne i Fig. 2, hvorved Muskelspændingers Tilstedeværelse i Tilstande af „Spænding“ eller „Forventning“ vistnok maa siges at være hævet over enhver Tvivl. Stofskifteforholdene, som er fremstillede i Fig. 13, er ikke mindre interessante. For det første er alle Kurverne ualmindelig regelmæssige og viser i alle Perioder af „Arbejdet“ meget nær konstante Tilvækster. For det andet er baade Iltoptagelse og Kulsyreudskillelse forbavsende stor, nemlig meget nær den samme som ved Multiplikation af 2 3-cifrede Tal med Betragtning af Opgaven. Men medens den Art Regneopgaver er ret anstrengende Arbejde, er Romanlæsningen afgjort Adspredelse. Derfor kan Centralorganets Virksomhed i dette sidste Tilfælde heller ikke antages at have nogen større Andel i Stofskiftetilvæksten, som i alt væsentligt maa hidrøre fra Muskelspændinger. Derimod vil man vel nok være tilbøjelig til at anslaa Centralorganets Andel i Stofskiftetilvæksten noget højere, hvor det drejer sig om aande-

ligt Arbejde i egentlig Forstand. Da Tilvæksterne imidlertid for denne Fp. er meget nær de samme ved de to ganske forskellige sjælelige Virksomheder, fremgaar heraf det ret paradoxale Forhold, at man faar en Fornemmelse af Anstrengelse netop i det Tilfælde, hvor Muskelspændingerne spiller den mindste Rolle. Modsigelsen lader sig dog uden Vanskelighed hæve ved den Antagelse, at Tonusforandringerne under spændt Forventning udbreder sig til mange Muskler, men kun faar ringe Intensitet, medens de ved egentligt Arbejde utvivlsomt lokaliseres fortrinsvis i Ansigtets Muskler, hvor de naar en ikke ringe Styrke.

Ved det andet Forsøg, L. 18, læste Fp. den samme Bog som i L. 11. Nogen Spændingskurve blev ikke optaget, thi da Bogen nu var ham fuldstændig bekendt,

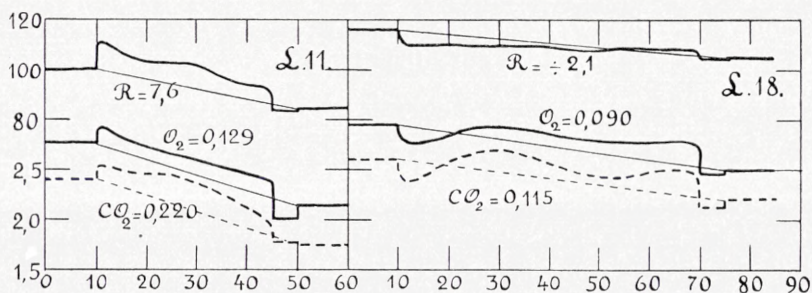


Fig. 13.

maatte „Spænding“ anses for udelukket. Stofskifteforholdene tyder ogsaa tildels herpaa, idet Tilvæksterne til at begynde med er negative, men de gaar rigtignok hurtig over til at blive positive, saa at de gennemsnitlig naar en ikke ringe positiv Værdi (Fig. 13). Sammenlignes L. 18 med L. 17 (Fig. 9), hvor ligeledes en bekendt men ikke spændende Fortælling blev læst, saa ses Kurverne i den Henseende at stemme overens, at Stofskiftetilvæksterne gaar fra negative til stadig voksende positive Værdier, og netop dette har vi fundet at være karakteristisk for en sjælelig Virksomhed, der indledes med en Slappelse af Opmærksomheden. Forskellen mellem L. 18 og L. 17 beror da rimeligvis derpaa, at selve Forestillingsindholdet, skønt det var kendt, dog ifølge sin Beskaffenhed har medført nogen Spænding i L. 18, medens dette var udelukket ved L. 17, hvor Fortællingen var af mere idyllisk Art. Men i L. 18 har Spændingen dog, hvad Stofskiftetilvæksterne viser, været betydelig ringere end i L. 11, hvor Fortællingen virkede med hele Nyhedens Styrke. Tænker man sig fremdeles, at Fp. havde været Øjenvidne til de rystende Tildragelser, som han her blot har læst om, saa vilde han ganske sikkert have oplevet en Spænding af langt mere intens Karakter, end Læsningen kan give Anledning til. Disse Forsøg synes saaledes at give et ikke uvæsentligt Bidrag til Belysning af Forholdet mellem egentlige (autopatiske) Affekter og æstetiske Emotioner. Erfaringen lærer, at enhver Affekt kan optræde som æstetisk Emotion uden derved at miste sit ejendommelige Artspræg, idet alle de karakteristiske Affektytringer fremtræder med betydelig Styrke. Alligevel er der mellem den virkelige Oplevelse og dens æstetiske Genpart en aldeles

udpræget Forskel, som man psykologisk vel nærmest vil udtrykke saaledes, at Individet „gribes dybere og inderligere“ af den virkelige Tildragelse end af den blotte Skildring. Det fysiologiske Grundlag for denne Forskel synes vi nu at have fundet i de ledsagende Muskelspændinger, der aabenbart er af langt mere effektiv Karakter i Affekten end i den æstetiske Emotion, hvor de, hvad Stofskiftemaalingerne viser, ogsaa bliver svagere, saasnart Skildringen ikke mere har Nyhedens Interesse¹⁾.

Ved Affekter og Emotioner maa Tonusforandringerne udstrække sig til Størstedelen af Organismen, fordi det der drejer sig om Bevægelser eller i det mindste Bevægelsestendenser, der kræver Koordination af mangfoldige Muskler. Derfor vil ogsaa selv smaa Forandringer kunne medføre en betydelig Stofskiftetilvækst, uden at Muskelspændingen paa noget Punkt behøver at naa en saadan Intensitet, at den bliver Individet bevidst. Ved intellektuel Virksomhed, ved Opmærksomhedsanspændelser, har vi derimod ingen Grund til at antage Tonusforandringer andetsteds end i Hovedets Muskler, hvor de direkte kan fornemmes i mange Tilfælde, og i Hænderne og muligvis Armene, hvor de er paaviste ved de omtalte Forsøg. I disse Tilfælde vil Tonusforandringer kun kunne medføre større Stofskifteændringer, naar de naar en saadan Styrke, at de fornemmes som Anstrengelse. Tonusforandringernes psykiske Virkning saavel som deres Indflydelse paa Stofskiftet ved Opmærksomhedsanspændelse, Affekter og Emotioner synes saaledes uden Vanskelighed at kunne forklares ved Muskelspændingernes forskellige Extensitet og Intensitet i disse forskellige Tilfælde. En mere indgaaende Udredning af disse Forhold maa være fremtidige Undersøgelser forbeholdt; som foreløbigt, sandsynligt Resultat af de her omtalte Forsøg kan fastslaaes:

De Opmærksomhedsanspændelsen ledsagende Forandringer i Muskeltonus indskrænker sig under almindelige Forhold sandsynligvis til Hovedets, Armenes og Hændernes Muskler, hvor deres Styrke vokser med Koncentrationen.

Affekter og Emotioner medfører ogsaa Muskelspændinger, der kan optræde i alle Kroppens Muskler, men iøvrigt i Extensitet og Intensitet varierer med Arten af den paagældende Sindsbevægelse. Forskellen mellem en Affekt og den tilsvarende æstetiske Emotion synes især at bero paa den meget forskellige Styrke, hvormed Muskelspændingerne ytrer sig i de to Tilstande.

Tilbage staar endnu at gøre Rede for Hvilestofskiftets Variationer. Til Grund for vore Beregninger af Stofskiftetilvæksterne under Arbejdet ligger den Betragtning, at der ogsaa under Arbejdet foregaar en med Tiden proportional Variation af Organismens Stofskifte mellem de to Grænser, der er angivne ved Hvilestofskiftet før og efter Arbejdet (S. 16). Under denne Forudsætning har vi for et givet Arbejde fundet saa nær som mulig konstante Stofskiftetilvækster i de enkelte Perioder, hvilket taler for Forudsætningens Berettigelse. Men naar Organismen arbejder, er Stofskiftet dog faktisk et andet end i Hvile, saa at det ikke er umiddelbart ind-

¹⁾ I „Hauptgesetze des menschlichen Gefühlslebens“ 2. Ausg. Leipzig 1914, S. 315 har jeg allerede antydnet en saadan Forklaring som en ikke usandsynlig Hypotese, der finder Støtte i let tilgængelige Selviagttagelser.

lysende, hvorledes et jævnt varierende Hvilestofskifte kan foregaa ogsaa under Arbejdet. Sagen synes dog at være ret enkel, efter at vi nu har faaet Rede paa den store Indflydelse, som Muskeltonus har paa Stofskiftet.

Det er forlængst ved fysiologiske Forsøg fastslaaet, at Organismens forskellige Stillinger ved de dermed følgende Muskelspændinger medfører betydelige Forandringer i Stofskiftet. Dette er, naar Fp. staar oprejst, 30—40 % større, end naar han ligger ned, og i den liggende Stilling kan han yderligere nedsætte det henved 30 % ved vilkaarlig at slappe alle Muskler¹⁾. I den ved vore Forsøg anvendte Stol sidder Fp. oprejst, støttet af Puder i Ryggen, men der maa blive en meget væsentlig Forskel paa Stofskiftet, alt eftersom Kroppen holdes oprejst ved Muskulaturens Tonus eller, ved fuldstændig Muskelslappelse, alene ved de støttende Puder. En saadan Forandring i Tonus foregaaer ganske uvilkaarlig under Arbejdet; især efter længere anstrengende Arbejde mærker Fp. let, hvor meget tungere han paa Grund af Muskelslapheden hviler mod Rygstødet. Naar man i Fig. 12 ser, hvor jævnt og regelmæssigt en Tonusforandring i Haanden kan forløbe, er der ingen Grund til at betvivle, at en Slappelse af Kroppens Muskler kan skride fremad med lignende Regelmæssighed. Det faktiske Stofskifte under Arbejdet maa nu være bestemt dels ved den forøgede Virksomhed i Nervesystem og visse Muskler, dels ved Kropmuskulaturens jævnt synkende Virksomhed. Den hele Sum maa da nødvendigvis aftage, naar den ene af Addenderne formindskes. Med Undtagelse af et Par ganske enkelte Tilfælde viser alle vore grafiske Fremstillinger, at Stofskiftet under Arbejdet virkelig synker, saa der er ingen Grund til at betvivle, at vi her har at gøre med en stadig virkende Aarsag. Dermed bliver ogsaa den Metode, der er anvendt til Beregning af Stofskiftetilvæksterne under Arbejdet, fuldt berettiget. Men herved er dog endnu nogle Punkter, som kræver en nærmere Udredning.

For det første viser et Blik paa de forskellige grafiske Fremstillinger af Stofskifteforandringerne, at Hvilestofskiftets Aftagen under Arbejdet er af meget variabel Størrelse. Selv for samme Fp. vil et Arbejde af given Art i en bestemt Tid ingenlunde altid medføre samme Sænkning. Nogen Lovmæssighed i disse Forhold er vanskelig at paavise. I Almindelighed vil man vel finde, at Niveauforskellen mellem de to Hvileperioder er desto større, jo vanskeligere og langvarigere Arbejdet er, men hvis Fp. maa „tage sig sammen“ enten paa Grund af ydre eller indre Forstyrrelser, eller blot fordi Arbejdet volder særlige Vanskeligheder, kan Hvilestofskiftets Sænkning derved modvirkes. Heri er for saa vidt intet mærkeligt, thi som ovenfor paavist har en saadan Tagen-sig-sammen en forhøjet Muskeltonus til Følge, og naar derved tillige Hvilestofskiftets Sænkning modvirkes, viser dette blot, at Tonusforhøjelsen udstrækker sig til selve Kropmuskulaturen. Nogen konstant Sænkning af Hvilestofskiftet under Arbejdet kan følgelig ikke ventes. Derimod ligger det nær at antage, at Niveauforskellen mellem Hvilestofskiftet før og efter Arbejdet vil naa sin største Værdi, hvis der slet ingen Opmærksomhedsanspændelse finder Sted, altsaa

¹⁾ NAGEL: Handbuch der Physiologie, Bd. 1, Braunsch. 1909. S. 168 og 458.

med andre Ord, hvis Fp. sidder fuldstændig ubeskæftiget. BECHER og OLSEN fandt imidlertid under disse Forhold kun en Formindskelse af Kulsyreudskillelsen paa 10 %, medens den i flere af de her foreliggende Forsøg gaar op til over 30 %. Dette kunde naturligvis hidrøre fra, at Fp. ved BECHER og OLSEN's Forsøg ikke havde været helt rolig, og for at undersøge dette nærmere anstillede jeg de to Forsøg L. 19 og L. 20 (Tab. 5), som begge varede 40 Min. Begge Forsøg viser overensstemmende, at der i Løbet af 20 Min. indtræder en Sænkning saavel af Kulsyreudskillelsen som Iltoptagelsen paa henved 10 %, men derpaa vokser Stofskiftet igen til den oprindelige Størrelse for atter at aftage i de næste 10 Min. Der er altsaa slet ikke Tale om en fremadskridende Sænkning, men kun om en Bølgen op og ned af Stofskiftet. Den store Forskel paa Stofskiftets absolute Størrelse i de to Forsøg hidrører vistnok udelukkende derfra, at det ene, L. 19, blev anstillet 3 Timer, det andet, L. 20, derimod kun 1 Time efter sidste Maaltid. Ved fysiologiske Forsøg er det godtgjort, at Stofskiftet vokser ved Optagelsen af Føde, men naar denne fortrinsvis bestaar af Kulhydrater, hvilket var Tilfældet ved de her omtalte Forsøg, synker Stofskiftet allerede efter 3 Timers Forløb til sin oprindelige Værdi¹⁾.

Efter disse Forsøg, som i det væsentlige stemmer med BECHER og OLSEN's, anser jeg det for højst usandsynligt, at den blotte Hvile, uden vilkaarlig Formindskelse af Aandefang og Slappelse af Musklerne, skulde kunne frembringe nogen større Sænkning af Hvilestofskiftet. Den store Niveauforandring, som viser sig i flere af vore Forsøg, lader sig da næppe forklare paa anden Maade end som en Hæmning udøvet af Arbejdet paa de motoriske Centrer, hvorved Muskulaturens latente Innervation nedsættes. Heri er intet mærkeligt, da motoriske Hæmninger, fremkaldte ved sjælelig Virksomhed, er velkendte fra psykologiske Forsøg²⁾.

For det andet er der som sagt nogle enkelte Tilfælde, hvor Stofskiftet ikke synker under Arbejdet, men er større i Hvileperioden efter end før dette. Forsøgene N. 11, P. 9 og L. 17 viser et saadant Forhold, og i de to førstnævnte er det ogsaa let at se, hvorfor dette er indtruffet. Naar Hvilestofskiftets normale Aftagen under Arbejdet skyldes en Slappelse af Kropmuskulaturen, maa en Stigning efter al Sandsynlighed hidrøre fra, at Fp. har „strammet sig op“; netop dette har fundet Sted i de to Tilfælde. I N. 11 har vi Fp.s eget Udsagn om, at han tog sig sammen, fordi han mente, at han ikke arbejdede tilstrækkelig energisk (S. 26, Fig. 6), og i Forsøget P. 9 (S. 23 og 34, Fig. 11) voldte Arbejdet Fp. særlige Vanskeligheder. Disse Forsøg viser altsaa ligefrem, at en ualmindelig stærk Anspændelse kan influere ogsaa paa Kropmuskulaturen og overkompensere dennes normale Slappelse under Arbejdet. Det tredie Tilfælde, L. 17, hører naturligere ind under den følgende Gruppe.

For det tredie er der alle de Forsøg, hvor Stofskiftetilvæksten er negativ: P. 10, L. 3, L. 6, L. 17. Som tidligere paavist er dette Resultat altid en Følge af en Opmærksomhedsslappelse, og for saa vidt er der intet mærkeligt deri; naar Anspæn-

¹⁾ TIGERSTEDT: Die Physiologie des Stoffwechsels, i Nagels Handbuch der Physiologie Bd. 1, S. 418 o. f.

²⁾ LEHMANN: Grundzüge der Psychophysiologie, S. 498 o. f.

delse ledsages af Tonusforhøjelse og dermed forøget Stofskifte, maa Slappelse naturlig have den modsatte Virkning. Men det mærkelige er den Maade, hvorpaa Stofskiftet varierer. I alle Tilfælde med positive Tilvækster fører Beregningen til saa nær som mulig ligestore Tilvækster i de enkelte Arbejdsperioder, og det ligger da nær at vente noget tilsvarende for de negative Tilvækster. Fig. 7, 8 og 9 viser imidlertid det tidligere (S. 32) omtalte, lovmæssige Forløb, at Stofskiftet under Arbejdet begynder med negative og ender med positive Værdier; her fører vor Beregningsmetode altsaa langt fra til ligestore Tilvækster i de enkelte Perioder. Det samme gælder iøvrigt om Forsøget L. 18 (Fig. 13), hvor Resultatet vel var positivt, men begyndte med negative Værdier.

Til Forklaring af disse Ejendommeligheder har Fp. L givet følgende Oplysninger. Før Arbejdet sidder han oprejst, kun let støttet af Puderne, men saasart det lette Arbejde eller Romanlæsningen begynder, lader han sig mere mageligt synke ned i Puderne; nogen yderligere Forandring af Stilling under Forsøget er han sig ikke bevidst. Der foregaar altsaa faktisk en tildels vilkaarlig Slappelse af Kropmuskulaturen ved Arbejdets Begyndelse, og da denne naturligvis kan have meget større Indflydelse paa Stofskiftet end den forøgede Virksomhed, som Arbejdet medfører i andre Organer, bliver Tilvæksten straks negativ. Hvorfor Stofskiftet derpaa mere eller mindre hurtigt forøges, saa at Tilvæksterne bliver positive, kan man kun have Formodninger om. Det sandsynligste er vel, at Kropmuskulaturens Slaphed ikke lader sig forene med den Anspændelse, som Arbejdet kræver, saa at der lidt efter lidt indtræder en mere normal Tonus. Forsøgene L. 9 (Fig. 10) og P. 15 (Fig. 11) har direkte vist, hvorledes en vilkaarlig Slappelse af alle Muskler før Arbejdet medfører en meget betydelig Forøgelse af Stofskiftet under dette, hvilket aabenbart tyder paa, at Arbejdet medfører Tonusforhøjelse i de vilkaarlig slappede Muskler. Denne Tonusforhøjelse vil ret naturligt skride desto hurtigere frem, jo mere Anspændelse Arbejdet kræver; derfor vokser Stofskiftet langsommere i L. 17 end i alle de andre Forsøg af denne Art. I første Hvileperiode efter Arbejdet i L. 17 er Stofskiftet lidt mindre end før Arbejdet, men stiger derpaa noget, saa at det i anden Hvileperiode bliver større end før Arbejdet; det er saaledes maaske blot rent tilsyneladende at der har fundet en Stigning af Hvilestofskiftet Sted. Lignende om end ikke saa store Stigninger i Hvileperioderne efter Arbejdet ses ret jævnlig, og der kan efter alt det foreliggende næppe være Tvivl om Aarsagen: en ganske ringe Forandring i Fp.s Holdning vil være tilstrækkelig til at frembringe denne Virkning. Det kan derfor ogsaa undertiden være tvivlsomt, om første Hvileperiode ikke giver et nøjagtigere Udtryk for Stofskiftet umiddelbart efter Arbejdet; som oftest bliver Forskellen dog ganske uvæsentlig, og kun i de enkelte, ovenfor omtalte Tilfælde, hvor anden Hvileperiode ligefrem fører til Absurditeter, er den første lagt til Grund for Beregningen.

