

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab.
Biologiske Meddelelser. **VI**, 7.

NOGLE UNDERSØGELSER OVER
DEN RESPIRATORISKE
KVOTIENT UNDER KORTVARIGT
MUSKELARBEJDE

AF

J. LINDHARD



KØBENHAVN

HØVEDKOMMISSIONÆR: ANDR. FRED. HØST & SØN, KGL. HOF-BOGHANDEL
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI

1927

Pris: Kr. 1,00.

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs videnskabelige Meddelelser udkommer fra 1917 indtil videre i følgende Rækker:

Historisk-filologiske Meddelelser,
Filosofiske Meddelelser,
Mathematisk-fysiske Meddelelser,
Biologiske Meddelelser.

Hele Bind af disse Rækker sælges 25 pCt. billigere end Summen af Bogladepriserne for de enkelte Hefter.

Selskabets Hovedkommissionær er *Andr. Fred. Høst & Søn*, Kgl. Hof-Boghandel, København.

BIOLOGISKE
MEDDELELSER

UDGIVNE AF

DET KGL. DANSKE VIDENSKABERNES SELSKAB

6. BIND

MED 12 TAVLER



KØBENHAVN

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

1926—27

INDHOLD

1. Zur Kenntniss der Quellenhydracarinien auf Møens Klint nebst einigen Bemerkungen über die Hydracarinien der dortigen stehenden Gewässer. Mit 7 Tafeln und 5 Textfiguren. Von O. LUNDBLAD.
 2. Marine Algæ from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. II. Phæophyceæ. By F. BØRGESEN.
 3. The Flora of Greenland and its Origin. By C. H. OSTENFELD.
 4. Investigations upon Immunisation against Metastasis Formation in Experimental Cancer. With 5 plates. By JOHANNES FIBIGER and POUL MØLLER.
 5. The Geographical Distribution of some Arctic Micromycetes. By J. LIND.
 6. Marine Algæ from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. III. Rhodophyceæ. Part I. Bangiales and Nemalionales. By F. BØRGESEN.
 7. Nogle Undersøgelser over den respiratoriske Kvotient under kortvarigt Muskelarbejde. Af J. LINDHARD.
-
-

Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab.
Biologiske Meddelelser. **VI**, 7.

NOGLE UNDERSØGELSER OVER
DEN RESPIRATORISKE
KVOTIENT UNDER KORTVARIGT
MUSKELARBEJDE

AF

J. LINDHARD



KØBENHAVN

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

1927

Bestemmelsen af den respiratoriske Kvotient, Forholdet mellem det i en given Tid udaandede Rumfang CO_2 og det i samme Tid optagne Rumfang O_2 , bestemt som Differens mellem den ind- og udaandede Iltmængde, har en ret betydelig fysiologisk Interesse, fordi Kvotienten under visse Betingelser tillader os at drage værdifulde Slutninger med Hensyn til de indenfor det betragtede Tidsrum foreløbende Stofskifteprocesser, idet de forskellige Næringsstoffer forbrænder med én for hvert enkelt Stof karakteristisk Kvotient.

Hvis den respiratoriske Kvotient nu var et entydigt Udtryk for Nedbrydningsprocesserne i Organismen og ikke lod sig paavirke af andre — i denne Forbindelse uvedkommende — Faktorer, vilde det være forholdsvis let at skaffe sig et paalideligt Overblik over Omsætningen, idet de rent tekniske Fejl paa Bestemmelsen ved hensigtsmæssigt Valg af Undersøgelsesmetode lader sig bringe ned til en Størrelsesorden, der falder indenfor de fysiologiske Svingningers Grænser. Der er imidlertid andre og større Vanskeligheder at overvinde, og disse stammer fra det undersøgte Individ. Man bestemmer de Luftmængder, der passerer ind og ud gennem Forsøgspersonens øvre Luftveje, og Forsøget fordrer derfor, at der ved Periodens Begyndelse og Slutning findes samme Luftmængde i Forsøgspersonens Lunger, og at dennes Sammensætning er uforandret under Forsøget;

Ændringer heri vil, navnlig i meget kortvarige Forsøg, kunne medføre betydelige Fejl paa Kvotienten, naar denne skal tages som et Udtryk for Nedbrydningsprocesserne i Legemet, og saadanne Ændringer er ingenlunde ualmindelige, men maa tværtimod betragtes som Udslag af Organismens normale Regulationsprocesser.

Under rolige Respirationsforhold bestemmes Lungeluftens Sammensætning af et Sammenspil mellem forskellige Faktorer: Forbrændingsprocessernes Natur og Omfang, Blodets CO_2 -Spænding og Respirationscentrets Følsomhed for Kulsyre. Det er de to sidstnævnte Størrelser, der er afgørende for Lungeventilationen, og denne i Forbindelse med Luftspændingerne i Blodet bestemmer Lungeluftens Sammensætning. Disse forskellige Funktioner vil indstille sig mod hverandre saaledes, at man trods de Svingninger i Lungeluftens Sammensætning, der foraarsages af Respirationsfasernes Skiften, kan tale om en Ligevægtstilstand, under hvilken Kvotienten kan betragtes som et kvalitativt Udtryk for Stofskiftet; men enhver Ændring i de før nævnte Funktioner medfører Forstyrrelser af denne Ligevægt og vil som Følge heraf »forfalske« Kvotienten; først naar en ny Ligevægtstilstand er etableret, kan man atter regne med Kvotienten som et Udtryk for Stofskiftet. Ligevægten kan forstyrres af en forøget CO_2 -Spænding i Blodet fremkaldt af fixe Syrer, f. Eks. Mælkesyre, der jo dannes i stor Mængde under Muskelkontraktionen; meget effektiv i denne Henseende er ligeledes Følsomhedsændringer i Respirationscentret, og disse er ganske særlig forstyrrende, fordi de som oftest beror paa Forhold, der er Stofskiftet ganske uvedkommende, og fordi de saa at sige momentant kan medføre meget store Ventilationsforandringer. De pludselige og stærke Svingninger opstaaede ad denne Vej gaar i Reglen

i den Retning, at den dissociabelt bundne, let opløselige og let diffusible CO_2 udvaskes af Blodet og saaledes giver Anledning til stærke og pludselige Kvotientstigninger. Saa-danne »nervøse« Forstyrrelser af Ligevægten kan dels være accidentelle, dels optræde ganske lovmæssigt som ved Overgangen fra Hvile til Muskelarbejde.

Under stabile Forhold er altsaa Kvotienten et kvalitativt Udtryk for Stofskiftet; men dette er ikke ensbetydende med, at den giver Oplysninger om, hvilke Stoffer der nedbrydes, idet syntetiske Processer kan gribe forstyrrende ind. Man ved, at

Kulhydrat forbrænder med Kvotienten	1.00
Protein	ca. 0.8
Fedt	0.71

Hvis man ad anden Vej bestemmer Proteinstoffernes Andel i Stofskiftet, kan man ved Hjælp af et Respirationsforsøg bestemme, hvor meget Kulhydrat resp. Fedt der er nedbrudt i en given Forsøgsperiode. Gælder det om at afgøre, hvilket af de N-frie Næringsstoffer der fortrinsvis nedbrydes under Arbejde, bliver Bestemmelsen af Proteinnedbrydningen overflødig, fordi man véd, at denne ikke forandres under Muskelarbejdet; man kan da ved fra det samlede Stofskifte i Arbejds- og Efterperioden at subtrahere Hvilestofskiftet finde den af Arbejdet foranledigede Stofskifte-stigning og deraf »Arbejdsquotienten«. Men hvis Organismen paa Forsøgets Tidspunkt f. Eks. konverterer sine overskydende Kulhydrater til Fedt, saa vil paa Grund af Kulhydratmolekylets store Iltindhold ikke ubetydelige Mængder af Ilt blive frie og altsaa blive til Raadighed for Nedbrydningsprocesserne. Man kan under disse Omstændigheder finde Kvotienter > 1 . Omvendt kan man, hvis Fedt om-

dannes til Kulhydrat, træffe Kvotienter, der ligger lavere end den rene Fedtkvotient. Det er dog naturligvis ikke nødvendigt, at Udslagene bliver saa store; det maa tværtimod, som KROGH & LINDHARD (1) ved en tidligere Lejlighed har gjort opmærksom paa, antages, at man, naar det gælder Kvotienter under omtr. 0.8 eller over ca. 0.9, maa være forberedt paa, at disse kan være paavirkede af saadanne Omlejringsprocesser.

