

Den biologiske faggruppe

AF IB FRIIS OG TOBIAS WANG¹

De biologiske fags placering i Selskabet

1. Ib Friis har skrevet om Selskabets biologer op til 2. verdenskrig og for en række fags vedkommende op til nutiden. Tobias Wang har skrevet om biologer inden for en række eksperimentelle fag, der ekspanderede markant efter 2. verdenskrig.

Biologi omfatter i dag en mangfoldighed af fag, der beskriver, analyserer og opstiller forklaringsmodeller for al empirisk viden om levende organismer. Faget rækker fra livets mindste komponenter i form af molekyler og cellernes mikroskopiske bestanddele; over form og funktion for de enkelte organismer, der indplaceres i et system af forskellige arter, slægter, familier, ordner, klasser, rækker og riger; til samvirke af alle levende organismer i lokale, regionale eller globale økologiske systemer. På universiteterne er biologiske fag placeret under naturvidenskabelige fakulteter og fokuserer på studiet af sunde organismer, mens dyrs og menneskers sygdomme og lægemidler hører under de sundhedsvidenskabelige fakulteter, hvor der dog også kan forskes og undervises i sunde organismer.

I Selskabets formelle struktur er betegnelsen *biologi* relativt ny. Under drøftelserne af nye vedtægter i 1909 blev det for første gang foreslået, at medlemmerne af den naturvidenskabelig-matematiske klasse skulle inddeles i faggrupper (heriblandt en zoologisk, en botanisk og en fysiologisk), men ordet *biologi* indgik først i vedtægterne fra 1916, hvor den naturvidenskabelig-matematiske klasse blev delt i to faggrupper: Den ene gruppe udgjordes af »de Videnskabsmænd, der fortrinsvis dyrker Emner hentet fra Dyre- og Planteriget ... Denne Gruppe benævnes den biologiske Gruppe. Den anden Gruppe bestaar af Klassens øvrige Medlemmer.« Selskabets skriftserie *Biologiske Meddelelser*, der begyndte at udkomme i 1917, markerede ordet biologis indmarch i titlerne på Selskabets publikationer, og senere kom *Biologiske Skrifter*.

Selskabets biologer i den tidligste tid

Som følge af det stigende kendskab til planter og dyr fra verdensdelene uden for Europa opstod i 1700-tallet et behov for oversigter, som viste, hvorledes de mange nye organismer kunne klassificeres. Den svenske læge og naturforsker Carl Nilson Linnæus (adlet som Carl von Linné) etablerede altomfattende systematiske oversigter over alle dengang kendte plante- og dyrearter.

I midten af 1700-tallet, omtrent samtidig med Sel-

skabets grundlæggelse, erkendte man i Danmark, at der var behov for ny botanisk og zoologisk viden, og blandt de tidligt indvalgte medlemmer var lægerne Christian Gottlieb Kratzenstein og Christian Friis Rottbøll, der var påvirket af Linné. Mange af Selskabets medlemmer i 1700-tallet med interesse for zoologi og botanik var teologer, læger eller økonomer, fordi botanik og zoologi endnu ikke var selvstændige universitetsfag. Derfor var det betydningsfuldt, at Naturhistorieselskabet blev stiftet i 1789 som en privat institution. En række af Videnskabernes Selskabs medlemmer var aktive i Naturhistorieselskabet, især Peter Christian Abildgaard. Han var uddannet som læge og arbejdede tidstypisk både med grundforskning og praktisk videnskab. Under kvæggæsten i 1762 blev han på kongelig befaling sendt til Frankrig for at studere sygdommen, og han blev siden initiativtager til en veterinærskole i København, hvor han arbejdede sammen med blandt andre Erik Viborg. Begges videnskabelige arbejder er vidtfaavnende og vedrører adskillige moderne videnskaber. Uden for Selskabets regi blev værket *Flora Danica* igangsat på kongelig ordre i 1761, men værket senere videnskabelige medarbejdere blev alle medlemmer af Selskabet. Martin Vahl blev knyttet til Naturhistorieselskabet som professor, og hans indsats var så afgørende, at selskabet blev nedlagt ved hans død i 1804. Vahl skrev en række betydelige systematisk-botaniske værker, både om den hjemlige flora og om plantelivet i fjerne egne. Begge dele havde danske forskeres interesse, og det er karakteristisk, at periodens videnskabelige ekspeditioner som ét vigtigt formål havde indsamling af naturgenstande. Det gjaldt også Eggert Ólafsson og Bjarni Pálssons rejser i Island 1752-1757, som Selskabet havde overopsyn med.

Flere af Selskabets medlemmer i det 18. århundrede præsterede banebrydende forskning inden for et bredt felt af biologien. Det gælder bl.a. Grønlands fauna ved Otto Fabricius, mikroskopiske dyr ved Otto Friederich Müller og klassifikationen af insekter ved Johan Christian Fabricius. Også landets videnskabelige samlinger af planter og dyr blev varetaget af medlemmer af Selskabet som Morten Thrane Brünnich, Johannes Christian Reinhardt og Gregers Wad.

Selskabets biologer i perioden ca. 1800-1880

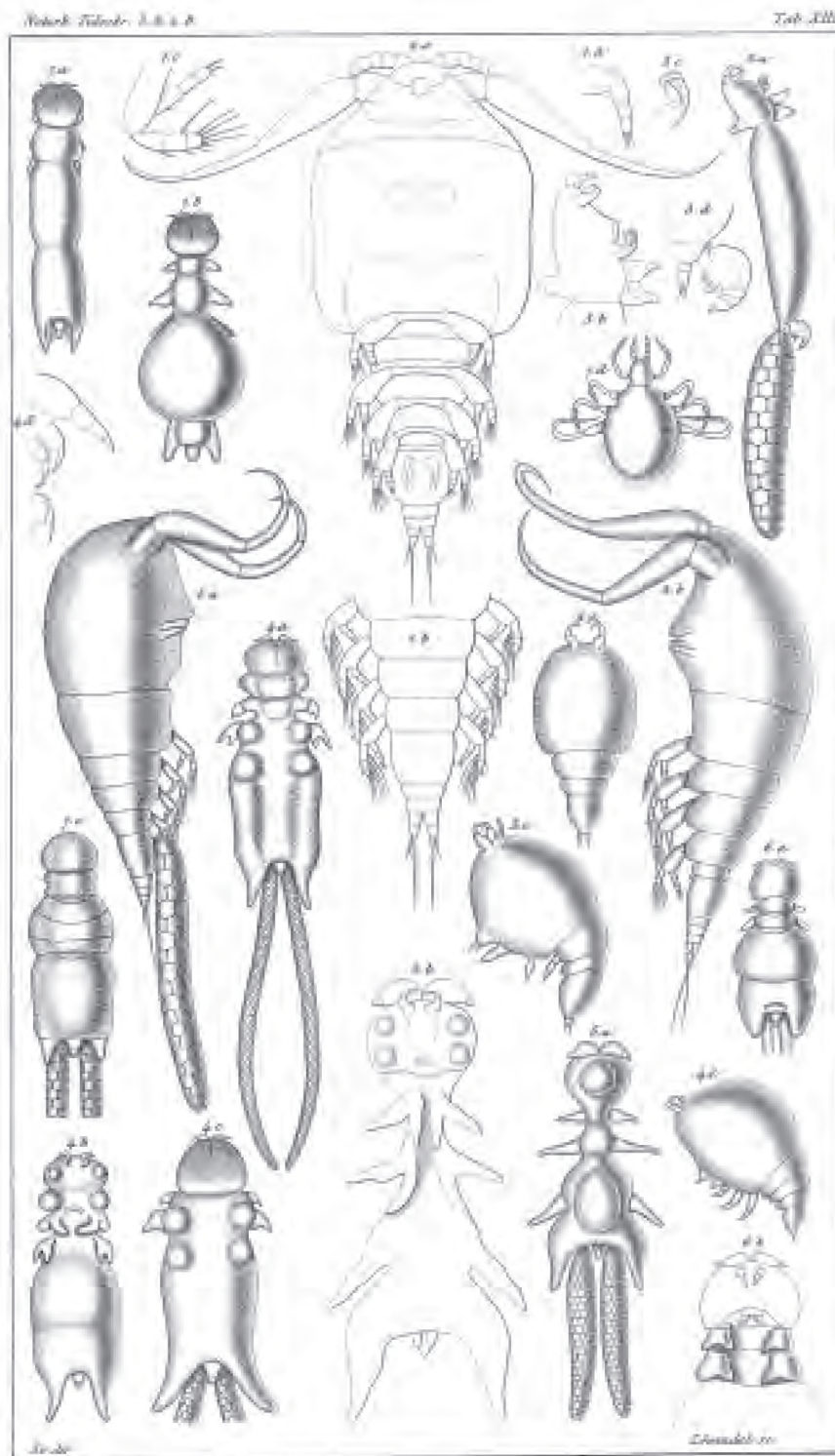
Biologien er i høj grad karakteriseret ved en gradvis udvikling og stigende specialisering. Derfor er det vanskeligt at afgrænse præcise perioder i faggruppens historie i Selskabet, men omkring 1880 sker der noget nyt, repræsenteret ved navne som Charles Darwin og Louis Pasteur.