Resultatet af Betragtningerne over Hvilestofskiftet bliver i Korthed dette:

Stofskiftet i Hvileperioden efter Arbejdet er gennemgaaende lavere end i Hvileperioden før Arbejdet. En saadan Niveauforandring synes kun at indtræde under Arbejde; i fuldstændig Hvile viser Stofskiftet kun en ringe Bølgen op og ned.

Niveauforandringen beror efter al Sandsynlighed paa en gradvis indtrædende Slappelse i Kropmuskulaturens Tonus, fremkaldt ved Arbejdets d. v. s. de psykofysiologiske Processers hæmmende Indflydelse paa Muskulaturens latente Innervation.

Hvilestofs-kiftets Aftagen under Arbejdet vil modvirkes, naar ydre eller indre Forstyrrelser medfører en stærk Opmærksomhedsanspændelse, der altid har en betydelig Tonusforhøjelse til Følge. I slige Tilfælde kan Hvilestofs-kiftet efter Arbejdet være større end før dette.

Naar Arbejdet paa Grund af sin Lethed medfører en Opmærksomhedsslappelse, har denne en vilkaarlig Slappelse af Kropmuskulaturen til Følge, hvorfor Stofs-kiftetiltvæksterne i Begyndelsen bliver negative. Den stærkt nedsatte Muskeltonus synes dog uforenelig med fortsat Virksomhed, og Stofs-kiftetiltvæksterne bliver derfor før eller senere atter positive.

Da de foreliggende Forsøg saaledes fører til det Resultat, at der maa tillægges Muskelspændingerne en afgørende Indflydelse paa Stofs-kiftet under Arbejdet, bliver det ret gaadefuldt, hvorfor BECHER og OLSEN nærmest kom til det modsatte Resultat¹⁾. Ved Forsøg med vilkaarlig Tilvejebringelse af svage Muskelspændinger fandt de ganske vist nogen Forøgelse af Kulsyreudskillelsen, men den var ret ubetydelig i Sammenligning med de Kulsyremængder, der blev fundne ved de forskellige aandelige Arbejder. Disse var imidlertid gennemgaaende langt større end de, vi nu har fundet for de samme Arbejder udførte af de samme Fp. I Tab. 2 er givet en Oversigt over dette Forhold. For hver af de to Fp., L. og N., som har deltaget baade i de tidligere Forsøg (1911) og i de her foreliggende (1917) er opført de fundne Kulsyremængder i hver af de to Forsøgsgrupper; hvor der i hver af disse Grupper er anstillet flere end to Forsøg af samme Art, er kun den største og den mindste af de fundne Værdier anførte. Tabellen viser, at Forsøgene 1911 jævnlige har givet to til tre Gange saa store Kulsyremængder som Forsøgene 1917; dette gælder saaledes for Fp. N.s Udenadslæren af Ramser. Og Fp. L. har 1917 kun udskilt ca. 0,3 cm³/s CO₂ ved Multiplikation af trecifrede Tal, medens han i 1911 afgav 0,65 cm³/s ved den meget lettere Multiplikation af tocifrede Tal. I Forhold til disse store Kulsyremængder er de af BECHER og OLSEN fundne Værdier for svage Muskelspændinger maaske nok ret ubetydelige, medens de ingenlunde kan lades ude af Betragtning i Forhold til de nyere Maalingers Resultater.

De uforholdsmæssige store Kulsyremængder, som BECHER og OLSEN fandt, kan skyldes to forskellige Aarsager: dels Udluftning af Organismens Kulsyre, dels stærke Muskelspændinger. Hvad det første Moment angaar, fremhæver de nævnte Forf. selv, at der i første Arbejdsperiode utvivlsomt har fundet Kulsyreudluftning Sted, men næppe i nogen af de følgende. Dette stemmer ganske med de her foreliggende Resultater. Gennemgaaer man Hovedtabellerne, vil man finde, at Respirationskvotienten, som netop angiver Forholdet mellem udskilt Kulsyre og optagen Ilt, viser en ganske ringe Stigning i første og anden Arbejdsperiode. Her udskilles altsaa for-

¹⁾ Anf. Skrift S. 64.

Tabel 2.

		Tæling, Regning				Udenadslæren af Ramser					
		Optæ- ling af e'er	Addi- tion	Multiplikation		8 St.	12 St.	16 St.	20 St.	24 St.	32 St.
				2-cifr.	3-cifr.						
L.	1911	0,266 0,317	0,563 0,177	0,647		0,644 0,420	0,576 0,645	0,697 1,024	1,177 1,117		
	1917		0,216		0,253 0,357						
N.	1911		1,23	1,28		1,26 0,72	1,17 0,96	1,48 1,38	1,59 1,18		1,55 1,52
	1917	0,150 0,266	0,257 0,903			0,461	0,447	0,500	0,617	0,649	

holdsvis lidt mere Kulsyre end i Hviletilstanden, men det er gennemgaaende ret ubetydeligt og finder ikke engang altid Sted. End ikke i de Forsøg, N. 11 og P. 16, hvor Kulsyremængderne nærmer sig til de af BECHER og OLSEN fundne, stiger Respirationskvotienten saa stærkt, at Udluftning af Kulsyre kan have nogen større Indflydelse paa Resultatet. Som almindeligt Resultat kan man derfor sikkert fastslaa:

Kulsyretilvæksterne ved aandeligt Arbejde skyldes kun i ringe Grad en Kulsyreudluftning, om denne end kan have en væsentlig Andel i, at de fundne Kulsyreværdier er noget mere variable end de tilsvarende Iltværdier.

Til Forklaring af de store Kulsyretal ved BECHER og OLSEN's Maalinger bliver saaledes kun den Mulighed tilbage, at Fp. har været for ivrige, anspændt sig for stærkt for at naa de bedst mulige Resultater. Det er ogsaa højest sandsynligt. Man anede dengang ikke, om der kunde komme noget ud af Forsøgene, og der har følgelig hos de interesserede Fp. været en ikke ringe Spænding. Den har ganske manglet ved de her foreliggende Forsøg, der kun havde til Formaal at finde nøjagtige Tal for de paa Forhaand kendte Fænomener; derfor er vore Værdier meget lavere. Det er saaledes Skæbnens Ironi, at BECHER og OLSEN ved sine Forsøg ikke kunde paavise Muskelspændingernes Indflydelse, fordi den var altfor stor.

Stofskiftets Afhængighed af Trætheden.

Træthed er den Forandring, som selve Arbejdet medfører i et arbejdende Organ; den ytrer sig som oftest saavel fysisk ved Træthedseffekten, en Nedsættelse af Arbejdsydelsen, som psykisk ved Træthedsfølelsen. Naar Talen er om aandeligt Arbejde, maa der skelnes skarpt mellem disse tre Momenter: Træthed som selve Organets fysiologiske Forandring og dennes ydre og indre Virkning. Ved Muskelarbejde synes de tre Momenter altid at være nøje forbundne; med Trætheden følger altid en Træthedseffekt, en efter Omstændighederne større eller mindre Formindskelse af

Arbejdsydelsen og en tilsvarende Træthedsfølelse. Ved aandeligt Arbejde er Forbindelsen ikke saa fast. Det forekommer, at der finder en Nedsættelse af Arbejdsydelsen Sted, uden at Individet føler Træthed, og der kan være en stærk Følelse af Træthed, uden at Arbejdet forringes i Kvantitet eller Kvalitet. Dette paradoxale Forhold vil ikke kunne forklares, før man har faaet et nærmere Kendskab til selve Trætheden, den i Centralnervesystemet under Arbejdet indtrædende Forandring, men herom véd vi foreløbig aldeles intet. Derimod er Træthedseffekten ved aandeligt Arbejde undersøgt ret indgaaende, især af THORNDIKE og hans Elever¹⁾. Inden vi gaar over til nærmere Betragtning af disse Forhold, vil det være praktisk til Sammenligning at kaste et Blik paa Muskelarbejdet, hvor vi dog har noget Kendskab til Træthedens Natur.

Ved Muskelarbejde forbruges ofte betydelige Energimængder. Da en Muskels Nyttvirkning selv under gunstige Omstændigheder næppe overskrider 33 $\%$, maa der altsaa af Muskels kemiske Energi transformeres en Mængde ækvivalent med mindst det tredobbelte af det præsterede mekaniske Arbejde. En nogenlunde kraftig Haands Muskler kan let pr. Min. udføre et Arbejde paa 20 kg-m; selv saa smaa Muskelgrupper som de, hvorom her er Tale, maa altsaa ligge inde med et stort Lager af kemisk Energi. Dette maatte imidlertid snart blive opbrugt, hvis der ikke under den fortsatte Dissimilation tillige fandt en Assimilation Sted. Genopbygningen tager dog forholdsvis lang Tid; efter en maximal Kontraktion af Haandens og Fingrenes Muskler vil disse først efter 10 Sek. Forløb igen kunne præstere et Arbejde af samme Størrelse. Hvis der altsaa udføres maximale Kontraktioner i et hurtigere Tempo, maa Arbejdsydelsen stadig synke, indtil den har naaet en saadan Størrelse, at den forbrugte Energimængde netop kan erstattes i Tidsrummet mellem to Kontraktioner; fra dette Moment maa Arbejdsydelsen blive tilnærmelsesvis konstant. Erfaringen bekræfter fuldstændig Rigtigheden af disse teoretiske Betragtninger.

Hvad for det første Træthedseffekten angaar, er det forlængst ved ergografiske Maalinger fastslaaet, at Arbejdsydelsen formindskes desto hurtigere og stærkere, jo hurtigere Arbejdstempoet er²⁾. Før eller senere naaer den en tilnærmelsesvis konstant Værdi, som derefter kan vedligeholdes i meget lang Tid. Dette ses eksempelvis af Fig. 14, hvor Kurven A angiver det pr. Sek. udførte Arbejde, udtrykt i kg-cm, der er præsteret ved maximale Kontraktioner af Haandens og Fingrenes Muskler i Tempoet 30 pr. Min. Arbejds mængden aftager brat i de første 3 Min. og svinger derefter op og ned.

Hvad dernæst selve Trætheden angaar, viser de samtidige Stofskiftemaalinger tydelig, hvorledes det forholder sig med den. Hverken Iltoptagelse eller Kulsyreudskillelse naaer straks ved Arbejdets Begyndelse, men først efter nogle Min. Forløb, sit Maximum (Fig. 14); det samme gælder iøvrigt ogsaa Aandefanget (se Tab. 5), saa at Aandedrættet aabenbart forøges, efterhaanden som de dannede Stofskiftepro-

¹⁾ THORNDIKE: Educational psychology, Vol. 3. Mental work and fatigue. New York 1914.

²⁾ LEHMANN: Grundzüge der Psychophysiologie. Leipzig, 1912. S. 74.

dukter nødvendiggør det. At Organismen ikke straks har kunnet skaffe sig af med disse, fremgaar deraf, at Kulsyreudskillelsen paa et noget senere Tidspunkt bliver større end Iltoptagelsen. Ved denne Udluftning af den oplagrede Kulsyre vokser Muskulens Arbejdsevne noget i Overensstemmelse med den fra fysiologiske Undersøgelser bekendte Erfaring, at et Muskelpræparat kan præstere mere Arbejde, naar Stofskifteprodukterne fjernes ved Udvaskning med en Kogsaltopløsning. Efter Udluftningen svinger Iltoptagelsen med Arbejdet; naar en stærkere Anstrengelse fra Fp.s Side bringer dette til at vokse, stiger ogsaa Iltoptagelsen, for atter at synke, naar Arbejdet aftager. Saasnart Arbejdet hører op, synker saavel Iltoptagelse som

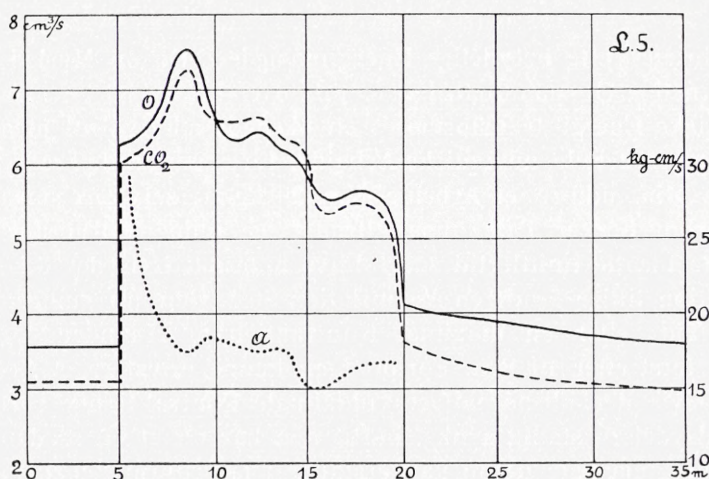


Fig. 14.

Kulsyreudskillelse brat, dog ikke til samme Niveau som i Hviletilstanden før Arbejdet; først efter ca. 15 Min. Forløb er dette naaet, da den stærke Forhøjelse af alle Musklers Tonus under Arbejdet kun langsomt fortager sig. Stofskiftemaalningen giver saaledes en klar Indsigt i Muskeltræthedens Natur. Da Musklernes ved Arbejdets Begyndelse transformerede Energi ikke straks kan erstattes, og Stofskifteprodukterne heller ikke fjernes fuldstændig,

maa Arbejdsydelsen nødvendigvis synke, indtil den ved den enkelte Kontraktion forbrugte Energi er bleven saa lille, at det livligere Blodomløb og Aandedræt netop er istand til at dække Forbruget. Fra dette Moment holder Assimilation og Dissimilation i det arbejdende System hinanden i Ligevægt, og Arbejdet vilde blive konstant, saafremt de uundgaelige, psykisk betingede Svingninger i den motoriske Innervation ikke fremkaldte tilsvarende Variationer i Arbejdet og dermed i Stofskiftet.

Hvorvidt den Træthed, der er en Følge af uafbrudt sjælelig Virksomhed af bestemt Art, beror paa det samme Forhold som Muskeltrætheden, vides endnu aldeles ikke. De Stofskifteundersøgelser, som vi i det følgende skal betragte, giver saa vidt mig bekendt det første Bidrag til Besvarelsen af dette Spørgsmaal. Men hvis „aandelig Træthed“ ligesom den legemlige skyldes Forbrug af kemisk Energi i det arbejdende Organ, maa der dog i een Henseende blive en væsentlig Forskel paa de to Fænomener. Thi de Energimængder, som det drejer sig om ved sjælelig Virksomhed, er i Sammenligning med Energiforbruget ved Muskelarbejde overordentlig smaa. Ved det i Fig. 14 fremstillede Forsøg, hvor kun en enkelt Haands Muskel

arbejdede, er Iltoptagelsen under Arbejdet 73 % større end i Hviletilstanden. Derimod er Iltoptagelsen i „Normalforsøgene“ med aandeligt Arbejde højst 15 % større end i Hviletilstanden, og af denne Iltmængde medgaar endda en vis Del til Aandedrætsmuskulernes forøgede Arbejde og de stedfindende Muskelspændinger. Centralorganets Andel bliver saaledes temmelig ringe. I de anormale Forsøg kan Iltforbruget ganske vist blive betydelig større, men Overskudet maa her, som tidligere paavist, hovedsagelig skrives paa Muskelspændingernes Regning. Størst er Iltoptagelsen i Forsøget P. 16, som skal omtales i det Følgende; her er den 43 % større under Arbejdet end i Hvile, men det kan med Sikkerhed godtgøres, at mindst de 37 % skyldes Kropmuskulaturens forhøjede Tonus. Det er saaledes kun smaa Energi-mængder, der transformeres i Nervesystemet. Hertil kommer yderligere, at Hjernebarken er rigeligere forsynet med Blodkar end noget andet Organ, hvormed Muligheden er givet for en forholdsvis hurtig Genopbygning af de dekomponerede Stoffer. Gaar vi nu ud fra, at Træthed ved Hjernevirksomhed ligesom ved Muskelarbejde beror paa, at der i Begyndelsen forbruges mere, end der kan erstattes, saa vil den deraf følgende Formindskelse af Arbejdsydelsen kun blive ringe. Thi da Forbruget kun er lille, og Erstatningen forholdsvis stor, maa det Punkt hurtig naas, hvor Assimilationen holder Ligevægt mod Dissimilationen, og Arbejdsydelsen følgelig er konstant. Kun hvis Arbejdet er meget anstrengende, ligger saa at sige paa Grænsen af, hvad Individet kan præstere, vil Arbejdsydelsen kunne aftage i længere Tid, men før eller senere maa den blive konstant.