Naar man tager alle disse Forhold i Betragtning, vil man forstaa, at en Bestemmelse af den respiratoriske Kvotient kan være en Opgave, der kræver en ikke ringe Agtpaagivenhed fra Forsøgslederens Side; dette forklarer, hvorfor saadanne Bestemmelser ofte bliver af temmelig ringe Værdi.

Formaalet med den Forsøgsrække, som i denne Afhandling skal omtales nærmere, var at underkaste den af A. V. HILL og nogle af hans Elever fremsatte Paastand (2), at et kortvarigt Muskelarbejde foregaar udelukkende paa Bekostning af Kulhydrat, en nærmere Prøvelse. Hvis man undersøger den ved Arbejdet foranledigede Stofskiftetigning, skal altsaa den respiratoriske Kvotient vise sig at være = 1.

Spørgsmaalet om, hvilke Stoffer der nedbrydes under Muskelarbejdet, er af gammel Dato og har været besvaret forskelligt gennem Tiderne. I 1911 afgjorde ZUNTZ i OPPENHEIMER'S »Handbuch der Biochemie« Sagen derhen, at samtlige Stoffer, der nedbrydes i Legemet, ogsaa vil kunne tjene som Energikilde for Muskelarbejdet og med samme Nyttevirkning, dog naturligvis under Hensyn til deres forskellige kaloriske Værdi. ZUNTZ vendte sig særlig mod den af CHAUVEAU fremsatte Paastand, at Fedtforbrug under Muskelarbejde maatte medføre et Energitab for Organismen

paa omtrent 30 %. De senere Aars Undersøgelser paa Muskelfysiologiens Omraade, særlig FLETCHER & HOPKINS', A. V. HILL'S og MEYERHOF'S Arbejder, gjorde det imidlertid sandsynligt, at Kulhydrater maatte indtage en Særstilling i Muskulens Stofskifte, og dette foranledigede KROGH & LINDHARD (1) til at tage Spørgsmaalet op til Revision, bl. a. ogsaa fordi en Del af det Forsøgsmateriale, som ZUNTZ byggede paa, syntes mindre sikkert. Forsøgene blev udførte ved Hjælp af et Respirationskammer bygget efter JAQUET'S Princip. Takket være et af KROGH konstrueret Luftanalyseapparat, der tillod at analysere Kammerluften med en Nøjagtighed af ± 0.001 %, opnaaede KROGH & LINDHARD en langt større Nøjagtighed saavel paa Stofskiftebestemmelserne som paa Kvotienten end tidligere Undersøgere, og det meget store Forsøgsmateriale gav da som Resultat, at Kvotienten under Arbejde var den samme som i Hvile, dog med den Undtagelse, at meget høje Hvilekvotienter gik lidt ned under Arbejde, medens de meget lave steg en lille Smule. Dette Resultat mente Forff. at kunne forklare derved, at som allerede omtalt extreme Kvotienter maa antages at være et Udtryk for, at der i Organismen samtidig med Nedbrydningen foregaar Omlejring af Kulhydrat til Fedt eller omvendt. — Disse Resultater viser, at Organismen under Muskelarbejde i det Store og Hele nedbryder de samme Stoffer i samme indbyrdes Forhold som i Hvile, blot i forøget Mængde. For saa vidt bekræftede Forsøgene altsaa ZUNTZ'S Opfattelse; men Forsøgene viste endvidere i Modsætning til de ZUNTZ'SKE, at Arbejde paa Basis af Fedt nedbrydning medførte et Energital paa omkring 11 % af Fedtets kaloriske Værdi. Disse Arbejdsforsøg var imidlertid ret langvarige, $1\frac{1}{2}$ —2 Timer, og Prøvetagningen begyndte først 20—25 Minutter efter

Arbejdets Begyndelse, ligesom Efterperioden blev ladet ude af Betragtning, — ikke fordi denne var ukendt for Forff.; det er KROGH & LINDHARD (3) og ikke HILL, der først har behandlet Arbejdets Eftervirkninger kvantitativt, — men fordi den, som Forsøgsplanen var lagt, maatte betragtes som betydningsløs. Naar nu HILL og hans Folk paastaar, at et ganske kortvarigt Muskelarbejde foregaar udelukkende paa Bekostning af Kulhydrat, da kan dette ikke direkte modbevises ved Hjælp af de her omhandlede ældre Forsøg, og der var derfor Anledning til at gaa HILL's Forsøg efter med den af ham selv anvendte Metodik.

HILL og hans Medarbejdere anvender ved deres Forsøg DOUGLAS-Sække; denne Metodes praktiske Udførelse, dens Fordele og dens Begrænsning skal vi senere komme tilbage til. Desværre er Arbejdets Størrelse i de engelske Forsøg meget daarligt defineret, idet Forsøgene er foretagne under Gang og Løb; man har da kun Iltoptagelsens Størrelse at holde sig til. Det Materiale, paa hvilket HILL bygger sin Hypotese, bestaar af 11 Forsøg i 2 Serier med samme Forsøgsperson; der findes i disse Serier endvidere 7 Forsøg, om hvilke Oplysningerne er saa mangelfulde, at de ikke kan bruges i denne Forbindelse. Kun i ét af Forsøgene er Iltoptagelsen under 2000 c. c.; Varigheden er fra 13 til 210 Sek. I Gennemsnit er Hvilekvotienten 0.81, »Arbejdskvotienten« 1.03, varierende mellem 0.93 og 1.13. Der findes imidlertid i samme Afhandling en Tabel indeholdende 17 Forsøg med 3 forskellige Forsøgspersoner, som Forff. ikke omtaler i denne Forbindelse. Varigheden af disse Forsøg er mellem 16.3 og 183 Sec., og der findes 8 Forsøg, i hvilke den Del af Iltoptagelsen, der falder paa selve Arbejdet, er under 2000 c. c.; Kvotienten varierer mellem 0.63 og 1.57; overfor 4 af de højeste Kvotienter

har Forff. dog taget Forbehold, og vi skal derfor ikke nærmere beskæftige os med disse. En Række paa 3 Forsøg med samme Fp. er karakteristisk:

m/Min.	Sekunder	Stofskiftestigning c. c.	»Arbejds- kvotient«
3.1	82.0	3630	0.79
3.85	44.0	2580	0.93
4.85	30.5	3150	0.98

Hvilekvotienten er her 0.80. Som man ser, er Kvotienten i det 1' Forsøg lig Hvilekvotienten, og det samme gælder for et Forsøg med omtrent samme Hastighed med en anden Forsøgsperson; men i de følgende Forsøg stiger Kvotienten. Nu hævder Forff., at »an element of muscular exercise« af saa kort Varighed, at det ikke nævneværdigt berører »the general metabolism of the body«, foregaar paa Bekostning af Kulhydrat. Men det turde dog vel være givet for det første, at »the general metabolism of the body« er det eneste, som HILL er i Stand til at undersøge paa levende Mennesker, for det andet, at det naturligvis ikke kan være Arbejdets Varighed men maa være Stofskiftestigningens Størrelse, der er afgørende for, hvornaar et eventuelt Kulhydratforraad i Musklen slipper op. Betragter man de 3 Forsøg ovenfor, da ser man let, at Kvotienten aldeles ikke retter sig efter Stofskiftestigningen; den retter sig derimod efter Hastigheden (Belastningen), og ser man paa Kvotienten i de før nævnte 8 »små« Forsøg, da finder man følgende Række:

0.71, 0.68, 0.63, 1.20, 0.65, 1.23, 0.71 og 1.25.