Zoologi

Det første medlem af Selskabet, som i 1800-tallet interesserede sig for zoologi, var den meget produktive og internationalt anerkendte sammenlignende anatom, Ludvig Levin Jacobson, der hele sit liv virkede som læge og kirurg.

Mindst lige så international anerkendt var Peter Wilhem Lund, der opholdt sig i Brasilien det meste af sit liv. Her foretog han talrige indsamlinger af planter, insekter og fugle. I begyndelsen af 1830'erne blev han opmærksom på fossile dyreknogeter i kalkstenshuler nær den lille by Lagoa Santa. Det gav anledning til en omfattende serie publikationer i Selskabets skrifter med fællestitlen *Blik på Brasiliens Dyreverden før sidste Jordomvæltning* (1837-1846). Samlingerne kom til Danmark takket være Johannes Theodor Reinhardt, der deltog i den første Galathea-ekspedition og opholdt sig længe hos P. W. Lund. Hans egen forskning knyttede sig i væsentlig grad til Lunds brasilianske samlinger, som blev genstand for adskillige forskeres interesse, ikke mindst Herluf Winge, der udgav et omfattende værk *E Museo Lundii* (1888-1915). Han analyserede også knogler fra danske arkæologiske udgravninger og var en pioner inden for dansk naturfredning.

De store havpattedyr var hovedinteressen for Daniel Frederik Eschricht. Han var ganske vist uddannet læge, men hans videnskabelige produktion drejer sig fortrinsvis om hvalernes anatomi og embryologi. Statens Naturhistoriske Museum har i dag en af verdens mest komplette hvalsamlinger, i høj grad takket være Eschricht. Havforskning i bredere forstand blev dyrket af Henrik Nikolai Krøyer, som udgav de første samlede værker om Danmarks og Grønlands fisk, foruden en række afhandlinger om krebsdyr, bl.a. *Bidrag til Kundskab om Snyltekrebsene* (1863-1864). Værkets tavler er udført af den unge Peter Severin Krøyer, den senere berømte maler, der hjalp sin stedfar med videnskabelige illustrationer. Krøyer fik ikke den universitetskarriere, som han følte sig berettiget til, og det skyldtes i



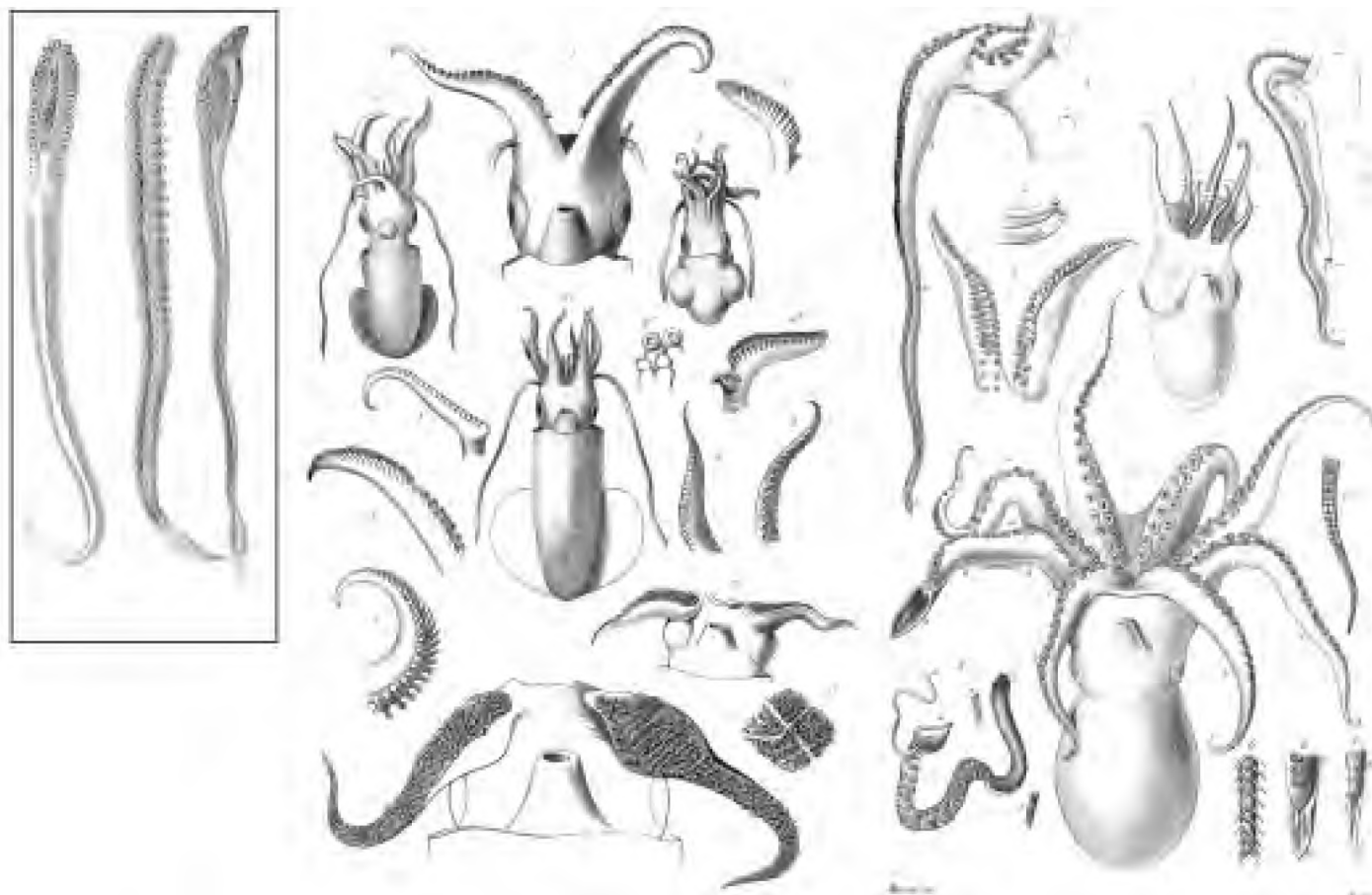
FIGUR 1. Snyltende vandløpper (Copepoda, en underklasse af krebsdyrene) blev studeret af zoologen Henrik Krøyer. Han blev først opmærksom på disse meget omdannede krebsdyr som fiskeparasitter i forbindelse med sine grundige undersøgelser af fiskene i de danske farvande. Krøyers arbejder om snyltekrebs blev illustreret af hans stedsøn, den senere maler Peter Severin Krøyer og stukket af kobberstikker Emil Adolf Løvendal. Krøyer viste, at snyltende vandløpper først lever frit i vandet, som de ikke-snyltende arter, men de kønsmodne hunner fæstner sig på fisk, især på fiskenes blodfyldte gæller, hvor de befrugtes af fritsvømmende hanner. Tavlen er udgivet som en del af det største af Krøyers arbejder om snyltekrebs, »Bidrag til Kundskab om Snyltekrebsene«, der udkom i *Naturhistorisk Tidsskrift*, 3. Række, 2. Bind, s. 75-425 (1863).

høj grad hans mere udadvendte og effektivt netværkende konkurrent, Japetus Steenstrup.

Steenstrup publicerede i 1837 en banebrydende afhandling, som blev belønnet af Selskabet; heri påviste han, at fire forskellige skovperioder havde efterfulgt hverandre i løbet af 5-6000 år - samtidig afviste han tanken om en istid. Grænseområdet mellem naturhistorie og arkæologi interesserede ham hele livet, og sammen med geologen J.G. Forchhammer og arkæologen Jacob Worsaae indtrådte han i 1848 i Selskabets komité, der skulle undersøge de store skaldynger ved Limfjorden. I 1837 var der fundet flintredskaber i disse skaldynger, og Worsaae kunne vise, at dyngerne var menneskeværk fra stenalderen. Steenstrup bestemte dyrene i dyngerne og navngav dem »køkkenmøddinger«, som endnu er den internationalt anerkendte betegnelse (engelsk »kitchen midden«).

Steenstrup var påvirket af tidens tyske naturfilosofi og hyldede troen på en anelsesfuld løsning af videnskabelige problemer. Det præger flere af hans værker, som er en syntese af iagttagelse og ræsonnement, undertiden mere af det sidste end af det første. I hans bedste arbejder indgår de to elementer i en værdifuld balance, og hans arbejder om blæksprutter er næsten alle blevet stående. Han stod bag en række vigtige forskningspolitiske beslutninger, og som nær bekendt af brygger J. C. Jacobsen medvirkede han ved udformningen af Carlsbergfondets statutter og var medlem af fondets første direktion. Han var sekretær for Selskabet i 1866-1878.