Erfaringen bekræfter fuldstændig Rigtigheden af disse Betragtninger. Af særlig anstrengende Forsøg, fortsatte tilstrækkelig længe til at føre til konstante Arbejds-mængder, foreligger ganske vist kun et eneste, men sammenholdes det med Udfaldet af mindre anstrengende Forsøg, kan Resultatet ikke være tvivlsomt. Forsøget er udført af Miss ARAI paa Foranledning af THORNDIKE¹⁾. Hun løste i 4 paa hinanden følgende Dage daglig 68 Opgaver i Multiplikation af to fircifrede Tal, som hun lærte udenad; kun Resultaterne, men ingen Mellemløsningsregninger noteredes. Arbejdet blev fortsat uden Ophold til Indtagelse af Føde osv. og krævede omtrent 10 Timer daglig. Resultatet er angivet i Tab. 3. De 68 Opgaver er delt i 17 Grupper à 4 Opgaver, og for hver Gruppe er angivet den Tid, som Arbejdet har krævet; det anførte Antal Minuter er Middeltallet af de fire Dages Arbejde. Det ses, at Tiden, om end med talrige Svingninger, stadig vokser. Et bedre Overblik over Træthedseffekten faar man, naar man beregner, hvormange Opgaver der er løste i hver af de 10 Timer. Dette kan gøres med tilstrækkelig Nøjagtighed ved følgende Betragtning. De første 12 Opgaver har taget ialt 67,3 Min. I de sidste 7,3 Min. maa der af Gruppe 3 være løst 1,2 Opgaver, følgelig er der i første Time løst $12 - 1,2 = 10,8$ Opgaver. Gennemføres Beregningerne paa denne Maade, finder man det i Tab. 3 for hver af de 10 Timer anførte Antal Opgaver. Arbejdsydelsen ses her at synke indtil den 5. Time, hvorefter den, bortset fra en enkelt Svingning, er tilnærmelsesvis

¹⁾ Anf. Skrift S. 14 o. f.

Tab. 3.

ARAI, 1912. Multiplikation af 2 4-cifrede Tal.																	
Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Min.	20,0	23,9	23,4	24,6	26,8	29,4	34,0	29,4	30,9	40,0	42,5	44,2	41,4	36,2	36,6	46,7	47,1
Time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Antal	10,8	9,4	7,6	8,0	5,9	5,5	5,4	7,0	5,3	5,0							

konstant. Dette Forsøg stemmer altsaa ganske med de ergografiske Maalinger af Muskelarbejdet.

For lette aandelige Arbejder, Addition, Multiplikation af tocifrede Tal o. l., finder THORNDIKE enten, som det var at vente, en lille Formindskelse af Arbejds-mængden straks i Begyndelsen eller ogsaa slet ingen selv efter flere Timers uafbrudt Arbejde. En nærmere Diskussion af hans Resultater kan naturligvis ikke føre til noget, da vi ikke har andet end de nøgne Kendsgerninger' at holde os til. Kun gennem samtidige Stofskifteundersøgelser, som THORNDIKE ikke har udført, kan man faa Indblik i det arbejdende Organs Forhold, og jeg skal derfor indskrænke mig til at behandle mine egne Forsøg.

Med Fp. N. er udført syv Forsøg med fortløbende Addition. Af disse kan det ene, N. 11, ikke komme i Betragtning, da Fp., som omtalt S. 26, forholdt sig anderledes i Slutningen end i Begyndelsen af Forsøget. De øvrige seks viser for store Variationer i det udførte Antal Additioner til, at en Beregning af Middeltal for de enkelte Arbejdsperioder kan give et brugbart Resultat. Men sætter man Antallet af Additioner i første Periode for hvert Forsøg f. Eks. = 100 og beregner Antallet af Additioner i de andre Perioder i Forhold dertil, saa kan man tage Middeltallet af de saaledes fundne Forholdstal og derved faa Overblik over Træthedseffekten. Her ved er dog at bemærke, at første Periode kun varede 5 Min., hver af de andre derimod 10 Min., hvorfor disse er delt i to Perioder hver paa 5 Min., for hvilke der er opført samme Forholdstal. Paa samme Maade kan ogsaa de fundne Kulsyre- og Ilttilvækster behandles; for disse er Værdien i første Periode vilkaarlig sat = 1,00. De beregnede Forholdstal er sammenstillede i Tab. 4. Det ses, at Arbejds-mængden, Antallet af Additioner, synker straks i anden Periode og derefter er tilnærmelsesvis konstant. Kulsyretilvæksten viser en ret stærk og stadig Aftagen, medens Iltoptagelsen vokser noget i sidste Periode. Betragtes Iltoptagelsen som det paalideligste Udtryk for det arbejdende Organs Virksomhed, saa viser disse Forsøg nærmest, at Stofskiftet aftager samtidig med Arbejds-mængden og derefter bliver tilnærmelsesvis konstant ligesom denne. Det skal endnu blot bemærkes, at Fp. N., der var vant til anstrengende aandeligt Arbejde, udtrykkelig har udtalt, at der ikke var nogen Træthedsfølelse ved disse kortvarige Arbejder.

To Forsøg med ganske afvigende Resultat er anført af BECHER og OLSEN (anf. Skrift Tab. XXVIII). De blev anstillede med Fp. L.; Arbejdet var fortløbende Addition, Varigheden af hvert Forsøg 50 Min., og Fp. angav en tydelig Træthedsfølelse

Tab. 4.

Periode.....	N. 1917. Additioner, 5-Min. Perioder				L. 1912. Additioner, 10-Min. Perioder				
	I	II—III	IV—V	VI—VII	I	II	III	IV	V
Antal.....	100	92,6	94,9	90,9	100	92,5	92,1	94,2	93,5
CO ₂	1,00	0,849	0,666	0,619	1,00	0,534	0,924	1,233	1,761
O ₂	1,00	0,961	0,707	0,915					

ved Slutningen af Forsøgene. Disse er beregnede paa samme Maade som de omtalte Forsøg med Fp. N. Forholdstallene er givne i den anden Halvdel af Tab. 4, men da der ingen Iltbestemmelser foreligger, maa vi her holde os til Kulsyreverdierne. Arbejds mængden viser ganske samme Fald straks i Begyndelsen som for Fp. N., og derefter bliver den konstant, dog med en lille Stigning paa Slutningen. Kulsyreudskillelsen viser først et stærkt Fald, men derefter en jævn og meget betydelig Stigning. Ved disse Forsøg er der altsaa, i Modsætning til de foregaaende, ved Slutningen nogen Træthedsfølelse, men desuagtet snarest en Stigning i Arbejds mængden og en meget betydelig Forøgelse af Stofskiftet.

Af de her foreliggende Forsøg L. 10, L. 12 og L. 13 fremgaar det samme Resultat. I alle de nævnte Forsøg var Arbejdet Multiplikation af trecifrede Tal; i det førstnævnte blev Opgaverne lærte udenad, i de sidste havde Fp. dem stadig for Øje. Af Tab. 5 fremgaar, at der i disse Forsøg, med Undtagelse af L. 13, næppe er nogen paaviselig Formindskelse af Arbejds mængden, skønt L. 10 havde en Varighed af 45 Min., L. 12 og L. 13 endog 75 Min. Dette skyldes imidlertid efter al Sandsynlighed den mindre nøjagtige Maade, paa hvilken Arbejds mængden blev bestemt. Ved hver Periodes Slutning gav Forsøgslederen et aftalt Signal, og Fp. satte da en Streg ved de Tal i Opgaven, han netop var beskæftiget med. Deraf kan ses, om Fp. befandt sig ved Begyndelsen eller i Slutningen af Opgaven, men en Fejl paa henved $\frac{1}{2}$ Opgave indløber let ved denne Beregning, og naar en saadan Fejl forekommer saavel ved Periodens Begyndelse som ved dens Slutning, kan den mulige Variation i Arbejds mængden meget vel falde under Fejlgrænsen. Kun i Forsøget L. 13 er Differenserne saa store, at en Formindskelse af Arbejds mængden ved Midten og en Stigning ved Forsøgets Slutning er utvivlsom. Træthedsfølelsen var derimod stærk ved Slutningen af alle tre Forsøg, og her viser Stofskiftet ogsaa en meget betydelig Stigning.

I Forsøget L. 10 (Fig. 5) var Iltoptagelsen i de første 35 Min. gennemsnitlig $0,384 \text{ cm}^3/\text{s}$, i de sidste 10 Min. derimod $0,63 \text{ cm}^3/\text{s}$, altsaa 66 % større. For nu at prøve, hvorledes Forholdet vilde stille sig ved Arbejde af længere Varighed, udførte jeg de to Forsøg L. 12 og L. 13, hvis Resultater er fremstillede i Fig. 15. Arbejdet var her ligeledes Multiplikation af trecifrede Tal, men Fp. havde stadig Opgaven for Øje. I L. 12 forløber Stofskiftet overordentlig regelmæssigt, men viser en betydelig Stigning til Slutningen, hvor Trætheden var kendelig. Gennemsnitlig var Ilttilvæksten i de første 60 Min. $0,140 \text{ cm}^3/\text{s}$, i de sidste 15 Min. $0,29 \text{ cm}^3/\text{s}$, altsaa er her

en Stigning paa 107 %. Ved Forsøget L. 13 sad Fp. paa en almindelig Stol, ret op og ned, og ikke i den sædvanlige magelige Forsøgsstol. Hensigten hermed var at prøve, hvorledes Stofskiftet vilde stille sig, naar det anstrengende aandelige Arbejde skulde udføres under saadanne ydre Betingelser, som i Almindelighed er givne i et Kontor e. l., hvor man ikke efter Forgodtbefindende kan gøre sig det bekvemt. Kurverne

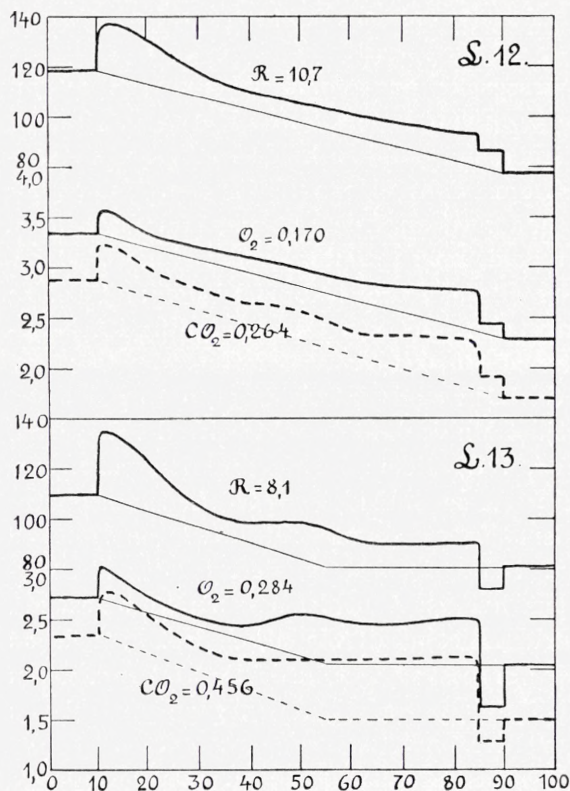


Fig. 15.

(Fig. 15) viser et ejendommeligt Forløb, idet de først synker brat og derefter bliver omtrent vandrette. Betydningen heraf synes ikke at kunne være tvivlsom. Vi saa ovenfor (S. 40), at den almindelige Aftagen af Stofskiftet under Arbejdet især hidrører fra Slappelse af Kropmuskulaturens Tonus. L. 12 (Fig. 15) viser, at denne Slappelse kan blive meget stor, naar Legemet er godt støttet i en magelig Stol. Mangler en saadan Understøtning derimod, som Tilfældet var i L. 13, saa kan Legemets Sammensynken kun skride frem til et vist Punkt; Hovedet og Kroppen maa i det mindste holdes oprejste. Dette sker naturligvis uvilkaarligt — Fp. har andet at tænke paa — men Hvilestofskiftet maa altsaa fra dette Øjeblik blive konstant. Derfor er Stofskiftetilvæksterne her beregnede paa den Maade, at Hvilestofskiftet er tænkt aftagende i de første 45 Min. under Arbejdet og derefter konstant. Herved er Principet om saa vidt mulig ligestore Stofskiftetilvækster for konstant Arbejde sket Fyldest, men desuagtet viser Stofskiftet, som det umiddelbart ses af Figuren, en betydelig Stigning paa Slutningen. Iltoptagelsen er i de første 45 Min. gennemsnitlig $0,193 \text{ cm}^3/\text{s}$, i de sidste 30 Min. derimod $0,42 \text{ cm}^3/\text{s}$, hvilket giver en Stigning paa 121 %.

Som Garanti for, at det her paaviste Forhold ikke er en ren individuel Ejendommelighed, blev der anstillet et Par tilsvarende Forsøg, P. 16 og P. 17, med Fp. P. Det sidstnævnte var i alle Henseender ordnet som L. 12; Fp. sad i den sædvanlige Forsøgsstol, og Arbejdet var Multiplikation af trecifrede Tal med Opgaven for Øje. Den Art Regnearbejde havde Fp. P. aldrig givet sig af med; han havde kun haft ialt henvend en Times Øvelse deri for dog at være klar over, hvorledes han vilde løse Opgaverne. Arbejdet blev valgt netop paa Grund af Fp.s Mangel paa Øvelse, da man under disse Omstændigheder kunde gøre Regning paa at faa tydeligere Ud-

slag af Træthed. Af Hensyn hertil blev ogsaa en nøjagtigere Metode til Maaling af Arbejdsmængden end den ovenfor omtalte anvendt, idet den Tid maalt, som medgik til Løsning af ethvert Sæt paa 4 Opgaver. Heraf kan saa let beregnes, hvor mange Opgaver Fp. har løst i enhver af de 5 Arbejdsperioder à 15 Min. Disse Tal er opførte i Tab. 7; iøvrigt er Resultaterne fremstillede i Fig. 16. Arbejdskurven A

viser et mærkværdig regelmæssigt Fald; kun i den sidste Periode, hvor Fp. tog sig sammen, er en ringe Stigning. Stofskiftets Forløb viser ikke ringe Lighed med L. 13, dog er Forøgelsen i Slutningen langt betydeligere. Hvorledes Stofskiftetilvæksterne under Arbejdet egentlig skal beregnes i dette Tilfælde, er ikke let at afgøre; kun saa meget synes klart, at Hvilestofskiftet synker brat ligesom i L. 13 og derefter holder sig konstant. Ud fra Principet om saa vidt muligt konstante Tilvækster, maa disses Størrelse beregnes fra de i Figuren indtegnede rette Linier som Niveau-linier. Naar dette gøres, finder man Ilt-optagelsen i de første 60 Min. $0,258 \text{ cm}^3/\text{s}$, i de sidste 15 Min. $0,66 \text{ cm}^3/\text{s}$, hvilket giver en Tilvækst paa 160 %. Det kan naturligvis være Tvivl underkastet, om denne Beregningsmaade er den rigtige, og jeg har derfor heller ikke opført disse Tal i Tab. 1. Men hvilken Beregningsmaade man end vil foretrække, kan dog det Faktum, som ses umiddelbart af Figuren, vanskelig tilsløres: at Fp.s Anstrengelse for at forøge Arbejdsmængden ved Forsøgets Slutning medfører en ganske overvældende Forøgelse af Stofskiftet. Netop dette drejede det sig om at faa Rede paa.

Forsøget P. 16 har ført til et ganske andet Resultat. Arbejdet var her fortløbende Addition; Fp. sad paa en almindelig Stol med Regneheftet foran sig paa et lille Bord. Arbejdsmængden blev maalt for hver 5 Min.; Kurven A er ret uregelmæssig, synker noget i 3. og 4. Periode, men stiger tilsidst til Begyndelsespræstationens Højde. Nogen Træthedseffekt er saaledes næppe paaviselig, hvilket hos den meget øvede Fp. heller ikke var at vente. Stofskiftet vokser ud over alle rimelige Grænser; medens Fp. ellers for den Art Arbejde gennemsnitlig har en Tilvækst paa

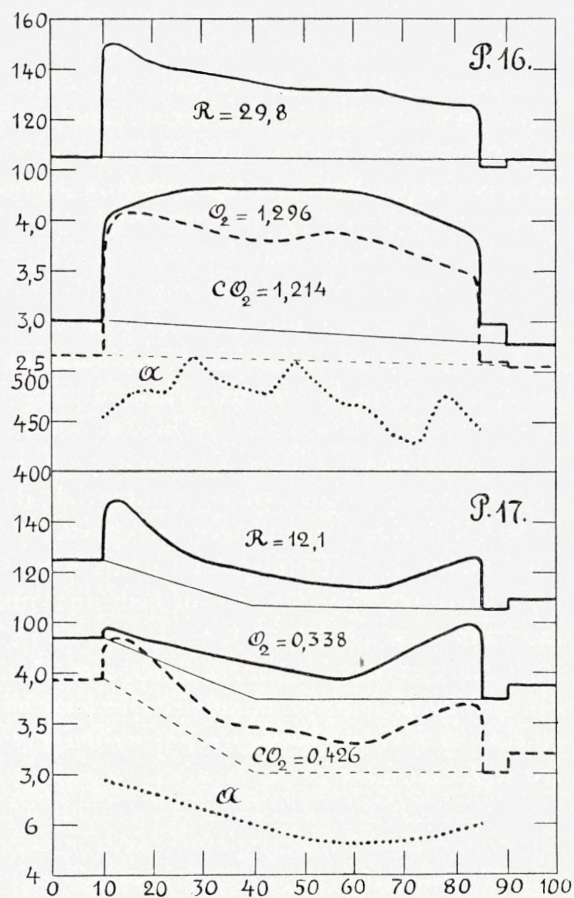


Fig. 16.

0,253 cm³/s (Tab. 1), er den her 1,296 cm³/s, altsaa 5 Gange saa stor. Til Forklaring af denne Abnormitet tjener, at Fp. før og efter Arbejdet sad let sammensunken, men rettede sig op og sad strunk og stiv under hele Arbejdet; efter Forsøgets Slutning klagede han over Træthed i Ryggen. Der har altsaa været en betydelig Spænding i hele Kropmuskulaturen, og nogen Overensstemmelse mellem Arbejdskurvens og Stofskiftets Forløb kan naturligvis ikke ventes under disse Forhold. Forsøget har ikke desto mindre en betydelig Interesse, især naar det sammenlignes med P. 17. I det ene Tilfælde ser vi nemlig, hvorledes et vanskeligt og uvant Arbejde kun medfører en ringe Stofskifteforøgelse, medens i det andet Tilfælde et let og tilvant Arbejde forøger Stofskiftet mange Gange stærkere. Denne Forskel er ganske uafhængig af selve det udførte Arbejde og kun bestemt ved Individets „Holdning“, som nærmest er en Følge af de ydre Forhold, den mere eller mindre magelige Stilling. Heraf kan for det første drages den Slutning, at det er uøkonomisk at udføre aandeligt Arbejde i en for ubekvem Stilling, da dette for Organismen som Helhed kan føre til et ganske unødvendigt Kraftspild. Og for det andet er det indlysende, at Undersøgelser over Stofskiftet ved aandeligt Arbejde kun kan give brugbare Resultater, naar man bestemmer Variationerne i Stofskiftet for en Række kortvarige Perioder, saaledes som det er bleven gennemført her. Kun derved bliver det muligt at følge Hvilestofskiftets Variationer og beregne de sandsynlige Tilvækster for Arbejdet, medens man ved en summarisk Bestemmelse af Stofskiftet, f. Ex. ved langvarige Kalorimetermaalinger, er ganske ude af Stand til at afgøre, i hvilken Grad Forandringer af Kropmuskulaturens Tonus har influeret paa Resultaterne.

