

CHR. BOHR'S VIDENSKABELIGE GERNING

AF

V. HENRIQUES

VED MØDET D. 21. APRIL 1911

Mine Herrer! Ved Mødet den 10^{de} Februar her i Selskabet udtalte Præsidenten i Tilslutning til sine smukke Mindeord om Chr. Bohr det Haab, at en Sagkyndig vilde give en Skildring af Bohrs videnskabelige Virksomhed. Jeg har, tilskyndet af denne Opfordring fra Præsidenten, anmodet om at maatte sige et Par Ord her i Selskabet.

Som De ved, døde Chr. Bohr den 3^{die} Februar; havde han levet den 23^{de} Februar over, havde han kunnet fejre sit 25 Aars Jubilæum som Professor ved Københavns Universitet. Hans Elever og skandinaviske Venner havde tænkt sig at fejre Jubilæet ved at overrække ham et Festskrift, og dette forelaa allerede færdigt ved hans Død; det blev da bestemt at udgive Festskriftet som et Mindeskrift, som hans gode Ven Robert Tigerstedt fra Helsingfors indledede med en smuk og sympatetisk Skildring af Bohr og hans videnskabelige Virksomhed.

Jeg vil gerne benytte Lejligheden til at overrække Selskabet et Exemplar af dette Mindeskrift.

Naar jeg iaften skal give en Fremstilling af Bohrs Virksomhed, maa jeg strax bemærke, at der selvfølgelig ikke kan blive Tale om en fuldstændig Redegørelse for hans store og betydningsfulde Arbejde; jeg vil blot prøve paa i nogle faa Ord at fremhæve det væsentlige i hans Produktion.

Bohr har allerede tidligt haft Interesse for Biologien; i sit første Studieaar tænkte han paa at studere Zoologi, men Jap. Steenstrup raadede ham indtrængende til først at tage medicinsk Embedsexamen, et Raad, der blev af afgørende Betydning for Bohr. Allerede som Student begyndte han særligt at studere Fysiologi, og sit første videnskabelige Arbejde: Om Salicylsyrens Indflydelse paa Fordøjelsen skrev han kun 22 Aar gammel. Men hverken dette Arbejde eller hans Doktordisputats (1880), der omhandlede Fedtkuglerne i Mælk, kom til at spille nogen nævneværdig Rolle for Bohrs senere Produktion.

Bohr var i en Aarrække Assistent hos Panum, og det var Panum, der gav ham Ideen til de to nævnte Arbejder. Imidlertid har Bohrs Forsøg hurtigt taget en Retning, der laa Panums Tankegang noget fjærnt; man kan, ved at læse Bohrs Doktordisputats, ikke være i Tvivl om, at den er skrevet af en Mand med særlig Lyst til og særlige Anlæg for Fysik. Disse Anlæg kom som bekendt til at spille en stor Rolle ved hans senere Virksomhed. — Bohr kan heller ikke kaldes en Elev af Panum. Den Mand, han betragtede som sin egentlige Lærer, den Mand, han beundrede mest af alle de Fysiologer, han kom i Berøring med, var Carl Ludwig, Professor i Fysiologi i Leipzig. Og Beundringen var gengældt; Ludwig betragtede altid Bohr som en af sine mest fremragende Elever. — To Gange arbejdede Bohr i Ludwigs Laboratorium, i 1881 og 1883, og det var i disse for Bohr saa betydningsfulde Aar, at han kom ind paa Undersøgelser over Blodets og Respirationens Fysiologi; Undersøgelser paa dette Omraade har senere uafbrudt optaget ham lige indtil faa Timer før hans Død.

I Aaret 1887 fremkom Bohr med en foreløbig Meddelelse om sine første Forsøg angaaende Lungerespirationen, og den 2^{den} November 1888 meddelte han her i Selskabet sine Resultater, der under Titlen: Sur la respiration pulmonaire findes trykt i Selskabets Oversigter.

Dette Arbejde danner ligesom Grundlaget for Bohrs senere Arbejder, og jeg skal derfor omtale det lidt nærmere.

Lungen er et Organ, der bl. a. tjener til at optage Ilt og udskille Kulsyre. Disse Processer, Iltoptagelsen og Kulsyreudskillelsen, foregaar ude i de fine Endeblærer — Alveolerne — hvori Luftrørgrenene ender. Alveolerne er ompundne af et fint Net af Blodkapillærer, og Ilten, der optages i Blodet, maa da passere først Lungeblærens Væg og derefter Blodkapillærens Væg for at komme ind i Blodet, medens Kulsyren, der er dannet i Legemet og fra Blodet skal ud i Lungeluften, maa gaa den modsatte Vej. Hvorledes har man nu tænkt sig at disse vigtige Processer foregaar?