De tilsvarende Hvilekvotienter er ligeledes meget varierende. Forsøg som disse er meget vanskelige at bedømme, men det kan dog næppe antages, at de meget lave Kvo-

tienter kan skyldes Forsøgsfejl af en saadan Størrelse, at det i Virkeligheden skulde dreje sig om Kvotienter i Nærheden af 1; hvis dette skulde være Tilfældet, da er alt det af HILL og hans Medarbejdere offentliggjorte Materiale værdiløst ikke blot, hvad Kvotienterne angaar, men ogsaa i andre Henseender. Man maa vel have Lov til at gaa ud fra, at Fejlene ikke er meget større end i de førstnævnte af de samme Forff. offentliggjorte Forsøg, hvor de endda er ikke saa lidt større, end en mere kritisk Forsøgsleder vilde finde sig i. Men hvis saa er, da skulde man, hvis man ser bort fra de tre meget høje Kvotienter, der kun kan bero paa Kulsyreudvaskning, kunne slutte, at det mindste Arbejde giver de laveste Kvotienter.

HILL's egne Forsøg synes altsaa — for saa vidt som de overhovedet kan bruges til noget som helst, — at »Arbejdskvotienten« kun ganske undtagelsesvis er lig 1. For nylig har E. SIMONSON (4) behandlet det samme Spørgsmaal med samme Resultat. Forf. anvender i Modsætning til Englænderne den gamle ZUNTZ-GEPPERT'ske Metodik. I en Række paa 10 Forsøg varierer Kvotienten mellem 0.71 og 1.31; af denne Række uddrager Forf. Middeltallet 0.999 og konstaterer derpaa, at HILL har Ret: et kortvarigt Arbejde (indtil 10 Minutter) foregaar paa Bekostning af Kulhydrat. Der er hertil kun at sige, at hvis Variationen af disse Kvotienter skyldes Forsøgsfejl, da er Metoden ubrugelig; man kan fornuftigvis ikke udtale sig om Kvotientens Variationer indenfor Grænserne 0.71—1.00 paa Grundlag af Forsøgsresultater, der spreder over det dobbelte Interval; og hvis paa den anden Side disse Kvotienter er reelle, da er de inkommensurable, beroende paa Aarsager, der ikke har noget med hinanden at gøre, og det er da ganske utilladeligt at danne Middeltal af dem.

Fra et videnskabeligt Synspunkt set fortjener Forsøg som de her omtalte ikke, at man beskæftiger sig med dem, dels er de altfor daarligt udførte, dels er de Slutninger, man har bygget paa Resultaterne, rent logisk uholdbare; praktiske Forhold gør det imidlertid ønskeligt, at de bliver imødegaaede.

Den Metode, der er anvendt i de nedenfor omtalte Forsøg, og som altsaa i det Væsentlige er den samme som den, man paa HILL's Laboratorium har benyttet sig af, bestaar i at lade Forsøgspersonen respirere gennem Mundstykke og Ventil og opsamle Expirationsluften i DOUGLAS-Sække, d. e. lufttætte Poser af tyndt Kautschuck, forsynede med Harmonikafolder saaledes, at de dels kan klappes fuldstændigt sammen, dels kan udvides ret betydeligt, uden at der kommer Spænding i Væggen og derved Modstand mod Expirationen. Den fyldte Sæk er kileformet og rummer ca. 70 Liter, den fyldes gennem et Stykke omtrent 25 mm vid Kautschuckslange, der er befæstet midt paa Kilens Egg. Ventilationen maales ved, at Sækken tømmes gennem en kalibreret Gasmaaler; Luftprøve til Analyse tages gennem en Stikledning fra det Rør, hvorigennem Sækken tømmes. Gentagne Undersøgelser har vist, at der ikke findes Blandingsvanskeligheder. Arbejdet foregik paa det KROGH'ske Cycleergometer; Tempoet var i saa godt som alle Tilfælde omtrent 60 Pedalomdrejninger pr. Minut, Belastningen og dermed Arbejdet pr. Omdrejning varierede; med 60 Pedalomdrejninger pr. Minut og en Belastning paa 2 kg var det tekniske Arbejde 892 kgm pr. Minut, med 2.5 kg Belastning altsaa 1115 kgm. For ikke at hindre Forsøgspersonens Bevægelsesfrihed blev DOUGLAS-Sækkene anbragte paa et Traadnet, befæstet i en noget sværere Jerntraadsramme, der var ophængt i lange Snore under Loftet. Der var paa

Traadnettet Plads til 3 Sække; disse blev forbundne med de 3 Ansatsrør paa en 4-gangshane af Metal, hvis 4' Rør, der gik ned gennem Traadnettet, var forbundet med en LOVÉN-Ventil og en 3-gangshane med Mundstykke. Naar en Sæk var fyldt, kunde den let og uden Gêne for Forsøgspersonen ombyttes med en anden.

Den daglige Routine var da følgende: Forsøgspersonen kom til Laboratoriet om Formiddagen »paa fastende Hjærte«, satte sig straks ned og begyndte kort efter at respirere gennem et Mundstykke og Ventilapparat for at fylde de Sække, der skulde anvendes til Forsøget, med Expirationsluft. Man opnaaede derved, at disses skadelige Rum, der androg omtrent $\frac{1}{2}$ Liter, blev fyldt med Luft af tilnærmelsesvis samme S sammensætning som den, der under Forsøget fyldte Sækken. Efter $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Times Forløb satte Forsøgspersonen sig op paa Cycleergometret med Fødderne paa Fodpladerne; efter yderligere 15—20 Minutters Forløb anbragte han Næseklemme og Mundstykke og respirerede gennem dette til Atmosfæren i en halv Snes Minutter, forinden Hvileforsøget blev foretaget. Efter vore tidligere Erfaringer med den meget øvede Forsøgsperson P. G., der blev anvendt i de fleste Forsøg, maatte denne Fremgangsmaade betragtes som fuldkommen betryggende, saaledes at man kunde betragte Hvileforsøget, der varede 6—7 Minutter, som et paalideligt Udtryk for Forsøgspersonens Hvileniveau med Hensyn saavel til Stofskifte som til Kvotient. Hvileforsøget blev aldrig umiddelbart efterfulgt af et Arbejdsforsøg, da Forberedelserne til dette let kunde komme til at virke forstyrrende paa Forsøgspersonens Respiration.