Sammenfattes nu i Korthed de vundne Resultater, kan følgende Sætninger fastslaaes:

Hvis et aandeligt Arbejde er saa let eller kortvarigt, at Træthedsfølelse ikke gør sig gældende, kan der desuagtet ofte være en ringe Træthedseffekt, idet Arbejds mængden straks i Begyndelsen aftager lidt og derefter forbliver konstant; Stofskiftet viser da tilsvarende Variationer.

Hvis Arbejdet er tilstrækkelig langvarigt eller vanskeligt til at fremkalde en tydelig Træthedsfølelse, kan desuagtet Arbejds mængden forblive konstant eller endog vokse mod Slutningen, men Stofskiftetilvæksterne vokser da i langt stærkere Forhold.

En mindre bekvem Stilling under Arbejdet kan forøge Stofskiftet i saa høj Grad, at det udførte Arbejdes Indflydelse paa Stofskiftetilvæksterne slet ikke lader sig paavise.

I det følgende Afsnit skal vi nu søge at komme til Forstaaelse af de her paaviste Kendsgerninger.

Teoretiske Konsekvenser.

De foreliggende Undersøgelers oprindelige Maal er ikke naaet. Det var Hensigten at faa bestemt Centralnervesystemets Andel i de Stofskifteforandringer, der ledsager forskellige sjælelige Virksomheder. Dette Problem synes i hvert Fald foreløbig at være uløseligt. Forsøgene førte til en Paavisning af, at Muskelspændinger

i visse Tilfælde maatte have en langt overvejende Andel i de maalte Stofskiftetilvækster, og det lykkedes at paavise, at de ogsaa var medvirkende i større Udstrækning, end man hidtil havde haft Formodning om, i saadanne Tilfælde, hvor Stofskifteforøgelsen ikke direkte tydede derpaa. Men hvor meget der i saa Fald maatte skrives paa Muskelspændingernes Regning, lod sig ikke afgøre. Nogen exakt Besvarelse af Spørgsmaalet synes mig i det Hele taget ikke mulig. Ved dyrefysiologiske Undersøgelser kan man sikkert kunstigt tilvejebringe større eller mindre Tonusforøgelse i bestemte Muskler og maale den dermed følgende Stofskifteforandring. Men for at kunne bygge videre paa de saaledes vundne Resultater, maa man kunne maale Extensitet og Intensitet af de Tonusforandringer, der hos Mennesket ledsager de forskellige Opmærksomhedsanspændelser, og hertil har vi foreløbig intet Middel. Man kunde da tænke sig at gaa den Vej, at man benyttede patologiske Tilfælde, hvor Muskellammelser udelukkede Tonusforandringer, til Bestemmelse af Stofskiftet ved sjælelige Virksomheder. Men med Tonusforandringerne maatte rimeligvis ogsaa Fornemmelsen af Anstrengelse falde bort, saa at selve den sjælelige Virksomhed blev defekt og følgelig ikke vilde give Oplysninger om Forholdene hos normale Individuer. Problemet bliver saaledes ikke let at løse, og at anstille Gisninger over Størrelsen af Centralorganets Stofskifte forekommer mig nærmest at være Tidsspilde. Vi har set, at en større Anspændelse meget let bringer Stofskiftetilvæksterne op til det dobbelte af det normale Forbrug, og at denne Forøgelse i det væsentlige maa skyldes Muskelspændinger. Der er altsaa intet til Hinder for, at ogsaa den normale Stofskiftetilvækst ved en sjælelig Virksomhed for Størstedelen kunde hidrøre fra samme Aarsag. Men hvorledes det faktisk forholder sig, om Nervesystemets Andel er 95 % eller kun 5 %, har vi foreløbig intet Middel til at afgøre.

Skønt vore Undersøgelser saaledes ikke har opfyldt de Forventninger, der blev stillet til dem, er de dog ikke helt uden teoretisk Interesse. De har givet os nye Indblik i den faste Forbindelse mellem sjælelige og legemlige Processer og dermed Data, paa hvilke man kan prøve Rigtigheden af de Hypoteser, der er opstillede om dette Forhold. Jeg skal gennemgaa de væsentligste af de fundne Kendsgerninger og søge at forklare disse.

Vi har set, at der bestaar en fast Forbindelse mellem Individets Fornemmelse af Anstrengelse ved en sjælelig Virksomhed og den dermed følgende Stofskifteforandring. Dette er ganske gaadefuldt, saalænge vi ikke véd, hvorfra Anstrengelsesfornemmelsen hidrører. Men naar den, som ovenfor paavist, er en Fornemmelse af Muskelspændinger, der vokser proportionalt med Komplikationen af de forløbende centrale Processer, saa er Overensstemmelsen mellem Anstrengelse og Stofskifte let forstaaelig: de er kun to forskellige Virkninger af meget nær samme Aarsag. Stofskiftetilvæksterne er det kemiske Resultat af samtlige neuro-muskulære Processer under Arbejdet, Anstrengelsesfornemmelsen er det psykiske Resultat specielt af Processens muskulære Part; disse to Virkninger maa nødvendigvis følges ad.

Vi har fremdeles set, at Stofskiftet vokser, endog meget betydeligt, naar Individet paa Grund af en eller anden Inddisposition maa anspænde sig særlig stærkt

for at udføre et forelagt Arbejde. For at forklare dette behøver vi ikke at inklade os paa en Drøftelse af Opmærksomhedens Natur; jeg har andetsteds opstillet en Hypotese derom, som er i Stand til at forklare de hidtil foreliggende Kendsgerninger¹⁾. Vi gaar blot ud fra det Faktum, at Stofskiftet ogsaa under normale Forhold, hvor der ikke er særlige Hindringer at overvinde, vil forøges desto mere, jo mere Individet maa anspænde sig paa Grund af Arbejdets Natur. Er det saaledes uomtvisteligt, at en større eller mindre Opmærksomhedsanspændelse medfører tilsvarende Stofskifteforandringer, er der intet mærkeligt i, at Stofskiftet vokser yderligere, naar ikke blot et Arbejde skal udføres, men ogsaa en Hindring for Udførelsen skal overvindes.

Endelig giver vore Undersøgelser os en dybere Indsigt i den aandelige Trætheds Natur, end man hidtil har haft. De fundne Kendsgerninger er, som vi har set, tilsyneladende ret selvmodsigende, saa at Sagen ikke kan være ganske enkel. THORNDIKE, som kun kender den ydre Side af Fænomenet, Træthedseffekten, drøfter paa Grundlag af dette Materiale to mulige Teorier: den energetiske og den biologiske²⁾. Den energetiske Teori, som ovenfor blev lagt til Grund for Forklaringen, antager, at Træthed beror paa et Forbrug af potentiel Energi; naar den til Raadighed staaende Arbejdsevne bliver mindre og mindre, maa Træthedseffekten vise sig ved Nedsættelse af Arbejdsydelsen. THORNDIKE finder denne Teori uholdbar, fordi Arbejdskurvens Forløb er altfor uregelmæssig til at have nogen Lighed med Vandtrykket fra en Beholder, hvorfra Vandet løber ud hurtigere end det strømmer ind. Derfor maa den energetiske Teori efter hans Mening opstille en hel Del Hjælpehypoteser, hvilket altid er en stor Svaghed ved en Teori. Desuden staar Arbejds-mængdens bekendte Afhængighed af Interessen i ligefrem Modstrid med Opfattelsen af Træthed som beroende paa formindsket Arbejdsevne. Et Tilbud om en meget høj Betaling kan faa en trætt Mand til endnu i lang Tid at fortsætte Arbejdet og yde meget nær ligesaa meget Arbejde pr. Time som tidligere paa Dagen. Men ingen Interesse kan forøge Nervesystemets Lager af potentiel Energi.

Hele denne Argumentation er naturligvis yderlig overfladisk. At Arbejdskurven ikke synker saa regelmæssig som Trykket i en Vandbeholder, beror vel først og fremmest derpaa, at de genopbyggende Virksomheder, der svarer til den indadgaaende Vandstrøm i Beholderen, ikke virker kontinuert men periodisk i forskelligt Tempo. Det er Aandedræt og Blodcirkulation der muliggør Assimilationen, og disse virker tilmed i en levende Organisme, hvor en stor Mængde forskellige Processer skal holdes i Gang samtidig med det aandelige Arbejde. Ved dette S sammenspil af de forskellige Organers Virksomhed kommer der noget uregelmæssigt, tilsyneladende tilfældigt ind i det enkelte Organs Arbejde. Ganske det samme vil ogsaa ske med THORNDIKE'S Vandbeholder, hvis Tilstrømningen ikke er jævn.

Hertil kommer saa det andet Moment. Interesse kan selvfølgelig ikke skabe

¹⁾ Grundzüge der Psychophysiologie. Leipzig 1912, S. 494 og 509.

²⁾ Anf. Skrift S. 119 o. f.

Energi. Men en ny Interesse, f. Eks. Tilbudet om højere Betaling, kan meget godt gøre Energimængder, som hidtil har henligget ubrugte, anvendelige for et givet Arbejde. Intet Menneske udfører legemligt eller aandeligt Arbejde uden i Kraft af et eller andet Motiv, d. v. s. en psykofysiologisk Proces, der enten udløser en motorisk Innervation eller fremkalder andre psykofysiologiske Processer af den Art, som Arbejdet kræver. Kommer der til et forhaandenværende Motiv et nyt, kraftigt Motiv, saa vil dette forstærke det oprindelige, hvorved enten den motoriske Innervations Intensitet forøges, eller muligvis andre Centrere, som hidtil ikke har været implicerede i Arbejdet, sættes i Funktion. Herved lader de Svingninger, som findes i Arbejds-kurven saavel for legemligt som for aandeligt Arbejde, sig fuldstændig forklare. Naar man udfører et Ergogram, kan man let iagttage, hvorledes den blotte Forestilling om, at man vist godt kunde trække lidt kraftigere, medfører en Opgang, som dog sjældnen er af lang Varighed. Det samme vilde vel ogsaa kunne konstateres ved et aandeligt Arbejde, hvis man ikke netop havde andet at bestille end at iagttage sig selv. Der er imidlertid en enkelt Svingning i Arbejds-kurven, som THORNDIKE lægger særlig Vægt paa, fordi den synes at stride direkte mod den energetiske Teori, nemlig Begyndelsesstigningen; denne fortjener derfor en særlig Omtale. Faktum er, at ikke enhver Arbejds-kurve begynder med den største Værdi; undertiden vokser Arbejdet i Begyndelsen til et Maximum for først derefter at aftage. Dette tyder efter THORNDIKE's Mening ikke paa et Energiforbrug, thi i saa Fald maatte Arbejdet straks aftage, og en Forøgelse i Begyndelsen kræver derfor en speciel Hjælpehypotese til sin Forklaring.

Ogsaa denne Argumentation er falsk. Hvis et Menneske daglig er beskæftiget med et bestemt Arbejde, saa har han vænnet sig til at udføre det i et vist Tempo, som tillader ham at fortsætte i Timevis uden at blive nævneværdig træt. Hos en saadan rutineret Arbejder vil der altsaa aldeles ikke kunne paavises nogen Aftagen i Arbejds-mængden, og rimeligvis vil det ogsaa være ham ret vanskeligt efter Anmodning at slaa ind i et hurtigere Tempo; han maa i hvert Fald arbejde sig op til det. Netop dette ser man hos Fp. P., naar han adderer (Fig. 4 og 16); Arbejds-kurven begynder jævnligen med de mindste og ender med de største Værdier (P. 5 og P. 6). Derimod findes hos den mere ivrige Fp. N., der ikke var særlig rutineret i dette Arbejde, ikke i et eneste Tilfælde nogen Begyndelsesstigning; Arbejdet sætter straks ind med den største Værdi (Fig. 3 og 6). Hos Fp. L. findes begge Former (Fig. 8 og 10). Begyndelsesstigningen er saaledes aldeles ikke noget konstant Fænomen, men afhængig dels af Individets Fortrolighed med det Arbejde, der skal udføres, dels af den Iver, hvormed Opgaven gribes an. Det ses maaske bedst i Forsøget P. 17, hvor Fp. P. multiplicerede trecifrede Tal, hvad han aldrig tidligere havde givet sig af med. Her mangler altsaa et tilvant Tempo, og da Fp. er nødsaget til at anstrenge sig for at løse den for ham ret vanskelige Opgave, synker Arbejds-kurven straks fra Begyndelsen (Fig. 16).

Der er altsaa, saa vidt jeg kan se, aldeles ingen Nødvendighed for Hjælpehypoteser til Forklaring af Arbejds-kurvens Form. Hvis Arbejdstempoet fra Begyn-

delsen ikke er større, end at Forbrug og Tilførsel, Dissimilation og Assimilation holder hinanden i Ligevægt, saa opstaar ingen Træthed, og følgelig er der heller ingen Træthedseffekt. Hvis Arbejdstempoet derimod straks fra Begyndelsen gaar til Grænsen af Individets øjeblikkelige Ydeevne, kan Tilførslen ikke dække Forbruget, og det arbejdende Organ trættes; i saa Fald ses en Træthedseffekt, Formindskelse af Arbejds mængden. Hvad enten Træthed opstaar eller ej, vil Arbejds kurven altid forløbe noget uregelmæssigt, hvilket dels skyldes de fysiologiske Funktioners Periodicitet dels sjælelige Momenter, saasom Individets Temperament, Tilvanthed overfor Arbejdet og særlige Motiver, hvis Opdukken paa ethvert Tidspunkt under Arbejdet kan forandre Arbejdstempoet. Disse forskellige Forhold influerer ligesaa vel paa Muskelarbejde som paa Aandsarbejde, men for begge Virksomheder er dog i sidste Instans de til Raadighed staaende Energimængder det afgørende.

Disse disponible Energimængder og deres Forandringer under Arbejdet faar vi netop Kendskab til gennem Stofskiftebestemmelserne. At Stofskiftetilvæksterne under det aandelige Arbejde ikke svinger med den præsterede Arbejds mængde er til dels en Følge af, at vor Metode er for grov til at paavise slige Svingninger, hvis de forekommer. Da vi kun bestemmer Stofskiftet for Perioder af 10 Min. Varighed, kan hurtigere forløbende Variationer naturligvis ikke konstateres. Men iøvrigt blev det paavist ovenfor (S. 21, Fig. 4), at Iltoptagelsen i hvert Fald ofte er periodisk og ganske uafhængig af den i det givne Moment præsterede Arbejds mængde; der er følgelig næppe nogen Mulighed for at genfinde Arbejds mængdens Variationer i Stofskiftet undtagen for lange Tidsrum, hvor Træthed kan gøre sig gældende. Under disse Forhold fandt vi da ogsaa en ringe Formindskelse af Stofskiftetilvæksterne med aftagende Arbejds mængde, naar Træthedsfølelse ikke gjorde sig gældende, hvorimod der ved langvarige og mere anstrengende Arbejder altid var en Stofskifteforøgelse, hvad enten Arbejds mængden formindskedes eller holdt sig konstant. Det er aabenbart dette paradoxale Fænomen, der nærmere maa forklares.

For det første er det indlysende, at man ved voksende Træthed kun vil kunne naa at holde Arbejds mængden nogenlunde konstant, hvis man stadig bestræber sig for at yde det mest mulige. Hvis man derimod giver efter for Trætheden og ned sætter Arbejdstempoet, vil Arbejds mængden, og dermed sikkert ogsaa Stofskiftet, stadig formindskes. Vi har ganske vist ingen Maalinger, som direkte viser dette, men det er indlysende, at Stofskiftet synker til Hvileniveauet, hvis Individet helt holder op med at arbejde. En tilstrækkelig Formindskelse af Arbejds mængden maa altsaa ogsaa formindske Stofskiftet. For det andet blev det allerede ovenfor paavist, hvorledes en særlig Interesse, et nyt Motiv til Anstrengelse meget vel kan tænkes at gøre hidtil ubrugte Energilagre disponible for Arbejdet. Der er altsaa intet mærkeligt i, at Individets Bestræbelse for trods Trætheden at yde saa meget som muligt kan holde Arbejds mængden ret konstant. Hvad der skal forklares, er saaledes kun, hvorfor Stofskiftet under disse Forhold vokser saa overordentlig stærkt. En Analogi fra det rene Muskelarbejde vil maaske bedst forklare Sagen.

Lad os tænke os en Mand staaende oprejst og bærende en Vægt paa f. Ex.

10 kg i den nedhængende højre Arm. Naar han løfter denne Vægt i regelmæssig Takt f. Ex. 10 cm., vil han efterhaanden blive træt og kan tilsidst ikke løfte den saa højt. Tager han nu med venstre Haand om sit højre Haandled, vil han ved Hjælp af begge Arme endnu i nogen Tid kunne præstere den samme Mængde Arbejde. Men saasnart han maa tage venstre Haand til Hjælp, vil Stofskiftet forøges meget betydelig. Thi venstre Arm kommer til at virke under Forhold, hvor Muskernes Nyttevirkning er meget mindre end højre Arms; samme Arbejds mængde udført af venstre Arm i dens bøjede Stilling vil derfor kræve et meget større Energi-forbrug. I Analogi hermed maa vi tænke os Forholdene ved den aandelige Træthed. Idet Individet anspænder sig for at kunne præstere Arbejdet, træder formodentlig nye Centrere i Funktion, og samtidig forøges i høj Grad Muskernes latente Inner-variation. Kun en saadan forøget Muskeltonus kan forklare den stærke Tilvækst i Stofskiftet, men Nyttevirkningen af de forløbende Processer bliver derved stærkt nedsat, da Vedligeholdelsen af en konstant Arbejdsydelse ofte kræver mere end For-dobling af Stofforbruget.