Pflüger og hans Elever anstillede i 70'erne en Række Forsøg, der gik ud paa at vise, at Luftpassagen i Lungen foregik ved en Diffusion af Luftarterne gennem de yderst tynde Membraner, der adskiller Lungeluften og Blodet.

I Modsætning til Pflüger havde Ludwig udtalt den Formodning, at Luftsiftet i Lungen — i hvert Fald for Kulsyrens Vedkommende — ikke skyldtes en Diffusionsproces, men maatte sammenlignes med de i Kirtlerne foregaaende sekretoriske Processer, ved hvilke Cellerne, der beklæder Kirtlernes Hulrum, spiller en aktiv Rolle. Ludwig tænkte sig altsaa, at Cellerne i Lungealveolerne og i Blodkapillærene aktivt førte Kulsyren fra Blodet ind i Lungeblærene, uafhængigt af Kulsyrens Spænding henholdsvis i Blod og Lungeluft.

Ludwig støttede sig her til nogle Forsøg, I. I. Müller havde udført i hans Laboratorium. Disse Forsøg var kun lidet overbevisende; Kritiken fra den Pflügerske Skole var heller ikke just blid, og en Bemærkning om, at det vilde være interessant at se, hvad Resultat man naaede til, naar man i Leipzig ledede Hundeblood gennem en Faarehjærne, tog Ludwig sig efter sigende saa nær, at han opgav at arbejde videre paa Spørgsmaalet om Lungens Funktion. C. 15 Aar efter Müllers Undersøgelser tog Bohr Sagen op igen til fornyet Prøvelse,

og sine Resultater samlede han i den nævnte Afhandling: Sur la respiration pulmonaire.

Allerede i dette Arbejde træder Bohrs fremragende Evner som Experimentator tydeligt frem; han benyttede flere af ham selv konstruerede Apparater, og det lykkedes ham at gennemføre disse særdeles vanskelige Forsøg ved Hjælp af en Methodik, der stod langt over den af tidligere Undersøgere benyttede.

Jeg skal ikke her komme nærmere ind paa Enkelthederne ved disse Forsøg, men blot nævne, at Bohr hos Hunde samtidig bestemte Luftarternes Spænding i Blodet og i Lungeluften. Af disse Bestemmelser mente Bohr at maatte slutte, at Kulsyreudskillelsen og Iltoptagelsen ikke beroede paa en Diffusion af Luftarterne, men at Lungen maatte spille en aktiv Rolle ved de nævnte Processer. Kulsyren for Ex. udskiltes fra Blodet over i Lungeluften til Trods for at Kulsyre-spændingen i flere af Forsøgene var højere i Lungeluften end i Blodet.

Naar man gennemlæser dette Bohrs første Arbejde paa Respirationsfysiologiens Omraade, bliver man slaaet af den Klarhed i Tankegangen, som præger Afhandlingen. Han ser strax, hvilke forskellige Muligheder der kan tænkes, naar man nødes til at opfatte Lungen som en Kirtel. I Slutningen af Afhandlingen findes følgende Bemærkning: „Den Indflydelse, Lungevævet udøver paa Forholdet mellem Spændingerne af Luftarterne i Blodet og i Lungeluften, kan forklares enten ved en direkte Absorption af Ilten og en direkte Elimination af Kulsyren ved Hjælp af Lungeepithelet, eller ved en Virksomhed, der forandrer Spændingen af Blodets Luftarter i det Øjeblik, Blodet forlader Lungen; den ene Forklaring udelukker naturligvis ikke den anden.“ I disse faa Linier udtrykte Bohr klart og tydeligt det, der for ham og hans Elever blev Arbejdsgrundlaget i de følgende Aar.

Spørgsmaalet: Lungens sekretoriske Virksomhed betragtede

Bohr som løst ved de omtalte Forsøg. De mulige Spændingsforandringer af Luftarterne i Blodet blev i de efterfølgende Aar prøvet ved en stor Mængde Undersøgelser over Blodfarvestoffets — Hæmoglobinet — Ilt- og Kulsyrebinding, De første herhenhørende Forsøg stammer allerede fra 1885. Til disse Forsøg anvendte han et af ham selv construeret Absorptiometer, der viste sig at frembyde meget store Fordele fremfor tidligere anvendte Apparater. Ved Hjælp af dette Absorptiometer viste Bohr, at Hæmoglobinet ikke altid bandt lige store Mængder Ilt, men at den optagne Mængde Ilt var stærkt varierende.