Et Par Minutter efter Hvileforsøgets Slutning begyndte Arbejdsforsøget. I de ganske kortvarige Forsøg anvendtes kun en enkelt Sæk, i de noget længerevarende flere. Hvis

der var Brug for mere end 3 Sække, opsamledes Expirationsluften ikke kontinuerligt, men man gjorde efter Fyldning af 3' Sæk et Ophold, under hvilket Forsøgspersonen respirerede til Atmosfæren, medens Forsøgsbetingelserne for øvrigt var ganske uforandrede. Efter Pausen foretoges paany et Forsøg, hvorefter atter en Pause o. s. fr.; Arbejdsperioden sluttede altid med et Respirationsforsøg, og man gik der-

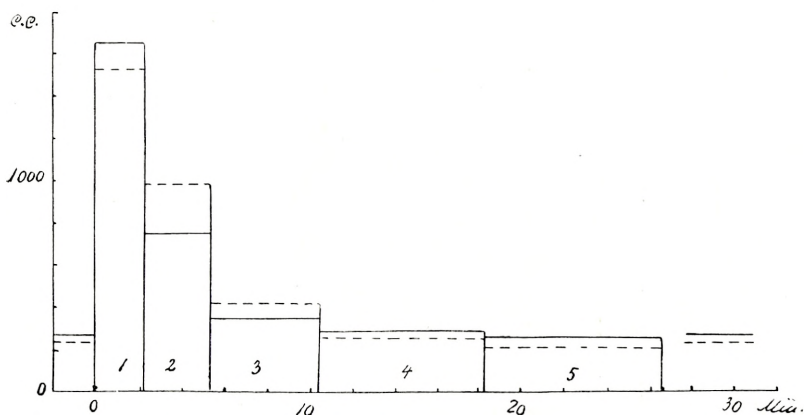


Fig. 1.

paa umiddelbart over til det første Forsøg i Efterperioden. Man tog nu atter 3 Forsøg kontinuerligt for derefter eventuelt at indskyde en Pause før det 4' og eventuelle senere Forsøg. Det første Forsøg i Efterperioden blev som Regel gjort noget kortere end de senere, fordi Svingningerne i de undersøgte Funktioner netop i denne Periode er meget store.

Fig. 1—3 gengiver Stofskiftets Variationer under og efter Arbejde. Figureerne er tegnede med Tiden som Abscisse og Stofskiftet som Ordinat; den fuldt optrukne Linie viser Iltoptagelsen, den stiplede Kulsyreafgiften. Tallene angiver de Perioder, i hvilke Expirationsluften er opsamlet, i de mellemliggende Perioder er Stofskiftet bestemt ved Inter-

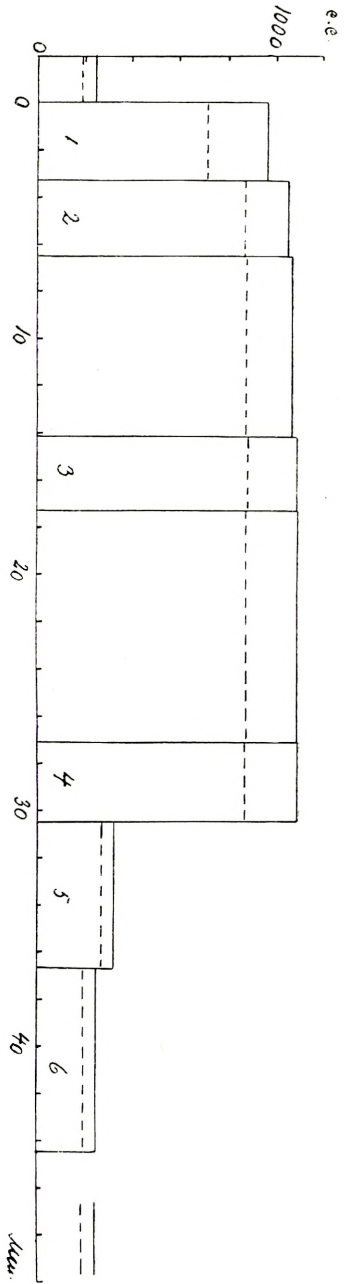


Fig. 2.

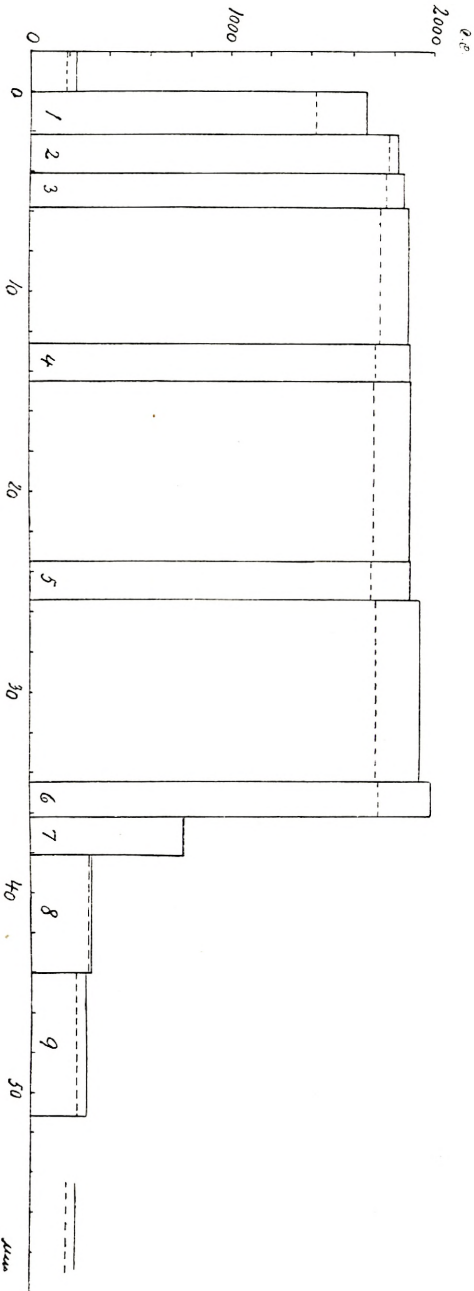


Fig. 3.

pulation. Hvileniveauet er angivet saavel før som efter Arbejdsperioden.

Fig. 1 viser Forløbet af et kortvarigt Forsøg med strængt Arbejde (1115 kgm pr. Minut). Man ser, at Stofskiftet stiger stærkt og pludseligt for lige saa pludseligt at falde til mindre end Halvdelen; samtidig stiger Kvotienten meget stærkt. Forsøget er opført som F. 5 i Tabellen; Kvotientens Variationer efter Arbejdets Slutning er vist paa Fig. 5.

Fig. 2 repræsenterer et noget længerevarende Forsøg med en lille Belastning (Arbejde 446 kgm pr. Minut). Forsøget er opført som F. 10 i Tabellen.

Fig. 3 viser ligeledes et noget længerevarende Forsøg; men Arbejdet pr. Tidsenhed er i dette Tilfælde dobbelt saa stort som i det foregaaende Forsøg; de Perioder, i hvilke Expirationsluften opsamles, er derfor kortere, og Interval-lerne længere end i dette. Stofskiftet er i det sidste Arbejdsforsøg vistnok paa Grund af Træthed steget med 5—6 0/0, hvilket naturligvis medfører en ringe Usikkerhed paa Interpolationen. Forsøget er opført i Tabellen som F. 11, og Kvotientens Variationer er fremstillede paa Fig. 6.

Denne Metode har som enhver anden sine Fortrin og sine Mangler. Man kan indvende, at Nøjagtigheden paa den enkelte Bestemmelse bliver mindre end ved den af KROGH & LINDHARD anvendte Metode, fordi Luftanalyserne er mindre nøjagtige; men paa den anden Side maa det hævdes, at Analysenøjagtigheden i den her omhandlede Metode maa betragtes som fuldtud tilstrækkelig for det foreliggende Formaal. Endvidere har Metoden den Ulempe, at der respireres gennem Mundstykke. I Længden vil Mundstykke-aanding altid virke generende selv for trænede Folk, idet Mundstykket rent mekanisk kan virke irriterende paa Mundslimhinden, men ogsaa, og maaske mest derved, at den

fremkalder en ubehagelig Tørhedsfornemmelse i Munden, som det er vanskeligt at overvinde. Ogsaa den Klemme, hvormed der lukkes for Næsen, kan i visse Tilfælde komme til at virke ubehageligt. Endelig kan den siddende Stilling paa Ergometret komme til at virke trættende. Arbejdet virker dog i saa Henseende som en behagelig Afbrydelse, og efter et længerevarende strengt Arbejde behøver en efterfølgende Hvileperiode ingenlunde at virke ubehageligt, selv om man skal blive siddende paa Cycleergometret; dette er derimod ofte Tilfældet, hvis Arbejdet gøres kort og af en saadan Intensitet, at Efterperioden maa gøres lang; man vil da, paa Grund af den Træthedsfornemmelse, som den ensformige Stilling medfører, og som frister Forsøgspersonen til at røre paa sig og skifte Stilling, paa Grund af Gæner ved Mundstykket etc., paa Grund af psykisk Ubehag ved det tvungne i Situationen, kunne fremkalde en Stigning saavel af Stofskiftet som af Kvotienten, der let bliver kompromitterende for Undersøgelsens Resultat. Meget tyder paa, at det bl. a. er saadanne Forhold, der har bidraget til at gøre HILL's Forsøgsresultater ubrugelige.