Den energetiske Teori kan saaledes forklare baade Arbejdskurvens Forløb og de samtidige Stofskiftetforandringer. THORNDIKE, hvis overfladiske Argumentation bringer ham til at forkaste denne Teori, mener, at Arbejds mængdens Formindskelse mere skyldes den Omstændighed, at Arbejdet bliver utilfredsstillende, end at det bliver nedsat paa Grund af manglende Energi. Hvad der er Brug for, er følgelig en Teori, der er i Stand til at forklare, hvorfor aandeligt Arbejde fortsat uden Hvile bliver mindre og mindre tilfredsstillende. „This the Biological or Response Theory tries to do. Work without rest, it maintains, becomes less satisfying 1. by losing the zest of novelty, 2. by producing ennui, a certain intellectual nausea, sensory pains and even headache, and 3. by imposing certain deprivations — for instance, from physical exercise, social intercourse, or sleep“¹⁾. Alle disse forskellige Momenter faar utvivlsomt Betydning, hvis et Menneske er nødsaget til at arbejde et ganske urimeligt Antal Timer Dag ud og Dag ind. Men overfor vore ganske kortvarige Forsøgsarbejder, som Fp. var interesserede i at se Udfaldet af, kommer alt dette slet ikke i Betragtning, da Arbejdet overhovedet ikke naar at blive „utilfredsstillende“. THORNDIKE's biologiske Teori tager aabenbart Sigte paa noget helt andet end Træthed i almindelig Forstand, som den slet ikke er i Stand til at forklare.

Selve det Faktum, at Stofskiftet ved mere anstrengende Arbejder vokser betydlig, naar Træthedsfølelsen begynder at gøre sig gældende, synes mig at være et ret afgørende Bevis for, at Stofomsætningen i Centralorganet under sjælelig Virksomhed ikke er aldeles forsvindende. Hvis Centralorganet nemlig kun havde samme Funktion som de perifere Nervetraade: at forplante Bevægelser, er det ganske ufatteligt, hvorledes Træthed ved aandeligt Arbejde overhovedet kunde komme i Stand. Thi ved Nervetraadenes Forplantning af Bevægelser finder der vel paaviselige, men dog umaalelig smaa Stofomsætninger Sted. I Hjernebarken maatte disse smaa For-

¹⁾ Anf. Skrift S. 122.

andringer øjeblikkelig kunne udlignes paa Grund af Organets rigelige Forsyning med Blodkar. En Ophobning af Dekompositionsprodukter, forøget Overgangsmodstand i Synapserne eller hvilke andre Momenter, man har antaget som Aarsag til de ved Organets Virksomhed indtrædende Hæmninger, kan dog kun komme i Stand, hvis der i Neuronerne sker Forandringer, som ikke øjeblikkelig ophæves. Men en saadan Forandring, uanset af hvad Art den er, forudsætter som primært Moment en Transformation af kemisk Energi, altsaa en Stofomsætning. Da Træthed som Følge af aandeligt Arbejde nu maa betragtes som en uomtvistelig Kendsgerning, hvad de foreliggende Stofskifteundersøgelser viser, synes der heller ikke at kunne være Tvivl om, at Centralorganets Andel i de fundne Stofskifteforandringer staar i et rimeligt Forhold til Organets Masse. Denne Slutning støttes desuden af de to bekendte Fakta: at sjælelig Virksomhed medfører en livligere Blodtilstrømning til Hjernen, og at en Standsning af Blodtilstrømningen ved Sammenpresning af Carotiderne næsten øjeblikkelig har Bevidstløshed til Følge. Ogsaa dette vilde være ganske uforstaaeligt, hvis Hjernevirksomhed kunde foregaa uden Stofomsætning.

Man maa altsaa gaa ud fra, at al sjælelig Virksomhed er uløselig knyttet til legemlige Forandringer i Storhjernen. Dette forudsatte FECHNER allerede i sin „Psychophysik“ 1860, men om selve Forholdet mellem de til hinanden knyttede sjælelige og legemlige Fænomener kunde han ikke med Sikkerhed sige noget. Aarsagen hertil, mener han, er den, at vi ikke samtidig kan iagttage de sammenhørende Fænomener. Forholdene i den legemlige Verden kan vi umiddelbart iagttage saa langt, vore Sanser og de til deres Hjælp konstruerede Apparater rækker; Forholdene mellem de sjælelige Fænomener kan enhver umiddelbart iagttage i sin egen Bevidsthed. Naar vi nu ikke kan se Forholdet mellem det sammenhørende sjælelige og legemlige, maa dette ligge i, at disse Fænomener kun kan iagttages fra forskellige Standpunkter, i hvilke vi ikke samtidig kan befinde os. En Analogi hertil har man i den forskellige Opfattelse af en Cirkel; befinder man sig indenfor Kredsen, ses den som konkav, befinder man sig udenfor Kredsen, derimod som konvex, og det er umuligt fra noget Punkt i dens Plan samtidig at se den som konkav og konvex, skønt disse to Sider aldeles ikke kan adskilles¹⁾.

Det Billede, som FECHNER her opstiller for at anskueliggøre Forholdet mellem de uløselig forbundne sjælelige og legemlige Fænomener, har gjort en aldeles uberegnelig Skade i Videnskaben. I mere end et halvt Aarhundrede har det forhindret det nære Samarbejde mellem Fysiologi og Psykologi, som en virkelig Forstaaelse af de sjælelige Fænomener nødvendigvis vil kræve. FECHNER's Billede er nemlig bleven ophøjet til metafysisk Teori. Ligesom Cirkelns konvexe og konkave Side kun er to forskellige Former, hvorunder den samme Sag, Cirkellinien, kan anskues, saaledes har man ment, at det sjælelige og de samtidige Hjerneprocesser ogsaa kun var to Udtryk for et og samme til Grund liggende: hvad der indefra set viste sig som Bevidsthedsfænomener, maatte udefra set vise sig som materielle Forandringer

¹⁾ FECHNER: Elemente der Psychophysik. Leipzig 1860. Bd. 1, S. 1—2.

i Hjernen. Heraf følger konsekvent, at Psykologi og Fysiologi aldeles ikke vedkommer hinanden. Psykologen iagttager i sin egen Bevidsthed de sjælelige Fænomeners Kausalforhold, Fysiologen undersøger i en levende Hjerne de materielle Processers Lovmæssighed — saa vidt de i det Hele taget er tilgængelige for hans Iagttagelse —, og den Indsigt, de to Forskere saaledes opnaar, angaar en og samme Sag udtrykt i to forskellige Sprog. Derfor har mange Psykologer konsekvent bekæmpet enhver Indblanding af Fysiologi i Psykologien, fordi dette kun kunde blive en „Oversættelse“ af psykologisk Viden i fysiologiske Talemaader, hvortil der aldeles ingen Anledning er, da vor Indsigt i Sjælelivet er mere umiddelbar og foreløbig adskillig mere indgaaende end vort Kendskab til Fænomenernes fysiologiske Side. Og Fysiologerne er ogsaa ret villig gaaede ind paa denne Betragtningssmaade, fordi den fritager dem for overhovedet at befatte sig med det uhaandgribelige og taagede sjælelige.

FECHNER'S Lignelse er imidlertid ganske misvisende. Det er nemlig aldeles ikke umuligt samtidig at iagttage de sammenhørende legemlige og sjælelige Fænomener; det lader sig gøre paa samme Maade og ligesaa sikkert, som man kan observere sammenhørende materielle Processer. Ved enhver kemisk Proces f. Ex. er der altid to uløselig forbundne Fænomener: Stofomsætningen og Varmetoningen. Exempelvis kan vi tænke os, at Brint forbrændes i Ilt; derved dannes Vand. Denne Stofomsætning udtrykker Kemikeren ved den støchiometriske Formel: $H_2 + O = H_2O$, men dette er kun den ene Side af Processen. Samtidig udvikles Varme, og Maalingerne fører til den Sætning: ved Forbrænding af 1 g Brint i Ilt udvikles 67500 cal. Hver af disse to Sætninger tager altsaa kun Hensyn til sin Side af Processen, enten Stofomsætningen eller Varmetoningen, men i Virkeligheden er disse Fænomener uløselig forbundne, hvilket udtrykkes i den termokemiske Formel: $H_2 + O = H_2O + 67500 \text{ cal}$. De to sammenhørende Fænomener kan nu, som FECHNER hævder, iagttages samtidig; dog maa man ikke tage dette „samtidig“ altfor bogstaveligt. Man kan se, at der ved Brintens Forbindelse med Ilten dannes Vand; rigtignok kan man hverken se Brinten eller Ilten, men man kan i Forvejen ved bestemte Prøver have overbevist sig om, at man har disse Luftarter. Vandet kan man rigtignok heller ikke se, før Dampen er fortættet, hvilket dog kræver nogen Tid. Samtidig kan man iagttage Varmeudviklingen, idet Kalorimetrets Termometer ses at stige under hele Forbrændingen. Hvad der selv i dette ganske enkle Tilfælde virkelig iagttages, er aabenbart blot Processens Resultater; de Omløjninger indenfor Molekulerne, hvorved Brint- og Iltmolekulerne spaltes og danner Vandmolekuler af højere Temperatur, kan aldeles ikke ses. Naar vi overhovedet ved noget derom, skyldes det Iagttagelser, som maa gøres under ganske andre Omstændigheder.

Ifølge Sagens Natur er vort Kendskab til de Hjerneprocesser, der ledsager bestemte sjælelige Fænomener, ikke saa indgaaende som vor Forstaaelse af den enkle, kemiske Proces. Det indskrænker sig vel nærmest til visse ledsagende Momenter, saasom Forandringer i Hjernepulsens Højde, og Slutningsresultatet, det forøgede Stofskifte. Det lidet, der iøvrigt vides om Virksomheden i selve de arbejdende

Neuroner, skyldes Undersøgelser, som af etiske Grunde slet ikke kan anstilles paa Mennesker. Men alt, hvad Fysiologen direkte kan se vedrørende de Hjerneprocesser, der ledsager en sjælelig Virksomhed, kan ogsaa iagttages samtidig med denne; „samtidig“ maa naturligvis her tages i samme ikke for bogstavelige Forstand som ved de kemiske Undersøgelser. Med vore Dages Teknik er der ikke det mindste til Hinder for, at Forsøgspersonen, som udfører et aandeligt Arbejde, samtidig kan have for Øje den Kymograftromle, hvorpaa de ledsagende materielle Fænomener registreres. Her kan han se Forøgelsen i Aandefang og Aandedrætshyppighed, og har han et Hul i Kraniet, kan han tillige se de Svingninger i Hjernens Volumen og Pulshøjde, som ledsager Arbejdet. Der er saaledes ingen væsentlig Forskel paa Fysiologens og Kemikerens Stilling til de Fænomener, de observerer. Naar Fysiologen selv er Forsøgspersonen, kan han samtidig opleve en sjælelig Virksomhed og se de ledsagende materielle Processer, ligesom Kemikeren samtidig kan iagttage Stofomsætning og Varmetoning ved en kemisk Proces. Derfor er der heller ingen Grund til at opfatte Forholdet mellem de sammenhørende sjælelige og legemlige Fænomener paa anden Maade end Forholdet mellem Stofomsætning og Varmetoning: det er to uløselig forbundne Led i en kompliceret Proces.

Dette er nu faktisk ogsaa den Opfattelse, som de fleste Psykologer gennemfører i Praksis, selv om de teoretisk hylder Parallelismen. Det postulerede ubrudte Aarsagssammenhæng paa psykisk Omraade eksisterer nemlig som bekendt slet ikke. Der gives en Vrimmel af sjælelige Fænomener, til hvilke der overhovedet ikke kan findes psykiske Aarsager, hvorfor man enten frit maa opdigte Aarsager eller tage sin Tilflugt til de ledsagende materielle Processer, hvis man vil have en Forklaring. Som oplysende Exempel vil det være tilstrækkeligt at tage det fundamentale sjælelige Fænomen, at en Forestilling *B* kan reproduceres af en anden Forestilling *A*, med hvilken den tidligere har været samtidig. Hvorledes dette gaar for sig, er en ren Gaade; paa psykisk Omraade findes ikke det mindste, der kan forklare Sagen. *B* har overhovedet ikke eksisteret som psykisk Fænomen fra det Moment, hvor den sidst var sammen med *A*, og indtil det Nu, hvor den reproduceres af *A*. Hvor kommer *B* saa fra? Sagen bliver først forstaaelig, naar det fastholdes, at en sjælelig Tilstand ligesaa lidt kan existere uden en samtidig materiel Proces, som en Stofomsætning kan forekomme uden en Varmetoning. Naar det materielle Led i Tilstanden *A* fremkalder det materielle Led i Tilstanden *B*, hvortil en Disposition er tilvejebragt ved deres tidligere Sammentræf, saa er med dette materielle Led ogsaa den sjælelige Tilstand *B* givet.

Som i dette Tilfælde saaledes i alle andre, hvor psykiske Aarsager ikke lader sig paavise. Derfor er Psykofysiologien et nødvendigt Led af Psykologien, sideordnet med den deskriptive Psykologi. Det er ikke to af hinanden uafhængige Videnskaber, der tildels kan ignorere hinandens Resultater; de supplerer tværtimod hinanden som Støchiometri og Termokemi. Erkendelsen heraf er den nødvendige Betingelse for, at Psykologien skal blive Videnskab i strengere Forstand. Psykologisterne, der ikke vil vide af Fysiologi at sige, nødes til paa mangfoldige Punkter at konstruere

psykiske Aarsager, der overhovedet intetsteds lader sig eftervise, hvorved den hele Retning faar en alt andet end videnskabelig Karakter. Og Fysiologerne, der dog hist og her ikke kan undgaa at støde paa sjælelige Fænomener, hjælper sig ved Omtalen af disse altfor ofte med en Vulgærpsykologi, der ret jævnlig bringer dem til at overse de afgørende Punkter. Begge disse ensidige Standpunkter har allerede gjort megen paaviselig Skade. Naar Bevidsthedsfænomenerne er psykofysiologiske Processer, maa de undersøges saavel fra den materielle som fra den psykiske Side med klar Forstaaelse af, at det andet Led i Processen er et ligesaa væsentligt Moment som det, hvormed Forskeren netop er beskæftiget.

Tab. 5.

Løbe-Nr.	Periode	Varigh. i Min.	Arbejde	Respiration pr. Min.	Aandefang			udaandet CO ₂				optaget O ₂				Resp.kvot.
					cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	
L. 1. ¹⁹ / ₁₀ 17 762 mm 18° C.	I	10	Ro	15,4	104,3			2,00	2,71			2,83	3,02			0,898
	II	5	405 Additioner	14,6	126,3	21,8		2,53	3,20	0,52		2,49	3,14	0,14		1,018
	III	10	821 —	13,3	113,2	8,2		2,47	2,80	0,19		2,64	3,04	0,08		0,920
	IV	10	801 —	11,9	107,5	1,8	4,5	2,47	2,66	0,16	0,216	2,69	2,96	0,07	0,093	898
	V	10	782 —	12,8	106,3	0,0		2,50	2,66	0,26		2,73	2,97	0,14		896
	VI	10	721 —	11,4	106,0	-1,0		2,25	2,39	0,10		2,58	2,82	0,06		844
	VII	5	Ro*	15,6	107,3			2,09	2,24			2,45	2,73			821
	VIII	10	Ro	17,6	110,7			2,03	2,25			2,57	3,00			0,748
L. 2. ²⁰ / ₁₀ 17 745 mm 16° C.	I	10	15 Aandedrag	15,3	127,5			2,68	3,42			2,73	3,50			0,977
	II	5	12 —	13,2	109,0	-18,6										
	III	5	12 —	14,0	117,8	-10,0		2,80	3,30	-0,04		2,92	3,48	+0,03		948
	IV	5	12 —	13,0	116,4	-11,6		2,80	3,26	-0,03		2,92	3,44	+0,02		948
	V	5	12 —	13,0	116,5	-11,7	-22,7	2,84	3,31	+0,07	-0,263	2,88	3,37	-0,02	-0,192	983
	VI	5	12 —	12,0	102,6	-25,8		2,78	2,85	-0,34		2,99	3,13	-0,23		913
	VII	5	12 —	11,8	87,4	-41,2		2,88	2,52	-0,62		3,26	2,94	-0,39		857
	VIII	5	12 —	11,6	88,5	-40,3		2,79	2,47	-0,62		3,03	2,74	-0,56		0,901
	IX	5	15 —	14,0	127,8			2,88	3,58		+0,54	2,73	3,47		+0,20	1,031
	X	15	15 —	alt pr. Minut efter Metronom	15,1	129,2			2,33	3,01			2,48	3,26		
L. 3. ²¹ / ₁₁ 17 766 mm 16° C.	I	10	Ro	15,2	126,7			2,60	3,30			2,72	3,49			0,945
	II	5	432 Additioner	13,6	130,6	4,6		2,51	3,28	0,01		2,52	3,30	-0,17		995
	III	10	961 —	11,0	109,8	-14,1		2,74	3,01	-0,16		2,93	3,27	-0,14		919
	IV	10	894 —	11,3	106,0	-15,1	-9,9	2,58	2,74	-0,30	-0,063	2,77	2,99	-0,35	-0,139	914
	V	10	924 —	9,9	108,8	-9,5		2,80	3,05	0,14		2,99	3,31	+0,05		920
	VI	10	926 —	9,6	107,2	-8,3		2,62	2,81	0,03		2,83	3,09	-0,10		908
	VII	5	Ro	14,2	100,6			2,50	2,52			3,02	3,18			790
	VIII	10	Ro	15,9	112,8			2,35	2,65			2,67	3,11			0,853