Steenstrups intuitive metode delte vandene i samtiden. En af dem, der holdt sig til nøgtern iagttagelse, var Jørgen Matthias Christian Schiødte. I sit hovedværk behandlede han biller og deres forvandling fra larve- og puppestadierne til voksne dyr. Her demon-



FIGUR 2. I 1829 fandt den kendte franske zoolog og sammenlignende anatom Georges Cuvier i en hun-blækspruttes kappehule noget, han mente var en parasitisk orm. Han beskrev og navngav den *Hectocotylus octopodis* (indrammet figur til venstre). Den danske zoolog Japetus Steenstrup påviste, at det i virkeligheden var en afsnøret del af en arm fra en han-blæksprutte. Armen tjente til at overføre sæd til hunnen. På tavlerne til højre demonstrerede Steenstrup, at sådanne »hectocotyliserede« arme findes hos andre slægter af blæksprutter, men i meget forskellig form. Tavlerne og afhandlingen »Hectocotyldannelsen hos Octopodslægterne *Argonauta* og *Tremoctopus* oplyst ved Iagttagelse af lignende Dannelser hos Blæksprutterne i Almindelighed« udkom i *Videnskabernes Selskabs Skrifter*, Naturvidenskabelige og matematiske Afd., 5. Række, 4. Bind, s. 185-216 (1856).

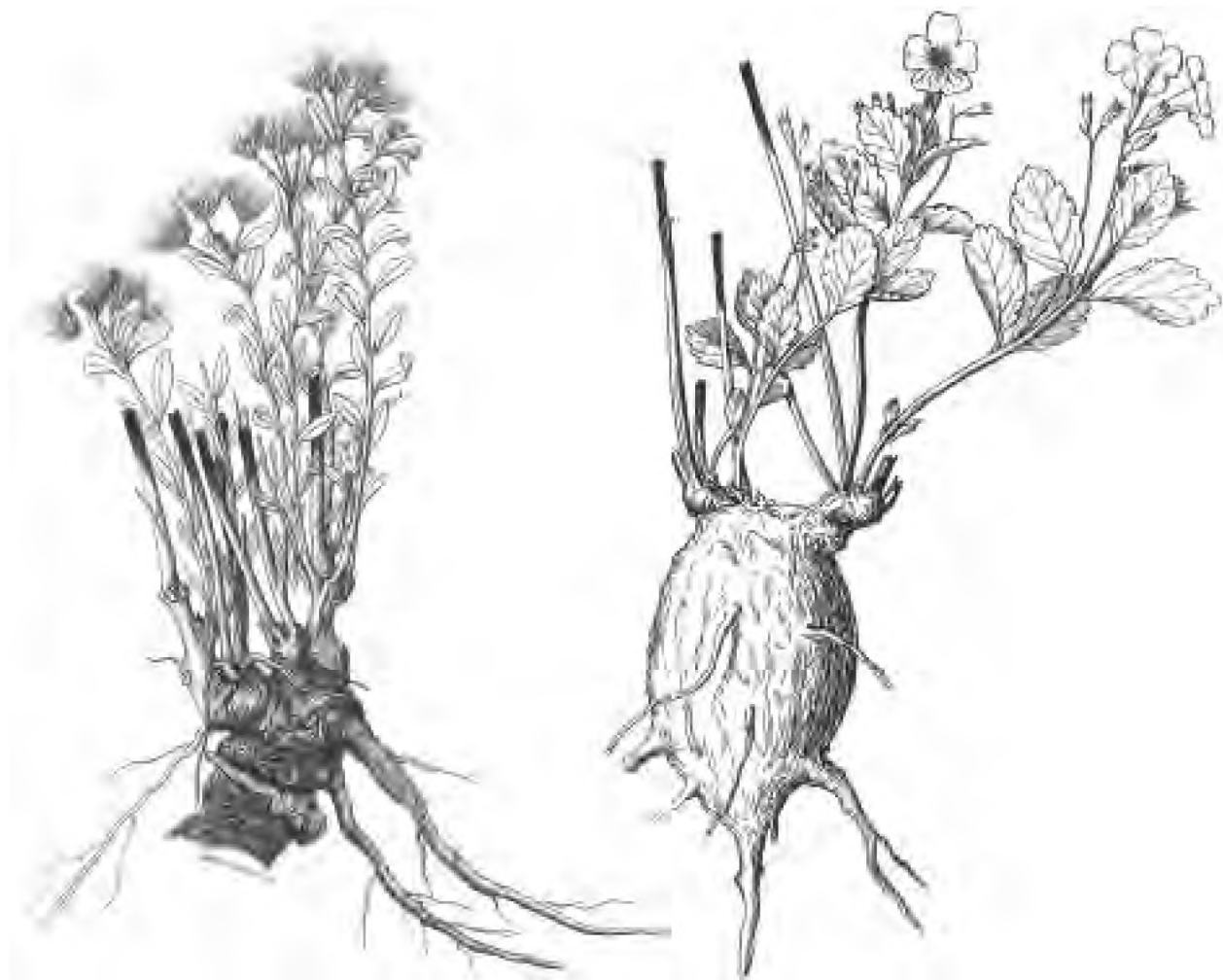
strerede han et nært samspil mellem dyrenes levevis og bygning, men uden at sætte sine iagttagelser i forbindelse med tidens nye ideer, bl.a. Darwins evolutions-teorier. Schiødte var en betydelig samler og med til at grundlægge de store insektsamlinger, der nu findes i Statens Naturhistoriske Museum.

Anders Sandøe Ørsted, der var nevø af den kendte jurist og statsminister af samme navn, præsterede banebrydende forskning inden for marinbiologien ved at inddеле havets økologiske zoner efter de dominerende grupper af alger (brunalger, grønalger og rødalger) og det lys, der trænger ned til dem. Under en

ekspedition til Vestindien, Nicaragua og Costa Rica iagttagte han oceanernes planteplankton og konkluderede, at plankton er »det fornødne Plantestof til de mindste Dyrs Ernæring« - det første led i havets fødekæde.

Botanik

I begyndelsen af det 19. århundrede var Selskabets botanisk interesserede medlemmer alle direkte eller indirekte elever af Martin Vahl (se s. 153). Det gjaldt i første række Jens Wilken Hornemann, der hovedsagelig



FIGUR 3. I 1837 udgav den kendte palæontolog Peter Wilhelm Lund afhandlingen »Bemærkninger over Vegetationen paa de indre Højsletter af Brasilien, især i plantehistorisk Henseende« i *Videnskabernes Selskabs Skrifter*, Naturvidenskabelige og matematiske Afd., 4. Række, 6. Bind, p. 145-188. I afhandlingen gjorde han opmærksom på de hyppige vegetationsbrande på Brasiliens højsletter og disse brandes mulige virkning. Under sit ophold hos Lund i Lagoa Santa i Brasilien i 1863-1866 analyserede den unge botaniker Eugen Warming blandt meget andet planternes tilpasning til brand, en tidlig inspiration til hans senere økologiske pionerværker. Hans tegninger af, hvorledes plantearter ved en række tilpasninger kan overleve i dette miljø, er gengivet i afhandlingen »Lagoa Santa. Et Bidrag til den biologiske Plantegeografi« i *Videnskabernes Selskabs Skrifter*, Naturvidenskabelige og matematiske Afd., 6. Række, 6. Bind, s. 153-488 (1892). Hos så forskellige planter som kurvblomsten *Baccharis humilis* (til venstre) og en art af jernurtfamilien, *Casselia chamaedryfolia* (til højre), skyder nye skud efter hver brand op fra en tyk stængel eller rodknold, der sidder velbeskyttet mod brand under jorden; de nederste dele af de brændte stængler sidder sodsværtede tilbage sammen med de nye skud.

interesserede sig for den danske flora og bl.a. udgav den indflydelsesrige *Dansk oekonomisk Plantelære* (1796). Hans lidt yngre samtidige arbejdede i vidt omfang med planter fra fjerne, ja ligefrem eksotiske egne.

Joachim Frederik Schouw foretog i 1816-1820 en rejse rundt i Europa, og efter hjemkomsten skrev han den første sammenfatning nogensinde af plantegeografens principper, en udbygning af Alexander von Humboldts pionerarbejder. Han skitserede klodens plantegeografiske regioner, der kunne karakteriseres med ret ensartet flora og vegetation, og han udbyggede siden sine iagttagelser med studier af træarters udbredelse og højdezoner i Sydeuropa, især Italien. I mange år var han desuden en energisk redaktør af Selskabets skrifter.