Fig. 4 maa tjene som Illustration til det her berørte Forhold. Der findes i dette Forsøg (F. 2 i Tabel I) fire Stofskiftebestemmelser i Efterperioden, der giver Kvotienterne 0.84, 0.80, 0.805 og 0.805. Hvilekvotienten er 0.75. Forsøger man at konstruere en Kurve svarende til Kvotientens sandsynlige Bevægelse, idet man støtter sig til andre Kvotientkurver, hvis Forløb man kan bestemme med større Sikkerhed, og idet man erindrer, at Kurven indenfor den betragtede Periode skal afgrænse lige store Arealer paa hver Side af den Linie, der repræsenterer Kvotientens gennemsnitlige Niveau, da vil man komme til den paa Fig. 4 gengivne Kurve, eller i alt Fald til en meget lignende. Ved

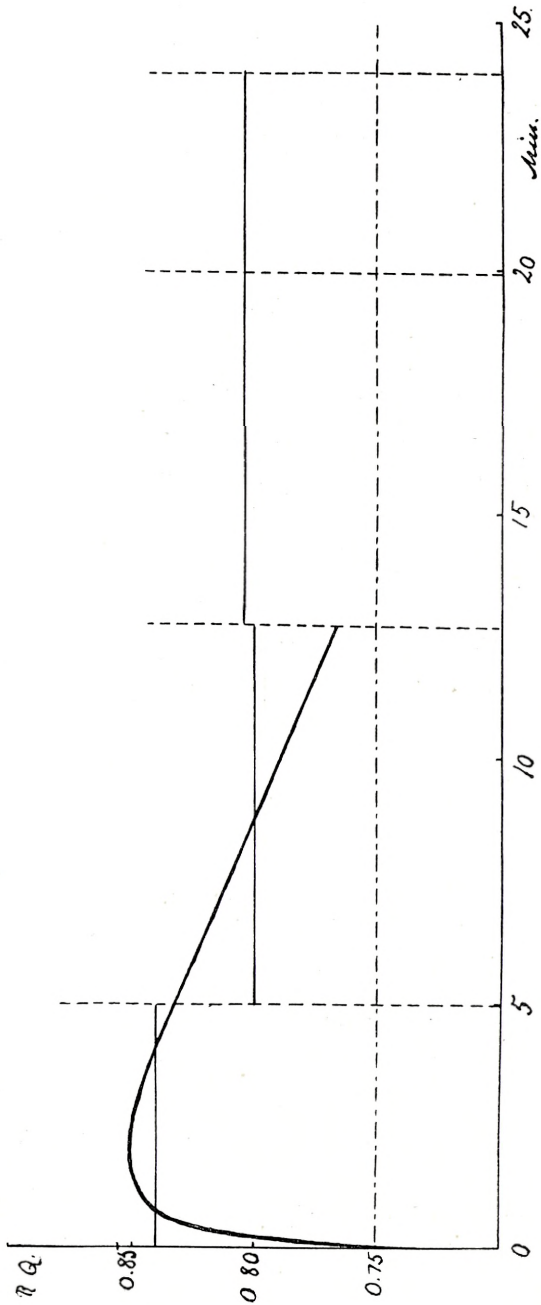


Fig. 4. Kvotientens Variationer efter Arbejde. F. 2.
 De lodrette stiplede Linier angiver Grænserne mellem de enkelte Forsøgsperioder.
 - · - · - · - Hvilniveau,
 ————— Kvotientens observerede Niveau,
 ————— Kvotientens sandsynlige Variation i de to første Forsøgsperioder.

Slutningen af den anden Periode vil Kurven under alle Omstændigheder have Retning nedad og stærkt nærme sig til Hvileniveauet. Heraf følger, at de to sidste Forsøgsperioder, hvad Kvotienten angaar, er uanvendelige; Kvotientkurven vil ikke kunne bringes til at skære de to Niveau-linier. Da der intet er til Hinder for, at en moderat Kulsyre-udvaskning vil kunne fortsættes gennem en Time eller mere (Sml. LILJESTRAND (5)), vil man altsaa let blive udsat for Fejltagelser, især i saadanne Tilfælde, hvor Kvotienten viser sig jævnt faldende, og navnlig, hvis man undlader at benytte sig af den Kontrol, som den grafiske Fremstilling af Kvotientkurvens Forløb i mange Tilfælde er i Stand til at yde.

Men Metoden har trods alt ogsaa sine gode Sider, naar den anvendes med fornøden Kritik. Man faar ikke, saaledes som ved Kammerforsøgene, et summarisk Resultat; men man er i Stand til at følge Kvotientens Bevægelser fra Periode til Periode, og man er derved i de fleste Tilfælde i Stand til at afgøre, hvor det normale Forløb hører op, og hvor de tidligere nævnte Ulemper begynder at sætte ind. Denne Kontrol, som man ved Kammerforsøgene maa undvære, vil i adskillige Tilfælde kunne faa afgørende Betydning, naar Forsøgsresultaterne skal gøres op.

Man kender i Hovedtræk Kvotientens Bevægelser under og efter Arbejde (sml. Fig. 6). Ved Arbejdets Begyndelse vil der som Følge af den af KROGH & LINDHARD (6) paaviste nervøse Indstilling paa den forventede Anstrengelse som Regel komme en Stigning af Kvotienten, der dog, naar Arbejdet er lille, vil blive ubetydelig og under særlige Forhold helt kan udeblive. Efter denne initiale Stigning falder Kvotienten gradvis til det oprindelige Niveau; hvor længe det varer, før dette er naaet, afhænger dels af Individet,

dels af Arbejdets Karakter, dels af Forsøgsanordningen. Ved Arbejdets Ophør stiger Kvotienten altid, og denne Stigning efterfølges af et mere eller mindre stejlt Fald til

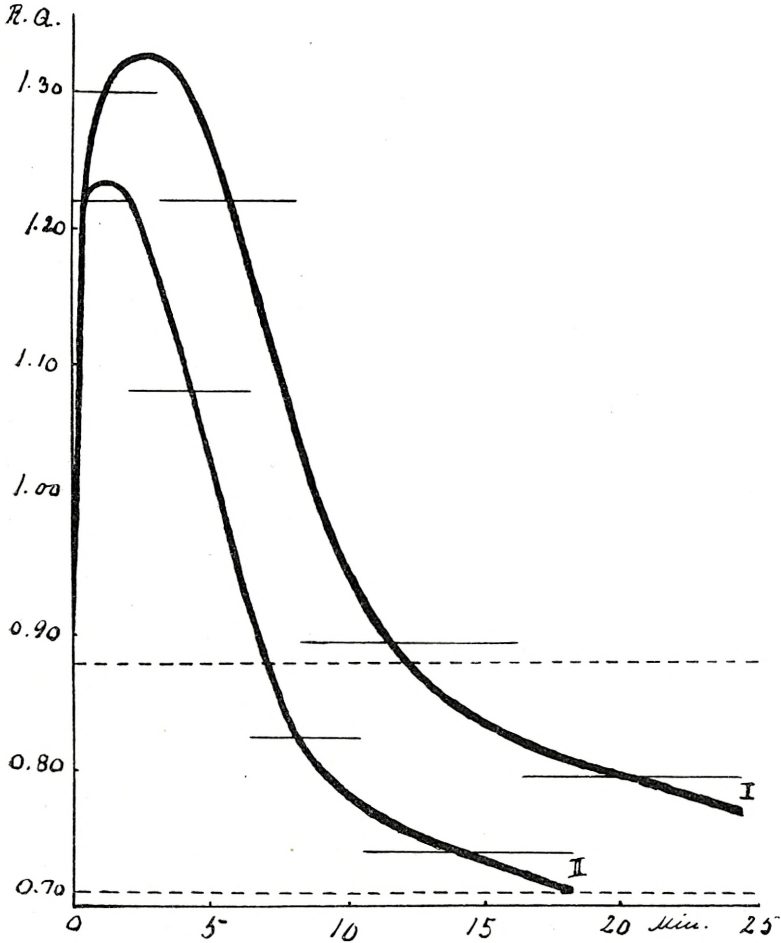


Fig. 5. Kvotientens Variationer efter Arbejde. I F. 5, II F. 6.