Løbe-Nr.	Periode	Varigh. i Min.	Arbejde	Respiration pr. Min.	Aandefang			udaanded CO_2				optaget O_2				Resp.kvot.
					cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	
L. 4. ⁹ / ₁₁ 17 747 mm 17° C.	I	10	15 Respirat.	15,0	133,3			2,77	3,69			2,88	3,88			0,952
	II	5	10 —	11,4	119,0	-13,2		3,04	3,52	-0,13		3,16	3,80	-0,04		952
	III	10	10 —	11,7	109,0	-19,9	-16,1	3,11	3,39	-0,14	-0,067	3,23	3,56	-0,16	0,014	953
	IV	10	10 —	11,4	108,8	-15,8		3,09	3,36	-0,01		3,34	3,70	+0,14		908
	V	10	10 —	10,7	106,0	-14,2		3,01	3,19	-0,02		3,24	3,49	+0,09		913
	VI	5	15 —	14,2	118,4			2,65	3,14			2,78	3,34			940
	VII	10	15 —	14,9	115,8			2,63	3,05			2,79	3,24			0,940
L. 5. ³⁰ / ₁₁ 17 759 mm 20° C.	I	5	Ro	17,6	135,0			2,30	3,10			2,57	3,56			0,872
	II	1	292 kg-mm/s		192,0	57,0			6,09	2,99			6,33	2,77		
	III	1	216 —		196,5	61,5			6,23	3,13			6,47	2,91		
	IV	1	187 —	15,0	211,6	76,6		3,17	6,72	3,62		3,27	6,98	3,42		0,963
	V	1	175 —		229,2	94,2			7,27	4,17			7,55	3,99		
	VI	1	185 —		209,2	74,2			6,63	3,53			6,89	3,33		
	VII	1	181 —		221,3	86,3			6,58	3,48			6,39	2,83		
	VIII	1	177 —		219,8	84,8	70,6		6,53	3,43			6,34	2,78		
	IX	1	174 —	14,6	223,5	88,5		2,97	6,64	3,54	3,05	2,90	6,44	2,88	2,65	1,030
	X	1	176 —		215,8	80,8			6,41	3,31			6,23	2,67		
	XI	1	159 —		211,2	76,2			6,28	3,18			6,10	2,54		
	XII	1	150 —		195,5	60,5			5,44	2,34			5,61	2,05		
	XIII	1	153 —		192,3	57,3			5,35	2,25			5,52	1,96		
	XIV	1	164 —	14,0	196,6	61,6		2,78	5,47	2,37		2,85	5,64	2,08		0,970
	XV	1	165 —		195,5	60,5			5,42	2,32			5,59	2,03		
	XVI	1	165 —		174,2	39,2			4,85	1,75			5,01	1,45		
	XVII	5	Ro	18,4	153,5			2,20	3,38			2,50	3,96			853
	XVIII	5	Ro	17,8	133,9			2,31	3,10			2,73	3,81			812
	XIX	5	Ro	19,0	138,4			2,18	3,02			2,53	3,63			0,831
L. 6. ¹⁷ / ₁₂ 17 760 mm 18° C.	I	10	Ro	13,0	126,3			2,60	3,29			2,61	3,30			0,995
	II	5	539 Additioner	11,2	104,6	-21,7		2,53	2,65	-0,63		2,76	2,95	-0,35		897
	III	10	871 —	11,4	103,5	-22,8	-9,5	2,35	2,44	-0,79	-0,270	2,62	2,79	-0,51	-0,161	873
	IV	10	915 —	11,2	125,5	-0,8		2,68	3,36	+0,18		2,69	3,38	+0,08		995
	V	10	898 —	12,8	127,6	+1,3		2,43	3,10	-0,02		2,58	3,34	+0,04		927
	VI	5	Ro	15,0	125,7			2,42	3,04			2,62	3,36			905
	VII	10	Ro	13,1	126,3			2,42	3,06			2,57	3,30			0,927
L. 8. ²⁵ / ₁ 18 773 mm 17° C.	I	10	Ro	17,6	123,4			1,97	2,43			2,31	2,95			0,822
	II	5	1,5 St.	16,8	143,2	21,0		2,12	3,04	0,64		2,26	3,29	0,36		923
	III	10	2,5 —	17,0	127,7	8,9	11,5	2,07	2,64	0,31	0,406	2,31	3,03	0,16	0,309	872
	IV	10	2,5 —	16,1	126,8	12,6		2,07	2,63	0,40		2,42	3,17	0,38		825
	V	10	3,0 —	14,7	117,7	8,1		2,14	2,52	0,39		2,51	3,07	0,36		821
	VI	5	Ro*	15,4	107,3			1,89	2,03			2,36	2,66			761
	VII	10	Ro	16,9	118,8			1,89	2,25			2,37	2,96			0,758

Løbe-Nr.	Periode	Varigh. i Min.	Arbejde	Respiration pr. Min.	Aandefang			udaanded CO_2				optaget O_2				Resp.kvot.
					cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	
L. 9. 1/2 18 780 mm 17° C.	I	10	Ro, nedsat Resp.	12,3	84,0			2,21	1,86			2,56	2,22			0,834
	II	5	477 Additioner	11,6	141,4	58,1		2,47	3,49	1,66		2,22	3,05	0,86		1,147
	III	10	1024 —	13,0	118,5	37,5	36,9	2,14	2,53	0,80	0,823	2,21	2,64	0,54	0,774	0,960
	IV	10	930 —	15,4	107,8	29,7		1,93	2,08	0,48		2,28	2,56	0,61		814
	V	10	915 —	16,2	107,9	32,8		2,07	2,24	0,77		2,60	2,95	1,13		756
	VI	5	Ro nedsat Resp.	12,0	61,0			1,66	1,01			2,14	1,38			733
	VII	10	Ro efter Metron.	12,3	72,2			1,86	1,34			2,25	1,68			0,789
L. 10. 3/2 18 756 mm 19° C.	I	10	Ro	16,7	108,6			2,10	2,28			2,43	2,73			0,834
	II	5	1,5 St.	17,4	125,1	17,7		2,13	2,67	0,42		2,44	3,15	0,45		845
	III	10	3,0 —	16,5	119,4	15,4	17,3	2,16	2,58	0,42	(0,426) 0,447	2,38	2,91	0,29	(0,384) 0,439	887
	IV	10	2,7 —	15,7	116,9	17,6		2,14	2,50	0,46		2,42	2,91	0,40		859
	V	10	3,0 —	15,2	109,0	14,3		2,13	2,32	0,40		2,50	2,83	0,43		821
	VI	10	2,8 —	15,6	111,8	21,8		2,08	2,32	0,52		2,50	2,92	0,63		796
	VII	5	Ro	14,8	88,3			1,97	1,74			2,34	2,15			808
	VIII	10	Ro	15,7	85,5			1,96	1,68			2,43	2,18			0,768
L. 11. 1 1/2 18 780 mm 20° C.	I	10	Ro	15,3	100,2			2,38	2,39			2,68	2,77			0,863
	II	5	Læsning	16,2	109,3	10,1		2,30	2,51	0,16		2,54	2,83	0,10		888
	III	10	af	17,5	103,2	7,2	7,6	2,36	2,44	0,21	0,220	2,59	2,73	0,12	0,129	891
	IV	10	spændende	16,9	100,7	8,8		2,32	2,34	0,28		2,52	2,59	0,14		902
	V	10	Roman	17,2	93,2	5,5		2,25	2,10	0,20		2,54	2,44	0,14		860
	VI	5	Ro	15,0	83,0			2,12	1,76			2,34	1,99			884
	VII	10	Ro	16,2	83,6			2,08	1,74			2,46	2,14			0,813
L. 12. 2 1/2 18 753 mm 19° C.	I	10	Ro	15,7	119,0			2,41	2,87			2,73	3,35			0,857
	II	15	10,5 St.	16,6	134,0	18,9		2,30	3,08	0,32		2,50	3,42	0,17		901
	III	15	10,0 —	15,2	115,2	7,9	10,7	2,36	2,72	0,18	(0,253) 0,264	2,67	3,17	0,11	(0,140) 0,170	858
	IV	15	11,0 —	13,3	106,6	7,1		2,42	2,58	0,26		2,74	3,01	0,14		858
	V	15	10,0 —	14,1	101,0	9,3		2,33	2,35	0,25		2,70	2,82	0,14		834
	VI	15	10,5 —	12,7	94,1	10,2		2,43	2,29	0,31		2,85	2,78	0,29		821
	VII	5	Ro	14,2	86,3			2,23	1,92			2,70	2,44			789
	VIII	10	Ro	16,6	77,1			2,20	1,70			2,85	2,33			0,728
L. 13. 1/3 18 758 mm 17° C.	I	10	Ro	18,0	115,1			2,07	2,38			2,32	2,74			0,867
	II	15	12,5 St.	17,8	128,2	8,8		2,07	2,65	0,42		2,13	2,76	0,14		963
	III	15	13,0 —	17,2	101,2	3,2	8,1	2,09	2,12	0,18	(0,357) 0,456	2,37	2,47	0,08	(0,193) 0,284	855
	IV	15	10,0 —	13,9	97,5	11,0		2,17	2,12	0,47		2,50	2,52	0,36		840
	V	15	11,5 —	12,4	89,6	8,8		2,36	2,11	0,61		2,66	2,45	0,40		861
	VI	15	12,0 —	11,6	89,6	8,8		2,34	2,10	0,60		2,69	2,49	0,44		841
	VII	5	Ro	16,2	72,3			1,76	1,27			2,15	1,63			781
	VIII	10	Ro**	17,9	80,8			1,86	1,50			2,40	2,05			0,732

Løbe-Nr.	Periode	Varigh. i Min.	Arbejde	Respiration pr. Min.	Aandefang			udaanded CO_2				optaget O_2				Resp.kvot.
					cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	
L. 14. $\frac{8}{3}$ 18 774 mm 19° C.	I	10	Ro	18,5	135,0			2,21	2,98			2,43	3,36			0,889
	II	5	Aandefang for- mindsket; Muskel- tonus uforandret	11,6	106,7	- 28,6		2,38	2,54	- 0,43		2,78	3,07	- 0,31		826
	III	5		9,6	105,2	- 30,8	- 30,9	2,60	2,74	- 0,22	- 0,270	2,78	2,97	- 0,47	- 0,377	920
	IV	5		8,0	103,4	- 33,3		2,69	2,78	- 0,16		2,95	3,12	- 0,35		0,891
	V	5		Ro	16,0	162,8			2,21	3,60		+ 0,67	2,12	3,41		
	VI	10	Ro	18,1	137,7			2,12	2,92			2,48	3,54			0,824
L. 16. $\frac{5}{3}$ 18 775 mm 18° C.	I	10	Ro	16,8	104,3			2,04	2,13			2,47	2,70			0,789
	II	5	3,5 St.	17,2	123,0	18,8		2,00	2,46	0,33		2,21	2,79	0,09		883
	III	10	9,0 —	17,2	118,3	14,2		2,11	2,50	0,38		2,35	2,86	0,15		875
	IV	10	8,0 —	16,2	124,0	19,1	16,4	1,99	2,47	0,26	0,324	2,23	2,85	0,13	0,127	867
	V	10	7,5 —	17,4	118,8	14,8		1,97	2,34	0,23		2,31	2,85	0,12		821
	VI	5	Ro	17,2	96,2			1,76	1,69			2,31	2,36			717
	VII	10	Ro	17,3	104,0			2,02	2,10			2,51	2,74			0,766
L. 17. $\frac{22}{3}$ 18 767 mm 18° C.	I	10	Ro	19,4	111,0			1,89	2,10			2,17	2,49			0,842
	II	15	Læsning	18,5	103,4	- 6,0		1,64	1,70	- 0,40		1,89	2,02	- 0,49		839
	III	15	af	16,9	98,5	- 9,7		2,02	1,99	- 0,12		2,24	2,26	- 0,28		879
	IV	15	bekendt	16,9	99,9	- 7,1	- 5,9	2,02	2,02	- 0,10	- 0,090	2,29	2,36	- 0,22	- 0,218	855
	V	15	Roman	17,5	105,2	- 0,6		2,27	2,39	+ 0,26		2,53	2,73	+ 0,12		873
	VI	5	Ro	17,4	105,7			1,93	2,04			2,24	2,45			832
	VII	10	Ro	18,5	105,8			2,02	2,14			2,40	2,64			0,808
L. 18. $\frac{27}{3}$ 18 161 mm 16° C.	I	10	Ro	18,2	116,2			2,25	2,61			2,47	2,94			0,890
	II	15	Læsning	17,4	110,0	- 4,9		2,28	2,51	- 0,05		2,49	2,80	- 0,09		896
	III	15	af	17,1	109,9	- 2,3		2,44	2,68	0,21		2,61	2,92	0,13		919
	IV	15	bekendt	17,5	107,8	- 1,8	- 2,1	2,27	2,45	0,08	0,115	2,52	2,79	0,11	0,090	878
	V	15	Roman	17,9	107,7	+ 0,7		2,31	2,49	0,22		2,53	2,79	0,21		893
	VI	5	Ro	17,8	104,6			2,04	2,13			2,29	2,47			866
	VII	10	Ro	18,2	104,7			2,09	2,19			2,32	2,49			0,878
L. 19. $\frac{12}{4}$ 18 760 mm 21° C.	I	10	Ro	21,6	109,0			1,83	2,00			2,11	2,38			0,837
	II	10	—	20,8	109,7			1,70	1,86			1,93	2,18			854
	III	10	3 Timer efter sidste Maaltid	20,0	108,8			1,86	2,02			2,12	2,38			849
	IV	10	—	18,6	103,9			1,82	1,89			2,06	2,20			0,858
L. 20. $\frac{15}{4}$ 18 758 mm 18° C.	I	10	Ro	18,6	113,8			2,30	2,62			2,56	2,99			0,876
	II	10	—	17,5	114,7			2,21	2,53			2,40	2,81			902
	III	10	1 Time efter sidste Maaltid	17,4	110,8			2,38	2,64			2,65	3,02			875
	IV	10	—	16,7	106,5			2,38	2,53			2,68	2,93			0,863

Tab. 6.

Løbe-Nr.	Periode	Varigh. i Min.	Arbejde	Respiration pr. Min.	Aandefang			udaanded CO_2			optaget O_2				Resp.kvot.	
					cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud		M.
N. 1. 7/9 17 767 mm 19° C.	I	10	Ro	8,8	120,1			3,17	3,81			3,60	4,46			0,854
	II	5	359 e'er optalt	10,4	140,1	20,3		3,07	4,30	0,51		3,40	4,88	0,41		880
	III	10	758 — —	12,1	138,2	19,3	15,5	2,89	3,99	0,25	0,150	3,38	4,85	0,37	0,216	823
	IV	10	638 — —	11,9	128,8	11,1		2,85	3,67	0,00		3,44	4,64	0,14		790
	V	10	636 — —	12,8	130,2	13,7		2,78	3,62	0,02		3,34	4,56	0,04		795
	VI	5	Ro	7,6	105,0			3,18	3,34			3,98	4,41			758
	VII	10	Ro	8,4	115,2			3,07	3,53			3,75	4,53			0,780
N. 2. 14/9 17 754 mm 18° C.	I	10	Ro	8,4	111,5			3,29	3,67			3,77	4,35			0,844
	II	5	380 e'er optalt	7,8	112,8	1,9		3,53	3,98	0,33		4,15	4,87	0,52		818
	III	10	749 — —	8,4	114,4	5,2		3,45	3,95	0,34		4,03	4,80	0,46		823
	IV	10	790 — —	9,2	114,2	7,3	6,1	3,30	3,77	0,22	0,266	3,63	4,25	— 0,07	0,309	887
	V	10	766 — —	9,0	111,8	7,2		3,33	3,72	0,23		4,00	4,68	0,37		796
	VI	10	754 — —	8,8	109,0	6,7		3,37	3,67	0,24		4,08	4,66	0,37		788
	VII	5	Ro	7,8	100,6			3,33	3,35			4,25	4,52	0,24		741
	VIII	10	Ro	7,7	100,0			3,37	3,37			4,09	4,28			0,788
N. 3. 21/9 17 754 mm 16° C.	I	10	Ro	7,1	112,0			3,36	3,76			4,07	4,78			0,788
	II	5	400 Additioner	10,8	145,7	34,7		3,08	4,49	0,75		3,67	5,58	0,82		805
	III	10	720 — —	11,8	138,4	30,3	28,9	2,98	4,12	0,44	0,396	3,69	5,38	0,68	0,617	768
	IV	10	725 — —	11,1	128,5	24,3		3,04	3,91	0,27		3,86	5,24	0,62		745
	V	10	690 — —	11,3	129,7	29,3		2,95	3,82	0,30		3,66	4,99	0,45		766
	VI	5	Ro	5,8	94,6			3,55	3,36			4,58	4,59			732
	VII	10	Ro	5,8	96,5			3,57	3,45			4,41	4,47			0,771
N. 4. 24/9 17 763 mm 15° C.	I	10	Ro	6,0	120,4			3,80	4,58			4,09	5,02			0,913
	II	5	440 Additioner	10,6	152,2	32,6		3,19	4,85	0,31		3,45	5,35	0,36		907
	III	10	814 — —	12,1	153,9	36,9		3,13	4,82	0,41		3,41	5,37	0,47		898
	IV	10	805 — —	12,4	144,0	30,4	33,6	3,10	4,46	0,22	0,257	3,35	4,92	0,14	0,349	908
	V	10	786 — —	12,4	145,6	35,3		2,93	4,27	0,21		3,37	5,08	0,42		839
	VI	10	820 — —	12,1	139,2	32,3		2,92	4,07	0,16		3,39	4,90	0,36		833
	VII	5	Ro	6,0	107,0			3,53	3,78			3,95	4,34			870
	VIII	10	Ro	5,6	103,5			3,61	3,74			4,13	4,41			0,848
N. 5. 28/9 17 765 mm 17° C.	I	10	Ro	6,8	123,1			3,77	4,59			4,13	5,20			0,893
	II	5	475 Additioner	10,0	151,0	29,6		3,51	5,30	0,77		3,70	5,66	0,52		937
	III	10	748 — —	11,2	144,9	28,4	29,3	3,16	4,58	0,24	0,333	3,57	5,33	0,37	0,466	860
	IV	10	868 — —	10,9	138,6	28,7		3,19	4,42	0,33		3,65	5,23	0,50		845
	V	10	834 — —	12,0	134,0	30,7		3,02	4,05	0,21		3,57	4,98	0,50		813
	VI	5	Ro	5,6	95,3			3,69	3,52			4,41	4,40			801
	VII	10	Ro	6,0	96,7			3,71	3,59			4,26	4,26			0,842