Nathaniel Wallich blev i 1806 udsendt som kirurg til den danske koloni Frederiksnagore ved Calcutta, og gennem de følgende 30 år udforskede han flora og vegetation i Indien, Nepal, Burma, Penang og Singapore, publiceret i en række botaniske værker, bl.a. det pragtfulde *Plantae Asiaticae rariores* (1830-1832). Også Frederik Michael Liebmann var en betydelig botanisk forskningsrejsende. I 1840-1843 udforskede han den sydlige del af Mexico, hvor han studerede vegetation og flora på vulkanerne og i de fugtige skove. Fra sit ophold hjemførte han meget store samlinger af levende og konserverede planter.

Johan Martin Christian Lange arbejdede som ung med Spaniens flora. Siden kom den hjemlige flora i fokus, da han blev direktør for Botanisk Have og i samarbejde med bl.a. brygger J. C. Jacobsen organiserede havens flytning fra området langs Nyhavn til den nuværende placering. Hans *Haandbog i den danske Flora* (1850-1851) blev et standardværk, der kom i flere omarbejdede udgaver. Han blev den sidste udgiver af *Flora Danica*, hvis første bind udkom i 1761. Efter afslutningen af værket i 1883 udgav han *Nomenclator Floræ Danicæ* (1887), der reviderer identitet og navne på alle tavler i værket. Desuden skrev han det første grundlæggende værk om Grønlands flora.

Johannes Eugenius Bülow Warming arbejdede nogle år hos P.W. Lund i Brasilien og deltog siden i udgivelsen af *Symbolae Brasiliensis* (1867-1893). Hans store *Haandbog i den systematiske Botanik* (1879), der blev oversat til tysk, engelsk, russisk og svensk, blev gennem næsten 100 år brugt ved botanikundervisningen i København. En pionerindsats i hans senere år var plantegeografi og grundlæggelsen af den botaniske økologi, som behandles i hovedværket *Plantefund, Grundtræk af den økologiske Plantegeografi* (1895), der er blevet oversat til en lang række sprog. Derefter fulgte vigtige mono-

grafier over danske plantefund. Også forskningspolitisk var han aktiv bl.a. som medlem af Carlsbergfondets direktion. Han deltog i den fysiske udformning af Fondets og Selskabets fælles domicil på H. C. Andersens Boulevard.

Medicin

Holdningen til lægevidenskaben har vekslet gennem Selskabets historie. I den første periode skelnede man ikke mellem anvendt forskning og grundforskning og indvalgte praktiserende læger. Først i H. C. Ørsteds periode som Selskabets magtfulde sekretær (1815-1851) blev den anvendte forskning efterhånden udskilt fra Selskabets primære interessesfære.

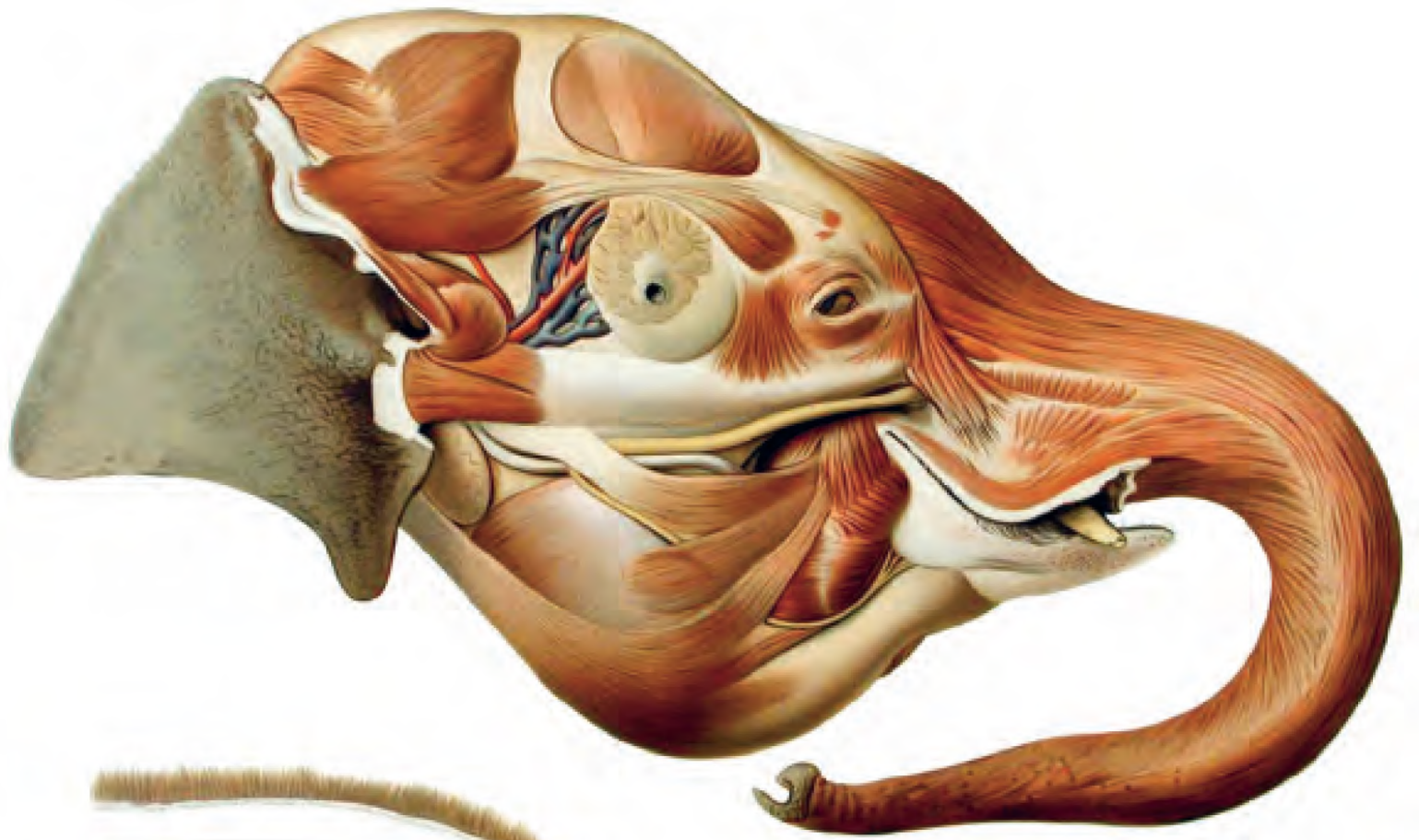
I sin tale ved Selskabets 100-årsjubilæum i 1842 karakteriserede han videnskabelige selskaber:

Det ligger dybt begrundet i disse Selskabers Væsen, at de især have de Videnskaber til Gjenstand, som ikke umiddelbart gribe ind i det borgerlige Liv. De afhandle f. Ex. Religionsphilosophie, men ikke Kirkelære, Lovgivningsvidenskab, men ikke Fortolkningen af Landets Love, Chemie, Anatomie, Physiologie, men ordentligviis ikke den praktiske Lægekunst ... Man tænder et veiledende Fyr, men overlader Praktikerne at styre derefter

Sådanne betragtninger ser ud til at have bestemt Selskabets indvalgspraksis siden Ørsteds tiltræden. Blandt medicinerne er det dem, der har udført sygdomsrelateret grundforskning, man har indvalgt.

Adolph Hannover påviste allerede i sin studietid, at en smitsom sygdom hos salamandere skyldes en snyltende alge. Her anvendte han som i næsten alle sine arbejder mikroskopi, hvis betydning han understregede. Internationalt kendt blev hans *Om Epithelioma* (1852), der fremsatte en kontroversiel teori om eksistensen af specifikke kræftceller i modsætning til den gængse opfattelse af kræftceller som normale celler, der var blevet syge. Inspireret af Hannover besluttede Frederik Theodor Schmidt at studere mikroskopisk anatomi.

Som medicinstuderende blev Peter Ludvig Panum sendt til Færøerne i 1846 under en mæslingeepidemi, der i løbet af syv måneder ramte mere end to tredjedele af indbyggerne. Han påviste et fast tidsforløb fra smitte til sygdommens udbrud, inkubationstiden, viste, at sygdommen spredtes fra person til person, og at den kunne begrænses ved isolation af patienterne. Da det



var 65 år siden, sygdommen sidst var brudt ud på øerne, kunne han vise, at voksnes immunitet varer mindst 65 år. Hans afhandling om epidemien, *Iagttagelser anstillede under Mæslinge-Epidemien på Færøerne i Aaret 1846* (1847), blev en verdenskendt klassiker. I 1850 lykkedes det ham at standse udbredelsen af en koleraepidemi ved at isolere de smittede. Blandt hans senere undersøgelser er især påvisningen af risici ved blodtransfusion berømte. Fra 1876 var han medlem af bestyrelsen for Carlsbergfondet.