Støttet til sine absorptiometriske Forsøg antog han, at der i Blodet fandtes mindst 4 forskellige Modificationer af Hæmoglobin (α , β , γ , δ Hæmoglobin), der pr. Gram Hæmoglobin bandt henholdsvis 0,4, 0,8, 1,5 og 2,7 Cubikcentimeter Ilt (ved 0° og 760^{mm} Tryk). Disse forskellige Modificationer gik efter Bohrs Mening let over i hinanden, hvad der nødvendigvis maatte være af stor Betydning for Organismen. Efterhaanden som Ilten for Ex. bruges ved Blodets Strømning gennem Kapillærsystemet, vil Iltspændingen i Blodet synke mere og mere. Hvis imidlertid Hæmoglobinet samtidig forandres, saaledes at det omdannes fra en Modification med hvad Bohr kaldte høj specifik Iltholdighed til en Modification med lav specifik Iltholdighed, vil Spændingen af Ilten i Blodet (eller rettere i Blodets Plasma) kunne holdes oppe til Trods for, at Ilten stadig bruges.

At denne Regulation ogsaa maa kunne spille en Rolle for Iltoptagelsen ved Blodets Passage gennem Lungen, er en Selvfølge.

Foruden Undersøgelserne over Hæmoglobinet Forhold til Ilten anstillede Bohr tilsvarende Forsøg med Kulsyre; ved disse Forsøg blev Forstaaelsen af flere vigtige Spørgsmaal angaaende Kulsyrens Binding i Blodet klargjort.

Forsøgene over Spændingen af Luftarterne i Lungen og

Blodet paa den ene Side, og Forsøgene over de forskellige Hæmoglobinmodificationer paa den anden Side danner som nævnt Grundlaget for Bohrs Teorier om det respiratoriske Stofskifte; det er ogsaa særlig disse Forsøg, der har givet Anledning til saa megen Strid for eller imod de Bohrske Teorier; navnlig i de sidste Aar er denne Strid blusset op paany, hvilket gav Stødet til nye Forsøg fra Bohrs Side. Han havde til disse Forsøgs Gennemførelse construeret en Række fortrinlige Apparater, der i Nøjagtighed overgik alt, hvad man tidligere havde anvendt til lignende Øjemed. Bohr tog fat paa denne nye Undersøgelserække med den for ham karakteristiske Energi og Tillid til sine Anskuelsers Rigtighed.

Desværre naaede han ikke at fuldføre sine Arbejder; Døden overraskede ham midt i hans travle Virksomhed.

De hidtil nævnte Undersøgelser maatte nødvendigvis forudsætte et indgaaende Kendskab til en Række fysiske Forhold vedrørende Luftarternes Optagelse i Vand ved forskellig Temperatur og Tryk. Herved kom Bohr ind paa Forsøg af rent fysisk Art, af hvilke særlig maa nævnes hans Undersøgelser over Iltens Afvigelse fra Mariottes Lov ved lave Tryk; dette Arbejde blev (1885) indleveret til Videnskabernes Selskab, der belønnede Afhandlingen med sin Sølvmedaille.

Endvidere er der fra Bohrs Laboratorium udgaaet en Række Bestemmelser over nogle Luftarters Absorption i Vand ved forskellige Temperaturer; disse Bestemmelser hører til de nøjagtigste, som overhovedet foreligger. Ved disse Forsøg fik Bohr Lejlighed til at vise sine rige Evner fra en ny Side. Hans udprægede matematisk-fysiske Begavelse spores som nævnt allerede i hans Doktorafhandling, hvis Hovedafsnit omhandler et rent fysisk Spørgsmaal; ved hans nys nævnte Undersøgelser træder disse Evner endnu skarpere frem; han følte ofte Trang til at lade sine fysiologiske Undersøgelser træde

mere i Baggrunden for helt at beskæftige sig med fysiske Forsøg; og dog kan det ikke noksom fremhæves, at hele hans Stræben, hele hans videnskabelige Virksomhed concentrerede sig om Løsningen af de fysiologiske Problemer, der vedrører det respiratoriske Stofskifte. Bohr var klar over, at et nøje Kendskab til alle fysiske Forhold, der kunde spille en Rolle ved hans fysiologiske Undersøgelser, var absolut nødvendigt for ikke at blive ført vild, naar Talen var om de mange komplicerede Processer i den dyriske Organisme. Paa den anden Side lod han sig aldrig heraf forlede til udelukkende at opfatte Processerne i den levende Organisme som Resultatet af kendte fysiske og kemiske Kræfter. Han saa, at der i de levende Celler foregik Omsætninger, som vi endnu ikke er i Stand til at tyde, og som vi derfor indtil videre maa nøjes med at betegne som „vitale“.