Løbe-Nr.	Periode	Varigh. i Min.	Arbejde	Respiration pr. Min.	Aandefang			udaanded CO ₂				optaget O ₂				Resp.kvot.
					cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	
N. 6. ⁵ / ₁₀ 17 748 mm 15° C.	I	10	Ro	7,8	117,4			3,51	4,12			3,86	4,64			0,889
	II	5	499 Additioner	10,8	144,0	27,6		3,23	4,65	0,57		3,64	5,39	0,76		862
	III	10	886 —	11,3	142,0	28,4	29,5	3,21	4,56	0,60	0,633	3,63	5,30	0,68	0,749	860
	IV	10	930 —	10,6	137,8	28,1		3,25	4,48	0,69		3,71	5,28	0,68		848
	V	10	906 —	11,5	138,9	33,0		3,08	4,27	0,64		3,74	5,44	0,86		786
	VI	5	Ro	6,6	105,0			3,68	3,86			4,51	4,97			777
	VII	10	Ro	7,4	102,1			3,40	3,47			4,24	4,55			0,762
N. 7. ⁸ / ₁₀ 17 743 mm 12° C.	I	10	Ro	8,5	123,5			3,56	4,40			3,93	4,98			0,884
	II	5	506 Additioner	10,6	149,8	27,8		3,41	5,11	0,76		3,74	5,73	0,77		892
	III	10	954 —	11,6	146,4	28,7	29,2	3,34	4,89	0,67	0,566	3,73	5,69	0,79	0,661	860
	IV	10	988 —	11,6	138,2	26,4		3,25	4,49	0,46		3,77	5,40	0,57		831
	V	10	941 —	12,8	139,2	33,2		3,10	4,32	0,47		3,67	5,32	0,57		811
	VI	5	Ro	7,2	101,8			3,55	3,61			4,29	4,58			790
	VII	10	Ro	6,7	100,2			3,65	3,66			4,45	4,68			0,782
N. 8. ¹² / ₁₀ 17 749 mm 17° C.	I	10	Ro	6,9	110,0			3,70	4,07			4,28	4,88			0,834
	II	5	515 Additioner	11,0	148,8	39,8		3,28	4,88	0,85		3,51	5,23	0,50		917
	III	10	1005 —	11,7	147,6	41,6	37,5	3,27	4,82	0,80	0,667	3,51	5,27	0,50	0,420	915
	IV	10	1030 —	11,5	135,6	33,6		3,21	4,35	0,58		3,53	4,90	0,25		889
	V	10	995 —	11,6	134,2	36,2		3,10	4,16	0,53		3,60	5,01	0,47		831
	VI	5	Ro	6,2	93,6			3,70	3,46			4,43	4,33			800
	VII	10	Ro	6,2	94,2			3,69	3,48			4,48	4,43			0,786
N. 9. ¹⁵ / ₁₀ 17 759 mm 17° C.	I	10	Ro	7,2	117,3			3,86	4,53			4,44	5,38			0,841
	II	5	Ro	12,4	139,9	22,1		3,26	4,56	0,06		3,72	5,38	0,05		849
	III	10	12 Aandedr.	12,2	139,5	23,1	21,7	3,25	4,53	0,12	0,091	3,60	5,15	—0,01	0,081	880
	IV	10	—	12,1	136,6	21,1		3,24	4,43	0,14		3,60	5,05	0,10		877
	V	10	—	12,2	135,2	20,7		3,10	4,20	0,03		3,51	4,90	0,17		857
	VI	5	—	8,0	111,0			3,51	3,90			4,04	4,64			839
	VII	10	Ro	7,8	113,6			3,56	4,05			3,89	4,52			0,896
N. 11. ⁵ / ₁₁ 17 769 mm 15° C.	I	10	Ro	8,7	116,6			3,25	3,79			3,60	4,31			0,880
	II	5	528 Additioner	13,2	152,3	36,0		2,96	4,51	0,71		3,12	4,82	0,50		935
	III	10	1035 —	12,7	149,0	33,7	37,4	3,10	4,62	0,79	0,903	3,20	4,80	0,44	0,762	963
	IV	10	1056 —	12,7	162,2	48,2		3,13	5,08	1,21		3,27	5,36	0,95		947
	V	10	1038 —	11,9	148,8	36,0		3,26	4,85	0,94		3,54	5,38	0,92		902
	VI	10	1044 —	12,2	144,0	32,5		3,28	4,72	0,77		3,64	5,38	0,87		878
	VII	5	Ro	8,2	112,2			3,59	4,03			4,08	4,70			853
	VIII	10	Ro	7,0	110,2			3,62	3,99			4,03	4,56			0,874

Løbe-Nr.	Periode	Varigh. i Min.	Arbejde	Respiration pr. Min.	Aandefang			udaandet CO ₂				optaget O ₂				Resp.kvot.
					cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	
N. 12. 12/11 17 765 mm 17° C.	I	10	Ro	7,5	120,7			3,53	4,26			3,87	4,78			0,891
	II	5	22 Genlæs.	12,0	153,5	33,7		3,14	4,82	0,59		3,35	5,23	0,49		922
	III	10	33 —	10,8	140,8	23,6	24,2	3,27	4,61	0,47	0,447	3,59	5,18	0,56	0,527	890
	IV	10	37 —	10,4	134,4	20,7		3,30	4,44	0,42		3,61	4,97	0,51		893
	V	10	37 —	10,7	134,0	23,7		3,19	4,28	0,38		3,51	4,83	0,53		886
	VI	5	Ro	7,0	114,5			3,49	4,00			3,84	4,50			889
	VII	10	Ro	6,9	106,8			3,53	3,77			3,88	4,25			0,889
N. 13. 16/11 17 764 mm 16° C.	I	10	Ro	8,0	117,7			3,44	4,05			3,82	4,62			0,877
	II	5	15 Genlæs.	10,8	144,0	27,2		3,28	4,72	0,60		3,57	5,26	0,66		899
	III	10	36 —	10,4	136,3	22,2	22,8	3,29	4,48	0,56	0,500	3,65	5,10	0,56	0,514	879
	IV	10	35 —	10,7	131,4	20,9		3,17	4,17	0,38		3,61	4,90	0,44		851
	V	10	33 —	10,5	130,0	23,1		3,21	4,18	0,51		3,63	4,85	0,47		861
	VI	5	Ro	7,0	101,2			3,43	3,47			4,01	4,23			824
	VII	10	Ro	7,0	103,7			3,41	3,54			4,00	4,31			0,820
N. 14. 19/11 17 767 mm 16° C.	I	10	Ro	8,0	127,2			3,60	4,58			3,98	5,19			0,883
	II	5	15 Genlæs.	11,6	157,3	30,9		3,30	5,19	0,64		3,60	5,79	0,64		896
	III	10	27 —	11,3	153,4	29,4	26,5	3,42	5,25	0,78	0,617	3,60	5,60	0,55	0,520	937
	IV	10	26 —	11,1	146,6	25,8		3,34	4,90	0,54		3,59	5,36	0,46		914
	V	10	28 —	11,1	144,7	27,1		3,32	4,80	0,52		3,56	5,25	0,49		916
	VI	5	Ro*	7,0	115,4			3,64	4,20			3,97	4,69			897
	VII	10	Ro	7,0	111,6			3,67	4,10			4,16	4,79			0,855
N. 15. 23/11 17 757 mm 18° C.	I	10	Ro	6,3	119,4			3,83	4,57			4,11	5,00			0,915
	II	5	12 Genlæs.	10,8	159,3	40,3		3,34	5,32	0,78		3,54	5,73	0,74		929
	III	10	21 —	9,8	146,3	28,5	28,6	3,48	5,09	0,66	0,649	3,71	5,53	0,58	0,577	922
	IV	10	21 —	9,8	143,1	26,9		3,46	4,95	0,65		3,75	5,48	0,58		904
	V	10	21 —	9,7	138,3	23,7		3,42	4,73	0,57		3,77	5,34	0,49		886
	VI	5	Ro	7,0	111,6			3,59	4,01			4,03	4,63			866
	VII	10	Ro	6,9	112,9			3,56	4,02			4,10	4,80			0,838
N. 16. 26/11 17 755 mm 17° C.	I	10	Ro	6,7	121,8			3,77	4,59			4,12	5,13			0,895
	II	5	17 Genlæs.	9,4	146,5	25,2		3,53	5,18	0,61		3,81	5,70	0,59		909
	III	10	41 —	9,5	140,2	20,4	22,0	3,51	4,92	0,40	0,461	3,88	5,57	0,51	0,481	883
	IV	10	34 —	9,5	139,8	21,9		3,55	4,97	0,52		3,88	5,55	0,56		895
	V	10	34 —	10,2	138,1	22,2		3,46	4,78	0,39		3,73	5,25	0,32		910
	VI	5	Ro	6,2	117,3			3,73	4,38			4,00	4,78			916
	VII	10	Ro	6,2	114,0			3,79	4,32			4,16	4,86			0,890

Tab. 7.

Løbe-Nr.	Periode	Varighed i Min.	Arbejde	Respiration pr. Min.	Aandefang			udaanded CO_2				optaget O_2				Resp.kvot.
					cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	
P. 5. ⁴ / ₅ 17 770 mm 18° C.	I	8' 6"	Ro	16,2	135,0			2,66	3,59			3,12	4,38			0,820
	II	5' 36"	478 Add.=427pr.5'	18,9	164,4	29,6		2,70	4,44	0,86		2,79	4,62	0,24		960
	III	9' 16"	887 — =479 —	17,6	149,1	14,7		2,66	3,96	0,41		2,97	4,55	0,19		871
	IV	10' 28"	957 — =457 —	17,6	148,3	15,1	14,1	2,66	3,94	0,43	0,457	3,03	4,64	0,29	0,244	850
	V	10' 46"	1018 — =473 —	16,9	144,2	11,9		2,72	3,92	0,45		3,06	4,54	0,21		863
	VI	9' 14"	916 — =496 —	16,2	137,2	5,7		2,72	3,74	0,30		3,22	4,61	0,29		811
	VII	5' 13"	Ro	14,8	121,4			2,72	3,30			3,22	4,07			811
	VIII	10' 10"	Ro	15,8	130,6			2,60	3,40			3,14	4,30			0,790
P. 6. ¹¹ / ₅ 17 773 mm 19° C.	I	10	Ro	14,0	132,5			2,81	3,72			3,20	4,38			0,850
	II	5	435 Additioner	15,6	157,3	25,9		2,82	4,44	0,74		3,00	4,80	0,45		925
	III	5	477 —	14,8	138,9	9,8		2,90	4,03	0,38		3,18	4,52	0,24		891
	IV	5	470 —	14,4	133,5	6,7		2,94	3,92	0,31		3,24	4,44	0,22		884
	V	5	477 —	14,2	129,7	5,2		3,00	3,89	0,33		3,18	4,20	0,05		927
	VI	5	477 —	14,4	134,2	12,0	12,1	2,99	4,02	0,50	0,400	3,33	4,59	0,50	0,287	874
	VII	5	464 —	14,8	139,5	19,6		2,99	4,17	0,70		3,15	4,47	0,45		934
	VIII	5	507 —	14,4	126,3	8,7		2,90	3,67	0,24		3,22	4,18	0,22		877
	IX	5	493 —	14,0	126,3	11,0		2,79	3,53	0,15		3,16	4,12	0,23		855
	X	5	492 —	14,2	122,8	9,8		2,92	3,59	0,25		3,22	4,05	0,22		885
	XI	5	Ro	12,2	110,2			2,99	3,30			3,36	3,81			865
	XII	10	Ro	12,2	109,6			2,98	3,27			3,31	3,73			0,877
P. 7. ¹⁸ / ₅ 17 768 mm 19° C.	I	10	Ro	13,4	125,2			2,93	3,67			3,30	4,26			0,862
	II	5	543 Additioner	17,6	160,7	35,7		2,76	4,43	0,76		2,88	4,68	0,42		947
	III	5	559 —	16,4	143,8	19,2		2,83	4,07	0,40		3,10	4,57	0,31		892
	IV	5	512 —	15,8	139,5	15,3		2,86	3,99	0,32		3,06	4,35	0,09		917
	V	5	500 —	15,8	139,0	15,2		2,91	4,05	0,38		3,19	4,54	0,28		891
	VI	5	486 —	16,0	142,8	19,4	18,1	2,92	4,17	0,50	0,386	3,18	4,64	0,38	0,228	899
	VII	5	472 —	16,0	142,1	19,2		2,87	4,08	0,41		3,11	4,50	0,24		905
	VIII	5	472 —	15,4	135,1	12,6		2,87	3,88	0,21		3,15	4,36	0,10		890
	IX	5	486 —	15,2	131,5	9,4		2,90	3,81	0,14		3,21	4,33	0,07		881
	X	5	446 —	15,6	138,3	16,6		2,91	4,02	0,35		3,14	4,42	0,16		909
	XI	5	Ro	13,4	122,0			3,00	3,66			3,37	4,23			865
	XII	10	Ro	13,5	121,1			3,03	3,67			3,41	4,26			0,862
P. 8. ²¹ / ₅ 17 775 mm 20° C.	I	10	Ro	13,5	120,8			2,77	3,35			3,03	3,75			0,893
	II	5	16 Aandedr.	15,4	151,5	30,9		2,67	4,05	0,71		2,68	4,07	0,32		995
	III	5	16 —	15,8	133,2	13,1		2,53	3,37	0,05		3,65	3,57	—0,18		944
	IV	5	16 —	15,8	128,2	8,6		2,49	3,19	—0,11		2,81	3,72	—0,03		860
	V	5	16 —	15,6	128,5	9,4	15,9	2,67	3,43	0,15	0,237	2,89	3,79	0,04	0,029	905
	VI	5	16 —	16,0	126,6	7,9		2,57	3,25	—0,02		2,76	3,56	—0,18		914
	VII	5	16 —	15,8	137,6	19,4		2,63	3,62	0,37		2,75	3,83	0,08		945
	VIII	5	16 —	15,8	139,5	21,7		2,68	3,74	0,51		2,75	3,91	0,15		967
	IX	5	Ro	13,8	106,7			2,81	3,00			3,27	3,62			829
	X	10	Ro	13,7	117,0			2,74	3,20			3,11	3,76			0,853

Løbe-Nr.	Periode	Varighed i Min.	Arbejde	Respiration pr. Min.	Aandefang			udaanded CO_2				optaget O_2				Resp.kvot.
					cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	
P. 9. ²⁵ / ₅ 17 767 mm 20° C.	I	10	Ro	14,0	119,4			2,89	3,45			3,16	3,86			0,895
	II	5	5 16-Stavelses Ramser lært med gennemsnitlig 22,6 Genlæs.	28,0	205,7	86,1		2,39	4,92	1,45		2,41	4,97	1,10		990
	III	5		26,6	184,8	64,9		2,51	4,64	1,14		2,61	4,88	0,98		952
	IV	5		24,0	164,0	43,7		2,67	4,38	0,85		2,79	4,62	0,69		948
	V	5		21,0	154,5	33,8	49,0	2,71	4,19	0,63	0,851	2,85	4,47	0,52	0,636	938
	VI	5		28,0	153,8	37,0		2,57	4,08	0,48		2,76	4,46	0,48		914
	VII	5		24,4	163,7	42,3		2,68	4,39	0,76		2,79	4,61	0,60		951
	VIII	5		20,4	156,7	35,0		2,75	4,31	0,65		2,85	4,51	0,48		956
	IX	5		Ro	13,8	125,1			2,96	3,71			3,25	4,17		
	X	10	Ro	14,2	122,3			3,03	3,71			3,26	4,07			0,912
P. 10. ¹ / ₆ 17 769 mm 22° C.	I	10	Ro	16,2	137,5			2,66	3,66			3,01	4,27			0,857
	II	5	Optælling af Bog- staver	18,6	147,7	10,7		2,53	3,74	0,07		2,83	4,30	0,04		869
	III	5		18,0	148,8	12,8		2,63	3,91	0,23		2,85	4,33	0,08		904
	IV	5		17,2	138,1	3,1		2,63	3,63	-0,07		2,85	4,02	-0,22		904
	V	5		16,4	137,7	3,6	3,9	2,70	3,72	0,00	-0,016	2,99	4,23	0,00	-0,086	880
	VI	5		15,6	128,5	-4,6		2,76	3,55	-0,18		3,02	3,97	-0,25		893
	VII	5		15,4	132,4	0,3		2,74	3,63	-0,12		2,98	4,03	-0,18		901
	VIII	5		15,4	132,3	1,2		2,81	3,72	-0,04		3,05	4,13	-0,07		902
	IX	5		Ro	14,0	126,2			2,97	3,75			3,22	4,15		
	X	10	Ro	14,7	129,7			2,92	3,79			3,16	4,19			0,905
P. 11. ¹⁰ / ₉ 17 764 mm 20° C.	I	10	Ro	14,2	116,1			2,58	3,00			2,90	3,46			0,865
	II	5	281 e'er optalt	15,8	136,0	19,9		2,51	3,41	0,41		2,73	3,79	0,33		901
	III	10	576 — —	16,1	125,0	9,1	10,1	2,46	3,08	0,08	0,099	2,85	3,70	0,25	0,164	832
	IV	10	581 — —	15,4	123,6	7,8		2,44	3,02	0,02		2,78	3,55	0,11		850
	V	10	565 — —	16,0	124,1	8,5		2,45	3,04	0,04		2,73	3,48	0,05		874
	VI	5	Ro	13,6	114,4			2,59	2,96			2,94	3,47			854
	VII	10	Ro	13,9	115,4			2,61	3,01			2,89	3,42			0,880
P. 13. ⁷ / ₁₂ 17 758 mm 18° C.	I	10	Ro	14,3	84,1			2,42	2,03			2,75	2,34			0,865
	II	5	37 Genlæs.	21,0	118,6	35,1		2,36	2,80	0,78		2,48	2,98	0,65		939
	III	10	75 —	19,9	101,5	19,8	20,4	2,24	2,27	0,29	0,306	2,48	2,58	0,29	0,301	883
	IV	10	62 —	19,2	95,7	16,4		2,17	2,08	0,14		2,39	2,34	0,10		886
	V	10	63 —	18,9	94,6	17,7		2,26	2,14	0,25		2,58	2,52	0,34		848
	VI	5	Ro	13,8	75,3			2,22	1,67			2,49	1,93			867
	VII	10	Ro	13,5	74,6			2,47	1,84			2,78	2,13			0,862
P. 15. ²¹ / ₁₂ 17 759 mm 17° C.	I	10	Ro, vilk. Slappelse	12,3	75,6			2,44	1,85			2,85	2,24			0,823
	II	5	20 Genlæs.	20,4	120,2	44,7		2,61	3,14	1,29		2,53	3,03	0,80		1,037
	III	10	38 —	19,0	108,6	33,4	35,0	2,52	2,74	0,90	0,856	2,69	2,96	0,75	0,740	0,925
	IV	10	39 —	20,5	107,6	32,9		2,35	2,53	0,70		2,60	2,87	0,69		881
	V	10	37 —	21,1	108,2	33,9		2,38	2,58	0,75		2,61	2,89	0,75		891
	VI	5	Ro, Slappelse	11,8	68,2			2,20	1,50			2,52	1,78			844
	VII	10	Ro	11,5	73,8			2,46	1,82			2,78	2,11			860
	VIII	5	„Hurtigløb“	15,2	96,0	22,2		2,21	2,12	0,30		2,31	2,25	0,14		0,945