Selskabets biologer i perioden ca. 1880-1950

Zoologi

Steenstrups intuitive metode blev udsat for tilintetgørende kritik af en af de nyindvalgte zoologer, William Emil Sørensen. Hans egne stringente undersøgelser gælder især havdyr og edderkoppers funktionelle anatomi. I en vigtig afhandling inddrog han fysiske studier af lyd i løsningen af fysiologiske problemer. Den fik betydning for August Krogh, som perfektionerede Sørensens biologisk-fysiske forskningsmetoder.

Fra hver sin lejr kom Frederik Vilhelm August Meinert og Christian Frederik Lütken. Meinert var elev af Schiødte og studerede leddyr (insekter, krebsdyr og havedderkopper), men nærmede sig senere Steenstrup. Lütken var elev af Steenstrup, men hans forskning var baseret på omhyggelige iagttagelser af hvirvelløse havdyr, fisk og pattedyr. Han udgav efter Steenstrups død dennes manuskript om dybhavets kæmpeblæksprutter. Ingen af de to forskere sluttede sig til Darwins evolutionsteori.

Til Steenstrups forsvarere hørte Johan Erik Vesti Boas, som dog i modsætning til Steenstrup var tilhænger af Darwins evolutionsteori. Allerede i 1828 var det blevet påvist, at det tidligste fosterstadium er fælles for alle hvirveldyr, og Boas arbejdede med sammenlignende hvirveldyranatomi og embryologi (fosterlære)

som støtte for evolutionsteorien. I 1881 præsenterede han teorien og argumenterede for den ved en forelæsningsrække. Hans første større arbejder beskæftigede sig med krebsdyr på evolutionsbiologisk grundlag, og siden udvidede han feltet til sammenlignende anatomi hos hvirveldyr, bl.a. dinosaurer og fugle. Hans omhyggelige anatomiske studier kulminerede i *The Elephant's Head*, et pragtværk i folioformat, trykt med støtte af Carlsbergfondet.

Boas' meningsfælle – og konkurrent – med hensyn til darwinisme var Rudolph Sophus Bergh. Han var en af de første i Danmark, der beskæftigede sig med zoologisk vævslære (histologi) og embryologi på darwinistisk grundlag, og han underviste i den nye cellelære, der opererede med en cellekerne og en ydre cellemembran. Hans forskning fokuserede især på orme, krebsdyr og flagellater (encellede organismer, der bevæger sig ved hjælp af svingtråde); men midtvejs i sin karriere forlod han naturvidenskaberne til fordel for musikken og blev komponist og musikhistoriker.

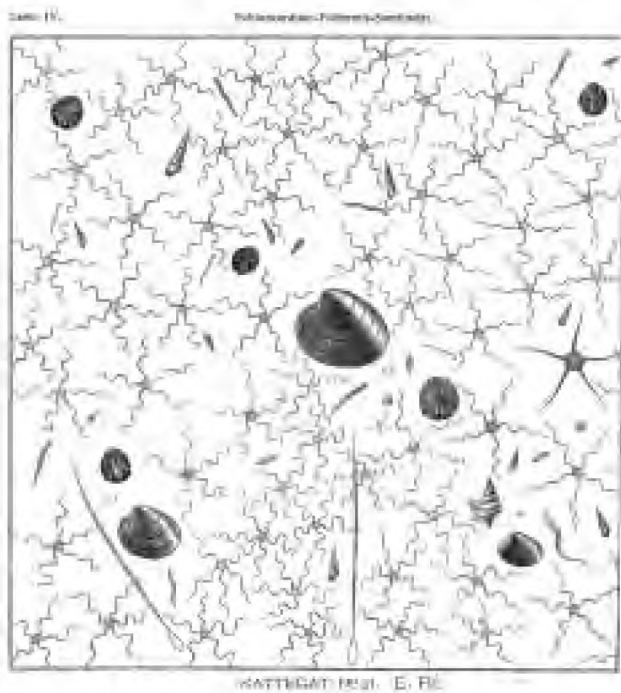
Det første medlem af Selskabet, der primært beskæftigede sig med økologiske emner, var Peter Erasmus Müller, delvis som elev af Warming (se s. 157). Hans betydeligste indsats var banebrydende økologiske studier i dannelsen af de to hovedtyper af skovbund, den næringsrige (muld) og den sure og næringsfattige (mor).

Først i 1800-tallets anden halvdel opstod en egentlig økologisk orienteret marinbiologi, i Selskabet først repræsenteret af Carl Georg Johannes Petersen. Gennem fire somre fra 1893 undersøgte han mere end 500 stationer i Kattegat for fysiske faktorer, bundforhold og dyreliv. Materialet blev studeret af en række zoologer og dannede basis for hans egen disputats om Kattegats bunddyr. Han indførte nye metoder til populationsstudier af fisk, som stadig benyttes inden for fiskebiologien, og ved hjælp af et nyudviklet redskab, »Petersens bundhenter«, optog han nøje definerede prøver af havbunden, som satte ham i stand til at skelne otte dyresamfund i de danske farvande.

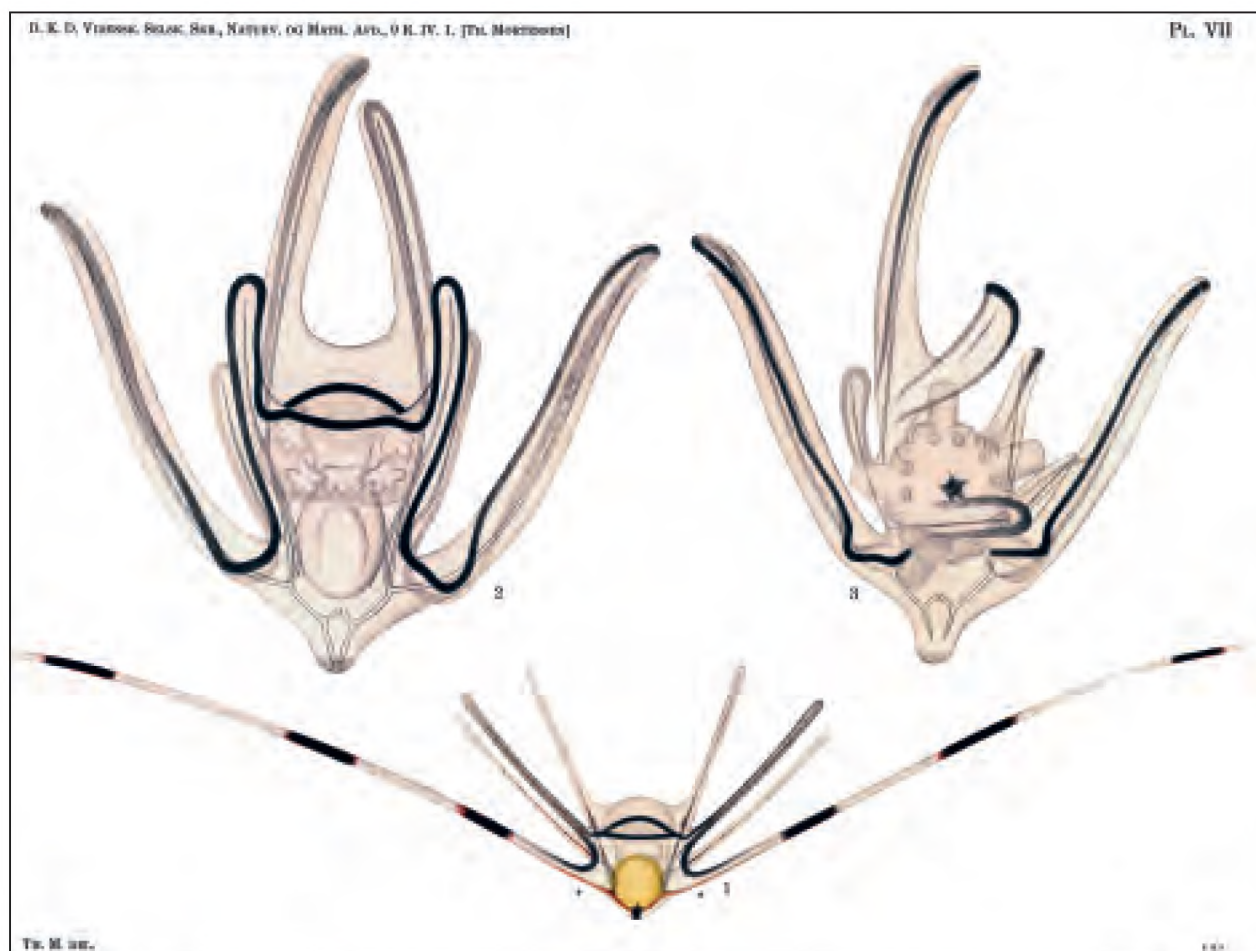
Omkring århundredeskiftet stod havforskningen stærkt i Danmark og i Selskabet. En af de forskere, der arbejdede inden for feltet, var Hector Frederik Estrup Jungersen, som deltog i Ingolf-ekspeditionen til Nordatlanten og det Nordlige Polarhav i 1895-1896. Den arktiske fauna var også hovedinteressen for Adolf Severin Jensen.