subnormale Værdier eller i alt Fald til Værdier, der ligger under Hvileniveauet, for derefter tilsidst asymptotisk at nærme sig dette. Hvor lang hele denne Efterperiode bliver, afhænger foruden af individuelle Forhold af Arbejdets Stør-

relse og Varighed. De tidligere omtalte Ulemper ved Metoden gør det nu ofte vanskeligt at faa hele Efterperioden med; men dette viser sig i det foreliggende Tilfælde heller ikke at være nødvendigt. Hvis man afbryder Forsøget paa det Tidspunkt, da Kvotientkurven første Gang efter Arbejdets Ophør naaer Hvileniveauet, og dette Punkt vil man vistnok altid kunne naa, da vil naturligvis den beregnede Kvotient, idet den sidste og lavestliggende Del af Kurven bortskæres, blive for høj og for saa vidt misvisende; men da Opgaven ikke er den at finde et nøjagtigt Udtryk for Kvotienten men den langt mere begrænsede at vise, om Arbejdskvotienten under kortvarigt Muskelarbejde er lig med eller mindre end 1, faar dette ingen Betydning.

Beregningen af Forsøgsresultatet, der er meget enkel, foregaar som nedenstaaende Eksempel (F. 6 i Tabellen) viser:

P. G. $15\frac{1}{2}$ 1927, Kl. 10 Fm., fastende. Tp. 20.5° , Bar. 772.

Belastning 2.5 kg, Pedalomdrejninger pr. Minut 59.0.

	Forsøgets Varighed, Min.	Venti- lation, red., L.	CO ₂ & O ₂ Diff.	Stofskifte, c. c.		R.Q.
				CO ₂	O ₂	
Hvile	6.65	41.15	{ 2.85 } { 4.00 }	1172	1645	0.71
Arbejde	2.31	65.8	{ 5.27 } { 6.26 }	3465	4120	0.84
—	1.42	58.6	{ 5.46 } { 5.59 }	3200	3275	0.98
Efter Arbejde	2.03	49.3	{ 4.96 } { 4.07 }	2474	2030	1.22
—	4.51	45.7	{ 3.49 } { 3.24 }	1594	1480	1.08
—	3.91	32.05	{ 2.97 } { 3.60 }	952	1154	0.825
—	7.62	60.0	{ 2.66 } { 3.58 }	1595	2148	0.74
Totalstofskifte i 21.8 Minut				13280	14207	
Hvilestofskifte i 21.8 Minut				3837	5384	
»Arbejdsstofskifte«				9443	8823	1.07

Tabel I, der omfatter 12 typiske Forsøg, indeholder, som man vil se, Oplysninger om Forsøgspersonens Iltoptagelse i Hvile og Hvilekvotient, endvidere til Sammenligning Iltoptagelse og Kvotient i det afsluttende Respirationsforsøg, desuden Belastningens Størrelse, Arbejds- og Efterperiodens Varighed, Stofskiftetigningen og »Arbejdskvotienten«. Hvor intet andet er bemærket, er Kørehastigheden ca. 60 Pedalomdrejninger i Minuttet.

Med Hensyn til de enkelte Kolonner skal Følgende bemærkes:

Forsøgene er udførte med 2 Forsøgspersoner, af hvilke den ene, H. D., var ganske ukendt med saadanne Forsøg, medens den anden, P. G., var vel indøvet i Forsøgstekniken uden dog paa Forsøgenes Tidspunkt at være i Træning; han var tillige den største og stærkeste af de to. Tidligere Forsøg har vist, at navnlig hans Hvilestofskifte er meget stabilt.

Tabel I.

Nr.	Fp.	Hvile før Arb.	R. Q.	Sidste Forsøg, Hvile efter Arb.	R. Q.	Belastning	Arbejdsper.	Efterper.	Stofskiftetigning		R. Q.
		O ₂ /cc. Min.		O ₂ /cc. Min.					kg	Min.	
1	P. G.	227	.835	224	.885	1.0	2.17	10.62	1674	1938	.86
2	—	232	.75	242	.80	—	1.93	12.68	1707	2062	.83
3	H. D.	259	.79	250	.805	1.5	2.47	10.79	3445	3327	1.035
4	—	237	.88	239	.86	—	2.62	15.95	3305	3259	1.015
5	—	271	.88	260	.795	2.5	2.23	24.32	5976	4957	1.205
6	P. G.	247	.71	282	.74	—	3.73	18.07	9443	8823	1.07
7	—	233	.875	249	.87	2.0	7.81	17.45	12707	12986	.98
8	—	241	.79	254	.85	—	10.49	15.85	17541	17810	.98
9 ¹	—	253	.765	260	.85	1.5	12.76	15.34	19376	20790	.93
10	—	243	.77	249	.78	1.0	30.47	14.00	21046	25601	.82
11	—	231	.81	280	.835	2.0	3613	15.02	56751	61360	.925
12 ²	—	265	.745	330	.775	—	36.28	14.25	57471	64683	.89

¹) Kørehastighed 71.5 Pedalomdrejninger pr. Minut.

²) Lidt Usikkerhed paa Stofskiftet i 2' Arbejdsforsøg.

Hvilestofskiftets Variationer er ikke ganske tilfældige men i Hovedsagen beroende paa Træning, idet de sidst udførte Forsøg gennemgaaende giver det laveste Stofskifte. Skønt Forsøgene er udførte »paa fastende Hjærte«, er Kvotienten noget varierende, især hos P. G. Særlig for denne Forsøgspersons Vedkommende maa det dog antages, at disse Variationer er reelle; det er højst usandsynligt, at de skulde være paavirkede af Respirationens Mekanik. Forklaringen maa sikkert søges i Forsøgspersonernes varierende Diæt, der ikke paa nogen Maade blev reguleret af Hensyn til Forsøgene.

I de fleste Forsøg ligger saavel Stofskifte som Kvotient i den sidste Forsøgsperiode endnu lidt højere end Hvileniveauet. Dette er dog kun tilsyneladende, idet de angivne Tal refererer sig til Midten af Perioden; hvis man fremstiller de undersøgte Funktioner grafisk, vil det vise sig, at Slutningsværdierne grupperer sig om det Punkt, hvor Kvotientkurven skærer Hvileniveauet.

Med Undtagelse af F. 9 er samtlige Forsøg udførte med praktisk talt samme Kørehastighed, og Arbejdet i Tidsenheden er derfor ligefrem proportionalt med Belastningen. Arbejdstiden er varieret; men naar undtages de to sidste Forsøg, maa det samlede Arbejde betegnes som let eller dog meget moderat, hvilket ogsaa bekræftes af Stofskiftet stigningen.