Man har af den Grund undertiden bebrejdet Bohr, at han har villet genindføre den gamle Vitalisme i Fysiologien. I Virkeligheden er denne Paastand ganske urimelig; de fleste Omsætninger i den dyriske Organisme er vi ude af Stand til at forklare paa en fyldestgørende Maade. Vi ved blot, at de fleste Processer er uadskilleligt knyttede til de levende Celler, og at Processerne ophører, naar Cellerne dø. Bohrs Opfattelse af de vitale Processer i Lungen er derfor ikke mere „vitalistisk“ end f. Ex. den almindelige Opfattelse af Processerne i Legemets forskellige Kirtler. Som flere Gange omtalt er Grundlaget for Bohrs videnskabelige Virksomhed hans Lære om Lungesekretionen og hans Lære om de forskellige Hæmoglobinmodificationer. Imidlertid har han paa mange andre Felter af Respirationsfysiologien ydet meget værdifulde Arbejder, og karakteristisk for ham var den Energi, han kunde sætte ind paa at rydde alle Vanskeligheder til Side for at føre sine Experimenter igennem. Hans Forsøg over Lungens Virksomhed førte ham ind paa Undersøgelser over Luftdannelsen i Svømmeblæren hos Fiskene. Han prøvede først

i sit Laboratorium at foretage disse Forsøg, men da de ikke lod sig gennemføre, rejste han resolut med sine Instrumenter over til den danske biologiske Station, der dengang laaovre i Lillebelt, og han udførte her i forbavsende kort Tid en Række Forsøg, der førte til nye Iagttagelser over Nervesystemets store Betydning for Luftdannelsen i Svømmeblæren.

Da han senere ønskede at undersøge Respirationen hos Dykfugle, drog han en Sommer med to af sine Elever til Færøerne, hvor han under ret primitive Forhold fik indrettet et lille fysiologisk Laboratorium, i hvilket han gennemførte sine Forsøg.

Af andre betydningsfulde Arbejder, der er udgaaet fra Bohrs Laboratorium, maa endvidere nævnes Undersøgelserne over Fostrets respiratoriske Stofskifte. Foruden Stofskiftet hos Høns- og Snogefostre undersøgte han ogsaa Stofskiftet hos Pattedyrfostret. Medens saadanne Forsøg ikke frembyder særlige Vanskeligheder, naar Talen er om Fostre af Høns eller Snoge, fordi disse Fostre er indesluttede i Æg, der let kan skaffes tilveje, frembyder Undersøgelserne over Pattedyrfostrets Stofskifte store Vanskeligheder. Ved en Række smukke — og man kunde sige dristige — Forsøg viste Bohr, at Pattedyrfostrets Stofskifte — i Modsætning til hvad man tidligere havde troet — er meget stort, paa det nærmeste lige saa intenst som Moderdyrets. Bohr tydede dette Forhold paa den Maade, at den intense Væxt i Fosterlivet krævede et stort Stofforbrug.

Foruden de allerede nævnte Undersøgelser over Lungens Funktion har Bohr i Forening med en af sine Elever udført en Række betydningsfulde Undersøgelser over Forbrændingsprocesserne i Lungen. Den berømte franske Fysiolog og Kemiker Lavoisier var som bekendt den første, der viste, at Stofskiftet i den dyriske Organisme var en Forbrændingsproces. Forbrændingen antog Lavoisier foregik i Lungerne; Blodet, der kom fra Vævene, antog han indeholdt let forbrændelige

Stoffer, der, ved i Lungen at komme i Berøring med den optagne Ilt, forbrændte under Dannelse af Kulsyre.

Senere, da man fandt, at Veneblodet, der løb til Lungen, indeholdt lidt Ilt og megen Kulsyre, medens Arterieblodet, der løb fra Lungen, indeholdt megen Ilt og lidt Kulsyre, gik man over til den Anskuelse, at hele Forbrændingsprocessen maatte henlægges til Vævene ude omkring i Legemet, og frakendte Lungen enhver Betydning i saa Henseende.

Af de vanskelige og komplicerede Forsøg, der er udgaaet fra Bohrs Laboratorium, fremgaar det med stor Tydelighed, at Forbrændingsprocesserne i Lungen kan være meget betydelige, saa at under visse Forhold over Halvdelen af den udskilte Kulsyre dannes i selve Lungen, medens Resten stammer fra Legemets øvrige Væv. Disse Forsøg har foruden deres Betydning for Fysiologien bl. a. aabnet en Mulighed for Forklaring af en Mængde pathologiske Processer i Legemet.