Det kan være vanskeligt at identificere dyr, der ændrer sig meget fra larve- til voksenstadiet, især hvis de lever i helt forskellige miljøer i de to stadier. Emnet

FIGUR 4. To dissektioner af muskulatur i hovederne af henholdsvis en indisk elefant (øverst) og en tapir (nederst). Elefantens hoved er væsentligt større end tapirens, og de to illustrationer er derfor ikke i samme skala, men tillader sammenligning mellem muskulaturen i elefantens snabel og tapirens snabel-lignende snude. Dette er en væsentlig opgave for den sammenlignende anatomi, hvor man skal fastslå, om ydre lighed modsvarer af indre lighed, der kan underbygge formodning om slægtskab. Figuren viser to af de i alt 48 farvelitograferede tavler i J. E. V. Boas og S. Paullis bog *The Elephant's head. Studies in the comparative anatomy of the organs of the head of the Indian elephant and other mammals* (1908). Bogens øvrige tavler viser mange andre anatomiske detaljer, blandt andet nerver og blodkar.



FIGUR 5. Ved brug af en selvkonstrueret bundhenter studerede C. G. Johannes Petersen havbundens dyreliv i de danske farvande og konstaterede en række forskellige dyresamfund. I en serie afhandlinger, blandt andet *Havbunden og Fiskenes Ernæring: En Oversigt over Arbejderne vedrørende vore Farvandes Bonitering i 1883-1917. Beretning XXV til Landbrugsministeriet fra Den Danske Biologiske Station* (1918), illustrerede han dyresamfundene med tegninger af de dominerende arter, så deres indbyrdes talmæssighed blev antydet. Et eksempel er det tidligere »*Echinocardium-filiformis*«-samfund, nu kaldet blødbunds- eller *Amphiura*-samfundet, der findes på mudderbund i dybder på 20-100 m i det nordøstlige Kattegat, i dele af Skagerrak og Nordsøen, samt i den nordlige del af Øresund. De dominerende arter er slangestjerner, blandt andet *Amphiura filiformis*. Andre talrige arter er molbøsters (*Arctica islandica*), pelikanfodssnegl (*Aporrhais*), tårnsnegl (*Turritella*), sømus (*Echinocardium*, en slægt af søpindsvin) og arter af børsteorme og søljer. Petersens grafiske fremstillingsform er lidt misvisende for *Amphiura*-samfundenes vedkommende, for i mudderbunden ligger næsten alle dyrene nedgravet. *Amphiura*-samfundet findes i havområder, der er vigtige for fiskeri af torsk og jomfruhummer.



FIGUR 6. Slangestjernelarver, der med deres lange svævearme kun er få mm store, lever fritsvømmende som en del af havets plankton, medens voksne pighuder (Echinodermer), fx søstjerner, slangestjerner, søpølser, søliljer og søpindsvin, alle er bundlevende. I en række afhandlinger forsøgte echinoderm-specialisten Th. Mortensen at sammenknytte de fritsvømmende larvestadier med voksne dyr, blandt andet i afhandlingen »Contributions to the Study of the Development and Larval Forms of Echinoderms«, der udkom i *Videnskabernes Selskabs Skrifter, Naturvidenskabelige og matematiske Afd., 9. Række, Bind 4, s. 1-40* (1931). På tavlen viser Fig. 1 en ung, i vandet frit svævende larve, medens Fig. 2 og 3 viser stadier i omdannelsen til voksen slangestjerne. Det helt anderledes voksne dyr (antydnet tydeligst i Fig. 3, men med afkortede arme) udvikles på larvens overside ved munden, medens larvens svævearme degenerer.

fascinerede Theodor Mortensen, som studerede de fritsvømmende larvestadier af pighuderne, bl.a. søliljer, søstjerner, søpindsvin og søpølser, der alle som voksne er udprægede bunddyr. Det var hans mål at samle materiale fra alle verdens havområder, og han nåede mange: Siam-bugten, Dansk Vestindien, Stillehavet, Afrikas kyster, Mauritius og St. Helena. Statens Naturhistoriske Museums samlinger af pighuder er derfor blandt verdens mest komplette. Hans arbejde kulminerede med 16-bindsværket *A monograph of Echinoida* (1928-1951), et af de mest omfattende zoologiske værker forfattet af én forsker.

En mindst lige så internationalt kendt havforsker, der beskæftigede sig med identifikation mellem larver og voksne dyr, var Johannes Schmidt. Hans livsværk var forskning i fiskearters, specielt ålens livscyklus og økologi. I Middelhavet havde man fundet små, sammentrykte og glasklare fisk, som man gav slægtsnavnet *Leptocephalus*. Det blev senere vist, at det ikke var en ny slægt, men et larvestadium af den europæiske ål. I 1904 fangede Schmidt et mellemstadium mellem larverne og de unge ål, glasål, og i de følgende år søgte han efter ålens forskellige livsstadier i Middelhavet og Atlanterhavet. I 1921-1922 lykkedes det ham at fastslå, at den europæiske ål må vandre fra Europa til Sargassohavet for at yngle, hvorefter larverne vandrer tilbage mod Europa hjulpet af Golfstrømmen. I 1928-1930 ledede han jordomsejlingen med skibet *Dana*, der havde generelt marinbiologisk sigte. Blandt ekspeditionens mange resultater var opdagelsen af en hidtil ukendt undersøisk bjergkæde i sammenstødszonen mellem den afrikanske og den indo-australske kontinentalplade i det Indiske Ocean. Den fik navnet »Carlsbergryggen« efter ekspeditionens mæcen.

Ferskvandsbiologien blev repræsenteret i Selskabet lidt, men ikke meget senere end marinbiologien. Til gengæld er Carl Jørgen Wesenberg-Lund en af grundlæggerne af moderne ferskvandsbiologi, både i Danmark og internationalt. Hans første arbejde var baseret på Zoologisk Museums samlinger af grønlandske småkrebs, men snart gik han over til direkte iagttagelser i naturen eller i primitive laboratorier. Han arbejdede med vandlevende insekter og mikroskopiske dyr, især hjuldyr og mosdyr. Det var hans opfattelse, at årstidsvariationerne i planktonindividernes størrelse er afhængige af ændringer i vandets vægtfylde, mens den tyske kemiker Wolfgang Ostwald mente, at årsagen er vandets skiftende viskositet; heraf opstod den udbredte Ostwald-Wesenberg'ske svæveteori for plankton.

Niels Mathias Peter Thomsens brede interessefelt

spændte fra udpræget anvendelsesorienterede og eksperimentelt-økologiske arbejder om danske flue-arter over cellelære, specielt kønsbestemmelse hos insekter, til eksperimentelle og deskriptive arbejder om hormoner hos insekter og krebsdyr.

Sammenlignende anatomi var repræsenteret i Selskabet af flere zoologer i 1800-tallet, men Carl Marinus Steenberg var den første, der havde det som sit fag. Næsten alle hans arbejder drejede sig om snegle, hvis anatomi han studerede med højt specialiserede mikroskopiske teknikker, som han selv havde udviklet. Navnlig hans studier over de tvekönnede snegles meget komplicerede kønsorganer overgik langt tidligere forskeres analyser.

Palæontologi blev i perioden dyrket af to medlemmer. Jesper Peter Johansen Ravn hørte til specialisterne i hvirvelløse dyr og arbejdede med fossile bløddyr, navnlig muslinger, som han studerede i danske aflejringer fra kridttiden, senere udvidet med analyser af bløddyrfaunaen fra tertiære aflejringer. Magnus Anton Degerbøl arbejdede med hvirveldyr, ikke mindst med arkæologisk sigte, og udforskede knoglemateriale fra en lang række forhistoriske bopladser. Ved at sammenligne dyreknogler fra fundene med nulevende dyr mente han at kunne påvise udviklingsprocesser. De enkelte hvirveldyrarters indvandringshistorie i Danmark var et andet felt for hans forskning, og han forsøgte at vise, at uroksen blev udryddet af mennesket.

Botanik

To medlemmer af Selskabet udforskede de blomsterløse alger og svampe, som man dengang anså for planter. Frederik Georg Emil Rostrup forfattede en stor håndbog i svampesygdomme hos planter, men også den bredere *Vejledning i den danske Flora*, der hurtigt blev kendt som *Rostrups flora* og fik meget stor udbredelse – den blev revideret og udgivet i nye oplag helt til 1979. Studiet af alger blev en livsopgave for Janus Lauritz Andreas Kolderup Rosenvinge, barnebarn af den kendte jurist af samme navn. Han undersøgte alger bredt, ud fra udviklingsbiologiske, systematiske og plantegeografisk-økologiske synspunkter. Hans værker om Grønlands (1893-1898) og Danmarks havalger (1909-1931) er først nu ved at blive erstattet af nye behandlinger.