Efterperiodens Længde er paafaldende lidt varierende; kun i et Tilfælde er den længere end 20 Minutter, i intet Tilfælde er den kortere end 10; og denne Længde af Perioden er ikke tilfældig valgt, der foreligger i samtlige Forsøg flere Forsøgsperioder, end der er medtaget i Tabellen; men disse er efter nærmere Undersøgelse blevet udskudte paa Grund af Uregelmæssigheder i Kurvens Forløb, saa-

ledes som det ovenfor nærmere er blevet omtalt. For begge Forsøgspersoners Vedkommende repræsenterer de anførte Tider den øverste Grænse for Efterperiodens Varighed under de givne Forsøgsbetingelser; denne Grænse kan dog naturligvis ikke trækkes skarpt, det er muligt, at den i visse Tilfælde ligger lidt tidligere. Det viser sig, som allerede omtalt, at Afslutningen omtrent falder sammen med det Tidspunkt, da Kvotienten første Gang naaer Grundlinien; men om dette er tilfældigt Sammentræf, eller om det skyldes en Aarsagssammenhæng, saaledes at man er indstillet paa at undgaa et altfor stærkt Fald i Kvotienten, kan ikke afgøres paa det foreliggende Grundlag. Saa meget synes imidlertid sikkert, at hvis man har Brug for at fortsætte Forsøgene gennem hele Efterperioden, da maa man gaa bort fra Mundstykkeandingen og gaa over til andre Metoder.

Før vi betragter Kvotienterne nærmere, vil det være rimeligt at undersøge, saa godt det lader sig gøre, hvor store Fejl man eventuelt vil kunne vente at finde paa disse Bestemmelser. Da Stofskiftetestningen, »Arbejdsstofskiftet«, er bestemt som Differens mellem Totalstofskiftet og Hvilestofskiftet, maa man vente, at Fejlene vil faa størst Indflydelse, naar Arbejdet er lille, endvidere, at det vil være Fejlene paa Hvilestofskiftet og Hvilekvotienten, der er de farligste. Hvad først Ventilationen angaar, da vil tilfældige Fejl, forarsagede ved Sækkenes Tømning, kun kunne beløbe sig til en Brøkdæl af en Procent og derfor ikke kunne mærkes paa Kvotienten; derimod vil der, hvis Hanen ikke drejes i samme Respirationsfase ved Forsøgets Begyndelse og Slutning, i værste Tilfælde kunne komme Fejl paa Ventilationen paa indtil ca. 6%. En saadan Fejl virker imidlertid ikke direkte paa Kvotienten men kun paa Stofskiftet, og dette

vil i Perioder, hvor Expirationsluften opsamles kontinuerligt — og det er i disse Perioder, at Fejlen bliver størst — betyde, at hvis det ene Forsøg bliver for lille, saa bliver det næste for stort, hvorved Virkningen af Fejlen formindskes. Fejl paa Stofskiftet faar overhovedet kun ringe Virkning paa Kvotienten, saaledes vilde i F. 1 en Forøgelse af Hvilestofskiftet med 10% forandre Kvotienten til 0.865. Der kan imidlertid ogsaa findes Fejl, der virker direkte paa Kvotienten. Den Omstændighed, at DOUGLAS-Sækkenes skadelige Rum som Regel indeholder Luft af en anden S sammensætning end den, hvormed de fyldes under Forsøget, medfører saaledes en Fejl. Denne vil gaa i tilfældig Retning, og den vil kun i særlige Tilfælde kunne medføre Forandringer i den anden Decimal i Kvotienten i det enkelte Forsøg; den vil saaledes praktisk talt ikke kunne influere paa »Arbejdskvotienten«. Men først og fremmest afhænger dog Kvotienten af Luftanalyserne. Disse er udførte ved Hjælp af et HALDANE-Apparat af den Form, som det i Tidens Løb har faaet paa KROGH's Laboratorium. Apparatet blev paa hver Forsøgsdag kontrolleret ved Atmosfæreanalyser; ogsaa Aflæsningerne blev i alle Tilfælde kontrollerede. Man kan under disse Omstændigheder regne med en Nøjagtighed paa $\pm 0.02\%$. Hvis i ugunstigste Tilfælde en saadan Fejl gaar i modsat Retning paa CO_2 - og Iltbestemmelsen, vil dette medføre en Fejl paa Hvilekvotienten paa omtrent 0.01. Heller ikke dette vil dog berøre »Arbejdskvotienten« i særlig Grad. Hvis vi i F. 1 formindsker Kvotienten i Hvileforsøget med 0.025, altsaa til 0.81, da vil i dette Forsøg »Arbejdskvotienten« stige til 0.90, medens en tilsvarende Forandring af Hvilekvotienten i F. 8 kun vil forandre »Arbejdskvotienten« med 0.005. Medens altsaa »Arbejdskvotienten« i de ganske smaa Forsøg vil kunne paavirkes kendeligt, hvis samtlige

mulige Fejlkilder kommer til at virke i samme Retning, er den i de lidt længerevarende Forsøg meget vanskelig at røkke.

Hvis HILL's Paastand, at »an element of muscular exercise« foregaar paa Bekostning af Kulhydrat, var rigtig, da maatte man vente, at Kvotienten i de Forsøg, hvor Arbejdet var mindst, — altsaa ikke nødvendigvis de mest kortvarige Forsøg, — naar hele Efterperioden blev taget i Betragtning, skulde vise sig at være lig 1 eller dog meget nær 1. Dette er imidlertid, som det fremgaar af Tabellen, ikke Tilfældet; i Forsøgene 1 og 2 er Kvotienten henholdsvis 0.86 og 0.83, skønt kun den første Del af Efterperioden er medregnet; den virkelige »Arbejdsquotient« er altsaa lavere. Ogsaa i de engelske Forsøg er, som tidligere omtalt, Kvotienten gennemgaaende lav i de Tilfælde, hvor Arbejdspræstationen er mindst. Hermed falder HILL's Hypotese, som aldrig burde have været opstillet paa det foreliggende Grundlag. Naar Arbejdet forøges, og navnlig naar Arbejdet pr. Tidsenhed forøges, stiger Kvotienten i de Forsøg, hvor kun den første Del af Efterperioden er medregnet. I Forsøgene 3 og 4 i Tabellen er det dog indlysende, at den, naar den sidste Del af Perioden medregnes, maa blive < 1 . Det samme kan ikke siges med Hensyn til Forsøgene 5 og 6 (sml. Fig. 5), men dette er i denne Sammenhæng uden Betydning, da en høj Kvotient i disse Forsøg ikke vil kunne forklares ved Hjælp af HILL's Hypotese. I de følgende Forsøg er Kvotienten overalt < 1 , desto lavere, jo længere Arbejdet har været, eller jo mindre Belastningen har været. Naar man tager i Betragtning, at den sidste Del af Efterperioden i alle Tilfælde er skaaret bort, da synes Resultaterne af disse Forsøg at maatte tydes i samme Retning som Resultaterne af KROGH & LINDHARD's tidligere

Forsøg, og den Omstændighed, at en enkelt Kategori af Forsøg, saadanne med meget kort men intensivt Arbejde, er særlig vanskelige at tyde, beror dels paa, at de af Arbejdsindstillingen foraarsagede Forstyrrelser i Organismens fysiologiske Ligevægtstilstand er meget store, og at Etable-

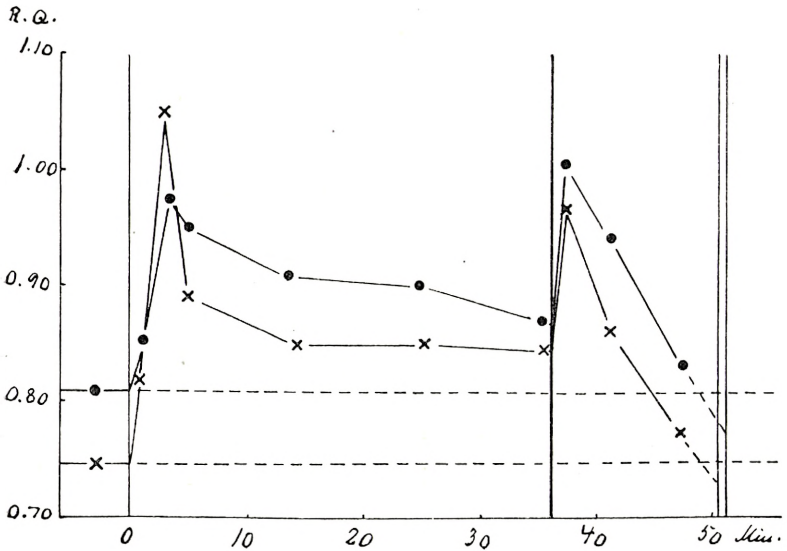


Fig. 6. Kvotientens Variationer under og efter Arbejde.