Løbe-Nr.	Periode	Varighed i Min.	Arbejde	Respiration pr. Min.	Aandefang			udaandet CO ₂				optaget O ₂				Resp.kvot.
					cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	%	cm ³ /s	Over-skud	M.	
P. 16. 5/4 18 764 mm 19° C.	I	10	Ro	13,2	104,8			2,54	2,66			2,79	2,99			0,890
	II	15	464, 481, 478	16,7	144,3	39,5		2,80	4,04	1,39		2,86	4,16	1,19		972
	III	15	513, 493, 483	16,3	137,8	33,0		2,82	3,89	1,26		3,07	4,31	1,37		900
	IV	15	477, 507, 489	15,9	132,4	27,6	29,8	2,88	3,81	1,20	1,214	3,17	4,30	1,39	1,296	887
	V	15	469, 464, 439	15,8	131,9	27,1		2,90	3,82	1,23		3,17	4,27	1,39		895
	VI	15	428, 474, 457	15,6	126,7	21,9		2,81	3,56	0,99		3,08	3,99	1,14		893
	VII	5	Ro	12,8	101,5			2,54	2,58			2,85	2,97			867
	VIII	10	Ro	13,6	104,4			2,44	2,55			2,64	2,83			0,899
P. 17. 19/4 18 752 mm 18° C.	I	10	Ro	12,3	124,5			3,16	3,94			3,42	4,35			0,906
	II	15	7,3 Opg.	16,0	142,2	22,5		3,02	4,29	0,58		3,04	4,33	0,14		992
	III	15	6,4 —	14,9	123,0	12,9		2,86	3,52	0,27		3,30	4,21	0,34	} 0,258	836
	IV	15	5,5 —	14,3	117,0	11,8	12,1	2,92	3,42	0,40	} 0,426	3,33	4,03	0,30		849
	V	15	5,2 —	14,0	113,8	8,6		2,90	3,30	0,28			3,37	3,98	0,25	} 0,338
	VI	15	5,6 —	13,8	121,8	16,6		2,97	3,62	0,60		3,47	4,39	0,66	825	
	VII	5	Ro	12,8	105,2			2,87	3,02			3,40	3,73			810
	VIII	10	Ro**	12,5	108,7			2,93	3,18			3,44	3,89			0,820

RÉSUMÉ

By the investigations made by BECKER and OLSEN, („Metabolism during Mental Work“, Skandinavisches Archiv für Physiologie, vol. 31), there was shown a considerable increase of the CO_2 eliminated during mental work; and it was pointed out that only part of this CO_2 was likely to be attributable to a dilution of the CO_2 stored in the organism. The two above-mentioned experimenters, however, did not succeed in deciding, how great a quantity might be attributed to the work done simultaneously. The present experiments were consequently made to have this question of doubt replied to, using practically the same apparatus and methods as the aforesaid authors. By these measurements were decided not only the CO_2 eliminated, but also the O_2 absorbed; and at the same time an attempt was made to measure, by means of control-experiments, how great a quantity of the increased metabolism might issue from the increased respiration, caused by the work. The purpose of this was if possible to decide to what extent the central nervous system was accountable for the changes of metabolism obtained. — However, this proved impossible as varying and often considerable changes of the muscular tone influenced the metabolism, and neither directly nor indirectly could be done away with. From these measurements appears as follows:

The same sort of work will involve approximately constant changes of metabolism as regards the same subject. No constant proportion exists, however, between the increase of the O_2 absorbed and the CO_2 eliminated; a relatively small value of the former may frequently be connected with a relatively big value of the latter, and vice versa. The O_2 values show most frequently, but by no means always, smaller variations than the CO_2 values.

Different classes of work will, as regards the same subject, involve the bigger changes of metabolism the more strenuous the work in question is. These differences can be very great and are equally conspicuous in the CO_2 as well as in the O_2 values.

The same work may involve most various changes of metabolism as regards different subjects, which is only a natural consequence of the fact, that the metabolism grows with the strain. If a person has more practice in or talent for a

certain work than somebody else, it will naturally give him less trouble and consequently involve smaller changes of metabolism.

When the subject for some reason or other feels indisposed and must exert himself to a great extent in order to carry through what he is wanted to, the metabolism will, as a rule, show a considerable increase besides that, which asserts itself under normal conditions. On the other hand if the subject finds the work very easy for some reason or other, so that it may be carried through with ease, or if the mental work is altogether to be regarded as recreation and rest, then the metabolism can be reduced to such an extent that the increase is negative on an average. — These deviations from the normal changes of metabolism during mental work get explained by the fact, that a strain or relaxation of the attention will involve corresponding changes of the muscular tone, through which the metabolism is increased or decreased.

The changes of the muscular tone, which accompany the strain of attention, are under normal conditions limited probably to the muscles of the head, the arms and the hands, where their strength will grow with the concentration.

Emotions and sentiments will also cause tensions of the muscles, which may appear in all the muscles of the body, varying altogether in extensity and intensity with the kind of emotion in question. The difference between an emotion and the corresponding esthetic sentiment seems especially to depend upon the varying intensity with which the tension of the muscles appears during the two conditions.

The metabolism during the rest-period after the work is on an average less pronounced than during the rest-period before the work. Such a change of level seems only to appear during work, whereas only a slight oscillation of metabolism is perceptible during entire rest. The change of level depends in all likelihood upon a gradually appearing relaxation of the tone of the body-muscles, created by the inhibition of the work, that is to say, the psycho-physiological processes on the latent innervation of the muscles.

The decrease of the rest-metabolism during work will be counteracted when external or internal disturbances involve an intense strain of attention, which will invariably result in a considerable increase of muscular tone. The rest-metabolism may in such cases be bigger after the work than before.

When owing to its facility the work involves a relaxation of attention, the immediate result will be a voluntary relaxation of the body-muscles, which is again followed by the metabolic increases being negative in the beginning.

The greatly reduced muscular tone seems however incompatible with continued activity, and the metabolic increases will consequently become positive again sooner or later.

The increases of CO_2 during mental work are only slightly due to a dilution of CO_2 , even if this may to a certain extent be accountable for the CO_2 values obtained varying more than the corresponding O_2 values.

If a mental work is so easy or short that the sensation of fatigue is not felt,

there may nevertheless exist a slight effect of fatigue, as the amount of work decreases in the very beginning for later on to become constant; and corresponding variations of metabolism are observed.

If the work is so long or difficult as to produce a plainly expressed sensation of fatigue, the amount of work may nevertheless remain constant, or even grow towards the end, while the metabolic increases grow relatively much stronger.

An uncomfortable position during work is able to cause so great an increase of metabolism, that the influence of the accomplished work on the metabolic increases is wholly untraceable.

The measurements of metabolism show that mental as well as bodily fatigue are caused by the impossibility of replacing at once the energy transformed in the working organ, and this explains the reduced amount of work as well as expenditure of matter in the beginning, even where easier work is concerned and fatigue scarcely felt.

A vigorous motive of keeping the amount of work constant when hard and tedious work is done and the subject feels tired is likely to set fresh centres at work, but the greatly increased metabolism shows that the efficiency of the activity of these is very small.

The fact that fatigue appears during mental work shows plainly that a fairly big part of the obtained increases of metabolism must issue from the work of the central nerve system.



INDHOLD

	Side
Indledning	211 (3)
Apparater og Forsøgsanordning	213 (5)
Materialets Bearbejdning	219 (11)
Stofskiftets Afhængighed af Opmærksomhedsanspændelsen	225 (17)
Stofskiftets Afhængighed af Dispositionen	234 (26)
Stofskiftets Afhængighed af Tonusforandringer	241 (33)
Stofskiftets Afhængighed af Trætheden	252 (44)
Teoretiske Konsekvenser	260 (52)
Tabeller (5, 6 og 7)	269 (61)
Resumé	279 (71)

	Kr.	Øre
VI, med 4 Tavler. 1890—92	13.	75.
1. Lorenz, L. Lysbevægelsen i og uden for en af plane Lysbølger belyst Kugle. 1890	2.	"
2. Sørensen, William. Om Forbeninger i Svømmeblæren, Pleura og Aortas Væg og Sammensmeltningen deraf med Hvirvelsøjlen særlig hos Siluroiderne, samt de saakaldte Weberske Knoglers Morfologi. Med 3 Tavler. Résumé en français. 1890	3.	80.
3. Warming, Eug. Lagoa Santa. Et Bidrag til den biologiske Plantegeografi. Med en Fortegnelse over Lagoa Santas Hvirveldyr. Med 43 Illustrationer i Texten og 1 Tavle. Résumé en français. 1892	10.	85.
VII, med 4 Tavler. 1890—94	13.	75.
1. Gram, J. P. Studier over nogle numeriske Funktioner. Résumé en français. 1890	1.	10.
2. Prytz, K. Metoder til korte Tiders, særlig Rotationstiders, Udmaaling. En experimental Undersøgelse. Med 16 Figurer i Texten. 1890	1.	50.
3. Petersen, Emil. Om nogle Grundstoffers allotrope Tilstandsformer. 1891	1.	60.
4. Warming, Eug. Familien Podostemaceae. 4 ^{de} Afhandling. Med c. 185 mest af Forfatteren tegnede Figurer i 34 Grupper. Résumé et explication des figures en français. 1891	1.	50.
5. Christensen, Odin T. Rhodanchromammoniakforbindelser. (Bidrag til Chromammoniakforbindelsernes Kemi. III.) 1891	1.	25.
6. Lütken, Chr. Spolia Atlantica. Scopelini Musei Zoologici Universitatis Hauniensis. Bidrag til Kundskab om det aabne Havs Laxesild eller Scopeliner. Med 3 Tavler. Résumé en français. 1892	3.	50.
7. Petersen, Emil. Om den elektrolytiske Dissociationsvarme af nogle Syrer. 1892	1.	25.
8. Petersen, O. G. Bidrag til Scitamincernes Anatomi. Résumé en français. 1893	2.	75.
9. Lütken, Chr. Andet Tillæg til Bidrag til Kundskab om Arterne af Slægten <i>Cyamus</i> Latr. eller Hvalusener. Med 1 Tavle. Résumé en français. 1893	"	85.
10. Petersen, Emil. Reaktionshastigheden ved Methylætherdannelsen. 1894	1.	50.
VIII, med 3 Tavler. 1895—98	12.	25.
1. Melnert, F. Sideorganerne hos Scarabæ-Larverne. Les organes latéraux des larves des Scarabés. Med 3 Tavler. Résumé et explication des planches en français. 1895	3.	30.
2. Petersen, Emil. Damptryksformindskelsen af Methylalkohol. 1896	1.	"
3. Buchwaldt, F. En mathematisk Undersøgelse af, hvorvidt Vædsker og deres Dampe kunne have en fælles Tilstandsligning, baseret paa en kortfattet Fremstilling af Varmetheoriens Hovedsætninger. Résumé en français. 1896	2.	25.
4. Warming, Eug. Halofyt-Studier. 1897	3.	"
5. Johannsen, W. Studier over Planternes periodiske Livsyttringer. I. Om antagonistiske Virksomheder i Stofskiftet, særlig under Modning og Hvile. 1897	3.	75.
6. Nielsen, N. Undersøgelser over reciproke Potenssummer og deres Anvendelse paa Rækker og Integraler. 1898	1.	60.
IX, med 17 Tavler. 1898—1901	17.	"
1. Steenstrup, Japetus, og Lütken, Chr. Spolia Atlantica. Bidrag til Kundskab om Klump- eller Maaneliskene (<i>Molidæ</i>). Med 4 Tavler og en Del Xylografer og Fotogravurer. 1898	4.	75.
2. Warming, Eug. Familien Podostemaceae. 5 ^{te} Afhandling. Med 42 Figurgrupper. Résumé en français. 1899	1.	60.
3. Meyer, Kirstine. Om overensstemmende Tilstande hos Stofferne. En med Videnskabernes Selskabs Guldmedaille belønnet Prisaafhandling. Med en Tavle. 1899	2.	60.
4. Jørgensen, S. M. Om Zeise's Platosemiæthylen- og Cossa's Platosemiamminsalte. Med 1 Tavle. 1900	"	75.
5. Christensen, A. Om Overbromider af Chinaalkaloider. 1900	1.	"
6. Steenstrup, Japetus. Heteroteuthis <i>Gray</i> , med Bemærkninger om Rossia- <i>Sepiola</i> -Familien i Almindelighed. Med en Tavle. 1900	"	90.
7. Gram, Bille. Om Proteinkornene hos oliegivende Frø. Med 4 Tavler. Résumé en français. 1901	2.	50.
8. Melnert, Fr. Vandkalvelarverne (<i>Larvæ Dytiscidarum</i>). Med 6 Tavler. Résumé en français. 1901	5.	35.
X, med 4 Tavler. 1899—1902	10.	50.
1. Juel, C. Indledning i Læren om de grafiske Kurver. Résumé en français. 1899	2.	80.
2. Billmann, Einar. Bidrag til de organiske Kvægsølvforbindelsers Kemi. 1901	1.	80.
3. Samsøe Lund og Rostrup, E. Marktidseleu (<i>Cirsium arvense</i>). En Monografi. Med 4 Tavler. Résumé en français. 1901	6.	"
4. Christensen, A. Om Bromderivater af Chinaalkaloiderne og om de gennem disse dannede brintfattigere Forbindelser. 1902	1.	40.
XI, med 10 Tavler og 1 Kort. 1901—03	15.	05.
1. Warming, Eug. Familien Podostemaceae. 6 ^{te} Afhandling. Med 47 Figurgrupper. Résumé en français. 1901	2.	15.
2. Ravn, J. P. J. Molluskerne i Danmarks Kridtaflejninger. I. Lamellibranchiater. Med 1 Kort og 4 Tavler. 1902	4.	"
3. Winther, Chr. Rotationsdispersionen hos de spontant aktive Stoffer. 1902	2.	"
4. Ravn, J. P. J. Molluskerne i Danmarks Kridtaflejninger. II. Scaphopoder, Gastropoder og Cephalopoder. Med 5 Tavler. 1902	3.	40.
5. Winther, Chr. Polarimetriske Undersøgelser II: Rotationsdispersionen i Opløsninger	1.	60.
6. Ravn, J. P. J. Molluskerne i Danmarks Kridtaflejninger. III. Stratigrafiske Undersøgelser. Med 1 Tavle. Résumé en français. 1903	3.	85.
XII, med 3 Tavler og 1 Kort. 1902—04	10.	50.
1. Forch, Carl, Knudsen, Martin, und Sørensen, S. P. L. Berichte über die Konstantenbestimmungen zur Aufstellung der hydrographischen Tabellen. Gesammelt von <i>Martin Knudsen</i> . 1902	4.	75.
2. Bergh, R. Gasteropoda opisthobranchiata. With three plates and a map. (The Danish expedition to Siam 1899—1900, I.) 1902	3.	45.
3. Petersen, C. G. Joh., Jensen, Søren, Johansen, A. C., og Levinsen, J. Chr. L. De danske Farvandes Plankton i Aarene 1898—1901. 1903	3.	25.
4. Christensen, A. Om Chinaalkaloidernes Dibromadditionsprodukter og om Forbindelser af Alkaloidernes Chlorhydrater med højere Metalchlorider. 1904	1.	35.

Fysiske og kemiske Skrifter

udgivne af Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab

(udenfor Skrifternes 6. Række, se Omslagets S. 2—3):

	Kr. Øre
Barfoed, C. T. Nogle Undersøgelser over de isomeriske Tinsyrer. 67.	60.
Christiansen, C. Magnetiske Undersøgelser. 76.	1. "
Colding, A. Undersøgelser om de almindelige Naturkræfter og deres gjensidige Afhængighed, samt: Om Magnetens Indvirkning paa blødt Jern Med 4 Tavler. 50	2. 65.
— Undersøgelser over Vanddampene og deres bevægende Kraft i Dampmaskinen. 52	" 85.
— Om Lovene for Vandets Bevægelse i lukkede Ledninger. Med 3 Tavler. 57	1. 65.
— De frie Vandspejlsformer i Ledninger med konstant Vandføring. Med 3 Tavler. 63	1. "
— Om Udstrømning af Varme fra Ledninger for varmt Vand. 64	1. "
— Om Strømningsforholdene i almindelige Ledninger og i Havet. Med 3 Tavler. Résumé en franç. 70	5. 15.
— Om Lovene for Vandets Bevægelse i Jorden. Med 2 Tavler. Résumé en franç. 72	1. 65.
— Fremstilling af Resultaterne af nogle Undersøgelser over de ved Vindens Kraft fremkaldte Strømninger i Havet. 76	" 85.
Jørgensen, S. M. Nogle Analogier mellem Platin og Tin. 65.	" 35.
— Om den saakaldte Herapathit og lignende Acidperjodider. 75	3. 75.
Lorenz, L. Experimentale og theoretiske Undersøgelser over Legemernes Brydningsforhold. I. 69	1. "
— do. II. 75	1. 10
Nørgaard. Bidrag til Oplysning om de kulsure Magnesiaforbindelser. Med 1 Tavle. 50	" 80.
Scharling, E. A. Undersøgelser over Urin. 43	" 50.
— Undersøgelser over den Quantitet Kulstof, som i Form af Kulsyre forlader det menneskelige Legeme i Døgnets Løb. 43	" 65.
— Fortsatte Forsøg for at bestemme Kulsyren i Menneskets Udaanding. Med 1 Tavle. 45	" 80.
— Tredie Række af samme. 49	" 30.
— Bidrag til Oplysning om de i Handelen forekommende Balsamers kemiske Forhold. 55	1. "
— Om Døglal og Æthal. 55	" 50.
Thomsen, Jul. Bidrag til et thermochemisk System. 52	1. 30.
— Den elektromotoriske Kraft udtrykt i Varmeenheder. 58	" 75.
— Thermochemiske Undersøgelser over Affinitetsforholdene mellem Syrer og Baser i vandig Opløsning I. Med 1 Tavle. Résumé en franç. 69	" 85.
— do. V—VIII. 70	1. 35.
— do. IX. 70	1. "
— do. X. 71	1. 35.
— do. XI. Med en Tavle. 73	1. 35.
— do. XII. 73	" 85.
Topsoe, H., & Christiansen, C. Krystallografisk-optiske Undersøgelser, med særligt Hensyn til isomorfe Stoffer. 73.	3. "
Zeise, W. C. Om Acechlorplatin. 41.	1. "
— Om et Product af Ammonium-Sulphocyan-Hydrat ved Chlor. 43	" 40.
— Undersøgelser over Producterne ved Tobakkens tørre Destillation og over Tobaksrøgens kemiske Beskaffenhed. 43	" 50.
— Om Virkningen mellem xanthogensyret Kali og Jode. 45	" 50.
— Om Virkningen mellem Kali-Methyloxid-Sulphocarbonat og Jode. 47	" 30.