Christen Christiansen Raunkjær udgav i 1895-1898 *De danske Blomsterplanters Naturhistorie, Bind 1. Enkimbladede*, hvor han klarlagde morfologiske og anatomiske træk

af betydning for planternes økologi. Siden sammenfattede han sine undersøgelser af planternes tilpasning til økologiske vilkår i *Planterigetets Livsformer og deres Betydning for Geografien* (1907, fransk udgave 1905). I 1921 udkom Carsten Olsens disputats *Studier over Jordbundens Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen, særlig for Plantefordelingen i Naturen*, der blev et vigtigt grundlag for den botaniske økologi, og som fremkaldte et svar fra Raunkjær i form af en undersøgelse af den modsatte reaktion, planternes indflydelse på jordbunden. I *Dominansareal, Artstæthed og Formationsdominanter* (1928) indførte Raunkjær kvantitative metoder til analyse af vegetationer. Både hans klassifikation af planternes livsformer og hans metoder til vegetationsanalyser benyttedes stadig mange steder i verden.

Carl Emil Hansen Ostenfelds videnskabelige indsats falder inden for to felter, danske og arktiske blomsterplanter og marint plankton. Som noget nyt organiserede han forskergrupper, og med projektet *Danmarks topografisk-botaniske Undersøgelse*, der løb fra 1903 til 1980, fik han realiseret en grundig kortlægning af Danmarks flora i relation til geografi og økologiske faktorer. Hans planktonforskning udmøntedes bl.a. i hans og Johannes Schmidts *De danske farvandes Plankton i Aarene 1898-1901* (1913-1916). Han var medlem af Carlsbergfondets direktion fra 1921 til sin død.

Otto Georg Petersen er Selskabets eneste medlem, der har specialiseret sig i planteanatomi, inspireret af Warmings tidlige arbejder inden for dette felt.

Steenstrups vegetationshistoriske undersøgelser blev starten på et meget rigt forskningsfelt i Danmark i 1900-tallet, tidligst dyrket af Knud Jessen, som udnyttede pollenanalyse i sin udforskning af vegetationsudviklingen efter istiden. Han var medlem af Carlsbergfondets direktion i 20 år.

Medicin og parasitologi

Johannes Andreas Grib Fibigers største indsats lå inden for kræftforskningen, hvor han påviste, at forsøgsrottens mavesvulster kunne skyldes infektion med en hidtil ukendt rundorm, som de fik via foderet. For første gang kunne man på den måde frembringe en sygdom, der mindede om kræft, hos sunde dyr. Undersøgelserne blev fremlagt i 1913 og vakte så stor international opmærksomhed, at han i 1927 modtog Nobelprisen for sine arbejder, der dog senere viste sig ikke at påvise egentlig induceret kræft. Kræft var også emnet for Vilhelm Ellermanns banebrydende forskning. Han viste, at leukæmi kan overføres fra syge til raske høns ved indpodning af syge fugles blod, selv om det

er filtreret for celler. Det var en tidlig konstatering af, at kræft kan forårsages af smitte ved mindre biologisk materiale end celler. Smitten er overført af virus, har man senere vist.

To andre felter blev udforsket af hhv. Knud Aage Buchtrup Sand, der arbejdede eksperimentelt med køns karakterer og fremkaldte hormonalt betinget hermafroditisme hos pattedyr og fugle, og Louis Sigurd Fridericia, hvis vigtigste arbejder vedrører hjerterytmik og metoder til optagelse af elektrokardiogrammer.

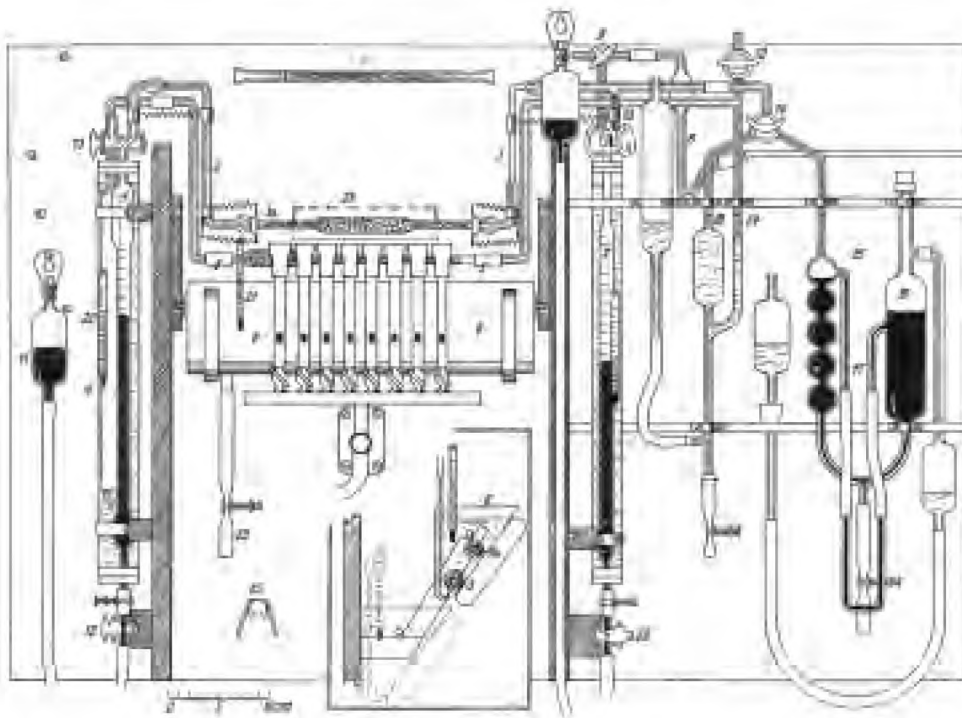
Selskabets eneste parasitolog i nyere tid er Harald Krabbe. Som zoologisk interesseret læge blev han i 1863 sendt til Island for at studere sygdommen ekinkokkose, som var forårsaget af en bændelorm, *Echinococcus granulosus*. Han udredte sygdommens forløb og bændelormens livscyklus, der omfattede stadier i hunde, får og mennesker, ofte med dødelig udgang for de inficerede. Siden studerede han også fugles bændelorm og kunne beskrive 123 nye arter.

Skønt humananatom og embryolog forskede Johan Henrik Chievitz også i sammenlignende anatomi, blandt andet i spytkirtlernes og nethindens udvikling hos både mennesker og dyr.

Bakteriologi

Fra 1890'erne til 1930'erne blev en række bakteriologer og serologer indvalgt i Selskabet. De beskæftigede sig især med sygdomsfremkaldende bakterier og deres bekæmpelse foruden med industriel anvendelse af bakterier. Til denne gruppe hører Carl Julius Salomonsen, som i 1878 påviste, at tuberkulose er en infektionssygdom. Martin Kristian Kristensen arbejdede med influenza og den bakterie, som man anså for årsagen til influenza, indtil man i 1933 fandt influenzavirus. Også andre sygdomsbakterier, der spredes fra dyr til mennesker, udforskede han. Den først kendte af disse bakterier, som forårsager smitsom kalvekastning, var i 1897 blevet opdaget af Bernhard Laurits Frederik Bang, som imidlertid overvejende beskæftigede sig med veterinærmedicin, mens Kristensen også interesserede sig for human medicin. Jeppe Ørskov undersøgte de såkaldte strålesvampe (arter af slægten *Actinomyces*) og de sygdomme, de kan forvolde. Skønt tidligere henregnet til svampene er actinomyceter bakterier, der kan forårsage forskellige sygdomme hos mennesker og dyr. Carl Olof Jensen, som forskede i bakterielt fremkaldte sygdomme hos husdyr, viste, at vaccination med svækkede kulturer eller blodserum var en effektiv forebyggelse mod nogle af disse sygdomme og var dermed en pionér inden for vaccination. I samme

FIGUR 7. August Krogh konstruerede mange apparater til at løse komplekse biologiske problemstillinger, der kunne løses ved fysiske eller kemiske analyser. Krogh var en dygtig håndværker, der selv fremstillede apparater, ikke mindst i glas. Illustrationen, der stammer fra Kroghs artikel »Eine Mikromethode für die organische Verbrennungsanalyse, besonders von gelösten Substanzen« i *Biochemische Zeitschrift* 221. Band, s. 247-263 (1930), viser et af Kroghs apparater til forbrændingsanalyse af organisk stof opløst i ferskvand. Inddampning og forbrænding foregår i apparatets venstre del, medens analysen af forbrændingsprodukterne foregår i apparatets højre del. Sammen med Kaj Berg anvendte Krogh blandt andet metoden til ferskvandsbiologiske studier af opløst organisk stof som næring for vandlevende organismer i Frederiksborg Slotssø.



spor arbejdede Thorvald Johannes Marius Madsen, som var med til at fremstille serum mod difteritis og kunne påvise, at serum bør gives i store doser og hurtigst muligt.