Paa Grund af den Kritik, der for ganske nylig fra tysk Side blev rettet mod disse Forsøg, var det Bohrs Hensigt at genoptage Undersøgelserne over Lungeforbrændingen. Han var ogsaa godt igang med disse Forsøg, da Døden saa pludselig rev ham bort midt i Arbejdet.

Blandt de senere af Bohrs Arbejder skal lige nævnes hans Undersøgelser over de mekaniske Forhold ved Lungerespirationen; han kom herved ind paa en Række Spørgsmaal, der har særlig Betydning for Lungepathologien, og hans Undersøgelser blev derfor modtaget med stor Interesse af Pathologer og Klinikere, ikke mindst paa Grund af hans nye, og utvivlsomt rigtige, Syn paa Lungeemfysemets (den sygelige Lungeudvidnings) Opstaaen.

Bohr har haft Lejlighed til at give en samlet Fremstilling af sine Anskuelser om Lungens og Blodets Fysiologi, idet han har bearbejdet dette Afsnit i en stor tysk Haandbog: „Nagels Handbuch der Physiologie des Menschen“ (1905). Dette Arbejde er stærkt præget af Bohrs originale Syn, og det giver, særlig

paa Grund af den Ensidighed, hvormed det er skrevet, et overvældende Indtryk af det betydelige Arbejde, Bohr og hans Elever har præsteret paa Respirationsfysiologiens Omraade, ligesom ogsaa den indre Sammenhæng og den faste fremadskridende Udvikling, der altid har været i Bohrs Arbejder, her, hvor det hele sammenfattes under ét, træder særlig skarpt frem.

Bohr ændrede, efterhaanden som hans Undersøgelser skred frem, delvis sine Anskuelse om Lungens Funktion; han opgav saaledes Læren om Lungecellernes aktive Rolle ved Befordringen af Luften gennem Lungealveolernes Vægge, og gik over til at opfatte Luftsiftet som en Diffusionsproces. Derimod fastholdt han Læren om de forskellige Hæmoglobin-modificationer og tillagde disse Forbindelser en afgørende Betydning baade ved Processerne i Lungen og ved Processerne ude i Vævene.

Hans Opfattelse af Hæmoglobinet er dog ikke bleven almindelig anerkendt, og mange Fysiologer holder paa, at der i Organismen kun findes en Slags Hæmoglobin. Hvilken af disse Anskuelse der er den rette, kan for Tiden ikke afgøres, og der vil utvivlsomt endnu kræves mange Undersøgelser, inden dette for Fysiologien saare vigtige Spørgsmaal bliver løst. Baade Bohrs tidligere Forsøg paa dette Omraade og ikke mindst den af ham i den aller seneste Tid udarbejdede Teknik vil her blive af den allerstørste Betydning; og glemmes maa det ikke, at hvordan man end bedømmer de Resultater, Bohr kom til, saa er det dog til syvende og sidst ham, der ved sine talrige geniale Forsøg har bragt nyt Liv og nye Synspunkter ind i Undersøgelserne over det respiratoriske Stofskifte.

Jeg har i det her meddelte udelukkende holdt mig til Bohrs videnskabelige Virksomhed, og jeg skal ikke komme nærmere ind paa en Omtale af hans fremragende Evner som Lærer og hans ejendommelige gennemdannede Personlighed;

en saadan Skildring af Bohr er jo ogsaa givet før paa en saa smuk Maade baade af Prof. Høffding og Prof. Vilh. Thomsen.

Naar man vil værdsætte Bohrs Betydning, maa man ikke nøjes med at betragte hans videnskabelige Arbejder og den Glans, han derved har kastet over dansk Videnskab; man maa ogsaa se hen til den store Indflydelse, han har øvet paa Fysiologiens Udvikling i Danmark.

Da Bohr i 1886 blev ansat som Lektor i Fysiologi ved Kjøbenhavns Universitet, var han vel næsten den eneste herhjemme, der beskæftigede sig med denne Gren af Biologien. Han samlede imidlertid hurtigt en Kreds af begejstrede Elever omkring sig, og nu ved hans Død indtager Mænd af den Bohrske Skole ledende Stillinger som Forstandere for nyoprettede biologiske Instituter, hvor Traditionerne fra Moderlaboratoriet holdes i Ære.

Derfor kan man ogsaa med Sandhed sige, at Christian Bohrs videnskabelige Virksomhed i lange Tider vil sætte Præg paa det fysiologiske Forskningsarbejde i Danmark.