× F. 12, • F. 11. Punkterne betegner Midten af den paagældende Forsøgsperiode.

ringen af en ny Ligevægtstilstand derfor tager forholdsvis lang Tid, dels ogsaa paa, at den her anvendte Fremgangsmaade kun kan bruges i Forsøg, der strækker sig over en begrænset Tid, og derfor, hvis den ikke anvendes med fornøden Kritik, meget let kan give Anledning til fejlagtige Forsøgsresultater med deraf følgende Fejlslutninger. Det, som man først og fremmest maa vogte sig for, er de ad nervøs Vej foraarsagede mindre voldsomme men til Gen-

gæld protraherede Kvotientstigninger. HILL's Fejlslutning beror netop paa, at han har overset denne Fejlkilde og desuden har været saa uheldig udelukkende at fæste sin Opmærksomhed ved en enkelt Forsøgsgruppe, der frembyder særlige Vanskeligheder, og har set bort fra alle andre Forsøg.

LITERATURHENVISNINGER

- (1) KROGH & LINDHARD: Biochem. Journ. 14, 290. 1920.
 - (2) FURUSAWA, HILL, LONG & LUPTON: Proceed. Royal. Soc. B. 97, 155. 1924.
 - (3) KROGH & LINDHARD: Journ. Physiol. 53, 431. 1920.
 - (4) SIMONSON: Pflüger's Arch. 214, 380. 1926.
 - (5) LILJESTRAND: Skand. Arch. f. Physiol. 33, 153. 1916.
 - (6) KROGH & LINDHARD: Journ. Physiol. 47, 112, 1913.
-

BIOLOGISKE MEDDELELSER

UDGIVNE AF

DET KGL. DANSKE VIDENSKABERNES SELSKAB

3. BIND (KR. 19,95):

	Kr. Ø.
1. BOCK, JOHANNES, og POUL IVERSEN: The Phosphate Excretion in the Urine during water diuresis and purine diuresis. 1921	1,00
2. OSTENFELD, C. H.: Contributions to West Australian botany. Part III. C. H. Ostenfeld: Additions and notes to the flora of extra-tropical W. Australia. (With XII plates and 19 figures in the text). 1921	10,50
3. KROGH, AUGUST: Fortsatte Studier over Kapillærernes Fysiologi. 1921.	0,70
4. FIBIGER, JOHANNES, og FRIDTJOF BANG: Experimental production of Tar Cancer in white mice. With six plates. 1921	5,75
5. ELLERMANN, V.: Mesurage des angles des mitoses comme moyen de distinguer entre elles les diverses cellules lymphoïdes dans la moëlle osseuse. Avec une planche. 1921	1,00
6. WALBUM, L. E.: Manganoklorids og nogle andre Saltes Indvirkning paa Antitoxindannelsen. With a résumé in english. 1921	1,10
7. KRABBE, KNUD H.: Fortsatte Undersøgelser over <i>Corpus Pineale</i> hos Pattedyrene. Med 3 Tavler. Avec un résumé en français. 1921	2,50
8. PURDY, HELEN ALICE: Studies on the path of transmission of phototropic and geotropic stimuli in the coleoptile of <i>Avena</i> . 1921	1,00
9. PETERSEN, C. G. JOH.: Om Tidsbestemmelse og Ernæringsforhold i den ældre Stenalder i Danmark. En biologisk Studie. (Med en Kortskitse.) With a résumé in english. 1922	0,65
10. RAUNKJÆR, C.: Forskellige Vegetationstypers forskellige Indflydelse paa Jordbundens Surhedsgrad (Brintionkoncentration). 1922	2,40

4. BIND (KR. 18,55):

1. JENSEN, P. BOYSEN: Studien über den genetischen Zusammenhang zwischen der normalen und intramolekularen Atmung der Pflanzen. 1923	1,10
2. MÜLLER, P. E.: Bidrag til de jyske Hedesletters Naturhistorie. Karup Hedeslette og beslægtede Dannelser. En pedologisk Undersøgelse. Med 1 Kort. Avec un résumé en français. 1924	8,25
3. LINDHARD, J.: On the Function of the Motor End-Plates in Skeletal Muscles. 1924	1,00
4. BOAS, J. E. V.: Die verwandtschaftliche Stellung der Gattung <i>Lithodes</i> . (Med 4 Tavler). 1924	2,35

	Kr. Ø.
5. BÁRÐARSON, GUÐMUNDUR G.: A Stratigraphical Survey of the Pliocene Deposits at Tjörnes, in Northern Iceland. With two maps. 1925.....	9.75
6. ANKER, JEAN: Die Vererbung der Haarfarbe beim Dachshunde nebst Bemerkungen über die Vererbung der Haarform. 1925.....	2.25

5. BIND (KR. 19,25):

1. RAUNKJÆR, C.: Eremitageslettens Tjørne. Isoreagentstudier. I. 1925.....	2.50
2. PETERSEN, C. G. JOH.: Hvorledes Hvalerne bærer sig ad med at svømme. 1925.....	0.50
3. BØRGESEN, F.: Marine Algæ from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. I. Chlorophyceæ. 1925....	7.35
4. KRABBE, KNUD H.: L'organe sous-commissural du cerveau chez les mammifères. Avec XVII planches. 1925.....	5.70
5. RAUNKJÆR, C.: Nitratindholdet hos Anemone nemerosa paa forskellige Standpladser. 1926.....	1.80
6. BOAS, J. E. V.: Zur Kenntnis symmetrischer Paguriden. 1926.....	3.40
7. BOAS, J. E. V.: Zur Kenntnis des Einsiedlerkrebses Paguropsis. 1926.....	1.60
8. SCHMIDT, S.: Om reaktionen mellem toksin og antitoxin (difteri). 1926.....	1.75
9. MADSEN, TH. og SCHMIDT, S.: Om »Aviditeten« af Difteriserum. 1926.....	1.10

6. BIND (under Pressen):

1. LUNDBLAD, O.: Zur Kenntnis der Quellenhydracarinen auf Møens Klint nebst einigen Bemerkungen über die Hydracarinen der dortigen stehenden Gewässer. Mit 7 Tafeln und 5 Textfiguren. 1926.....	5.00
2. BØRGESEN, F.: Marine Algæ from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. II. Phæophyceæ. 1926 ..	6.00
3. OSTENFELD, H. C.: The Flora of Greenland and its Origin. 1926.....	3.35
4. FIBIGER, JOHANNES and MØLLER, POUL: Investigations upon Immunisation against Metastasis Formation in Experimental Cancer. With 5 plates. 1927.....	2.75
5. LIND, J.: The Geographical Distribution of some Arctic Micromycetes. 1927.....	1.50
6. BØRGESEN, F.: Marine Algæ from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. III. Rhodophyceæ. Part 1. Bangiales and Nemalionales. (Under Pressen).	
7. LINDHARD, J.: Nogle Undersøgelser over den respiratoriske Kvotient under kortvarigt Muskelarbejde. 1927.....	1.00