Sigurd Orla-Jensen forskede i de mikroorganismer, der optræder i mejeriprodukter, heriblandt ost, og hans nok væsentligste videnskabelige bidrag er klassifikationer dels af mikroorganismer på basis af deres fysiologiske virkninger, dels mere specifikt af mælkesyrebakterier.

Dyrefysiologi og human fysiologi

Udforskningen af livets fysiske og kemiske grundprocesser (fysiologi og biologisk kemi) tog fart i 1800-tallet. Fysiologi står på grænsen mellem de naturvidenskabelige og de medicinske fakulteter, og de medlemmer af Selskabet, der er omtalt hér, kom fra begge fakulteter. Christian Bohr er Selskabets første egentlige fysiolog. Hans hovedinteresse var respirationsfysiologi, bl.a. udveksling af ilt og kuldioxid i lungerne og luftarternes absorption i blodet. Fysiologiens udvikling i Danmark er frem til i dag i høj grad blevet bestemt af hans forskning og hans samarbejde med eleverne Valdemar Henriques og August Krogh, der dog ofte brød med Bohrs teorier. Henriques begyndte sin karriere med respirationsfysiologiske undersøgelser og bevægede sig i retning af biokemien. Han påviste, at dyr opbygger æggehvitestoffer af andre æggehvitestoffer, som de får fra føden, men først efter en total nedbrydning til aminosyrer; tilsvarende opbygges le-

gemets fedtstoffer igen efter spaltning af fødens fedtstoffer til fedtsyrer og glycerol. I 1917 blev han medlem af Carlsbergfondets direktion.

August Krogh har været en central skikkelse i dansk naturvidenskab og har haft indflydelse helt op til vor tid som inspirator og lærer. I 1906 blev han landets første underviser i fysiologi under det naturvidenskabelige (og ikke det medicinske) fakultet. Ansøgningen om stillingens oprettelse anførte, at fagets placering under det medicinske fakultet let ville bevirke, at fysiologien »ensidigt kommer til at dreje sig om, zoologisk talt, een art, mennesket«. I et nyoprettet laboratorium fik han etableret faciliteter til eksperimenter med andre organismer end pattedyr, og apparaturet blev hovedsagelig fremstillet af ham selv og en laboratoriebetjent på laboratoriets værksted. Hans måske mest betydende resultater stammer fra undersøgelser over respiration og muskelfysiologi. Han udviklede metoder til at måle den hastighed, hvormed ilt og kuldioxid optages og afgives fra muskeltvæv, og han undersøgte diffusionen mellem de fineste blodårer, kapillærerne, og muskeltvævet i hvile og under arbejde. Ved disse undersøgelser, der især blev foretaget på frøer, fandt han, at blodgennemstrømningen i kapillærerne, ved udvidelse og sammentrækning af de fine blodkar, styres af iltforbruget i musklen. Resultaterne indbragte ham Nobelprisen i fysiologi i 1920. Herefter arbejdede han hovedsagelig med sammenlignende fysiologiske studier, bl.a. af nærings- og iltoptagelse hos vandlevende hvirvelløse dyr, og af ferskvandsdyrs optagelse af ioner gennem huden. Afgørende betydning

for mange menneskers ve og vel – og for det danske samfund og dansk forskning – fik hans indsats for etableringen af en insulinproduktion i Danmark på Nordisk Insulinlaboratorium, senere en del af Novo Nordisk.

Krogh kunne have skarpe meninger, som han fremsatte uden omsvøb. I 1949 udtrykte han sin utilfredshed med, at Selskabet ikke i tilstrækkelig grad rådgav om forskningens stilling og opgaver i samfundet. Han påtalte, at Selskabet ikke indvalgte yngre forskere, der aktivt kunne udforme en fremadrettet forskningspolitik, og foreslog, at medlemmer over 70 år skulle overføres til passivt medlemskab (han var da selv 75 år gammel). Da Selskabet afviste hans forslag, anmodede han om at udtræde af Selskabet, men døde, inden hans mellemværende med Selskabet blev afklaret (se s. 49f).

Muskelstofskiftet var et varmt emne i 1920'erne og engagerede blandt mange andre Einar Lundsgaard. Han studerede de biokemiske processer, der omdanner næringsstoffer i form af sukkerarter til energi i musklerne, og specielt for energioverførsel i forbindelse med muskelkontraktion. På basis af sine undersøgelser kunne han hævde, at mælkesyredannelse var en normal proces, som sikrer resyntese af musklernes egentlige energileverandør, kreatinfosfat. Dermed bidrog han til den grundlæggende forståelse af energifosfatbindingernes reaktioner og deres betydning for biologisk energioverførsel uden dog at nå at klarlægge cellernes væsentligste energioverførende proces, omdannelsen mellem adenosintrifosfat (ATP) og adenosindifosfat (ADP).

Johannes Lindhard deltog som læge i Ludvig Mylius-Erichsens Danmarksekspedition til Nordøstgrønland i 1906-1908. Det vakte hans interesse for menneskets fysiologi under ekstreme forhold, som førte til gymnastikteoretisk forskning med fokus på lungeventilering og kredsløb i forbindelse med hårdt arbejde.

Plantefysiologi

Hvis man ser bort fra Carl Gottlob Rafns *Udkast til en Plantefysiologie, grundet på de nyere Begreber i Physik og Chemie* (1796), er Wilhelm Ludvig Johannsen Selskabets første plantefysiolog. Han begyndte sin forskerkarriere med anatomiske og fysiologiske studier af plantefrø, men skiftede forskningsfelt til det nye fag genetik, som han selv var med til at navngive og definere. I *Om Arvelighed i Samfund og i rene Linier* (1903) skelnede han mellem på den ene side *fænotypen*, der kan iagttages direkte, og som påvirkes af de ydre kår, og på den anden *genotypen*,

den information, der nedarves, og som ikke påvirkes af omgivelserne. Begrebsparret anvendes endnu i dag. I *Elemente der exakten Erblighedslehre* (1909, med flere senere udvidede udgaver) indførte han begrebet *gen* som betegnelse for arveanlæg og kom derved til at præge den senere forskning. Derimod har hans afvisning af kromosomerne som bærere af gener ikke vist sig holdbar.

Selskabets måske mest betydende plantefysiolog var Peter Boysen Jensen. Hans studier over kemisk parringsledning hos planter ved hjælp af vækststoffer (»plantehormoner«) er banebrydende. Darwin havde påvist, at en ensidig lyspåvirkning på spidsen af en græskim udvirker en krumningsvækst længere nede på planten, så kimen bøjer sig mod lyset, men han kunne ikke forklare hvordan. Boysen Jensen påviste, at parringen foregår langs den side, der vender bort fra lyset, og at parringsledningen foregår ved transport af et vækstkontrollerende stof, et plantehormon.

Gæringsfysiologi og genetik

Gæringsfysiologi blev for alvor introduceret af franskmænd Louis Pasteur. Selskabets første medlem, der forskede i dette nye område, var Emil Christian Hansen. Med opbakning fra brygger J. C. Jacobsen udarbejdede han sin disputats, *Om Organismer i Øl og Ølurt* (1879). Han viste, at gærstammer kan have forskellig fysiologi, selv om de morfologisk er ens. I en række afhandlinger beskrev han forskellige stammer af »kulturgær« og »vildgær«, og det lykkedes ham at fremstille rene gærkulturer, opformeret fra en enkelt celle. Den første rendyrkede kultur, »Carlsberg bundgær no. I«, blev anvendt i brygning på Carlsberg i 1883 og fik afgørende betydning for brygningen af godt øl.

Øjvind Winge var overbevist om, at kromosomerne er bærere af generne. Hans disputats fra 1917 lagde grunden til mange studier af beslægtede former af planter med kromosomtallet, der udgør multiple rækker af haploide (uparrede) kromosomtallet, fx hos hvede: 7, 14 og 21. Han viste, en fordobling af kromosomtallet hos sterile hybrider gør det muligt for dem at få afkom, der kan forplante sig kønnet, ligesom han påviste kønskromosomer hos plantearter med forskel på hanlige og hunlige individer. Specielt studerede han genetikken hos byg, gær og humle, og det lykkedes ham at påvise kønnet formering og at frembringe fertile artshybrider hos gær. Nært knyttet til hans arbejde er Carl Adolf Jørgensens forskning. I sin disputats fra 1928 demonstrerede han en ny metode til kromosomfordobling, »Winkler-Jørgensens kallus-

metode«, som bygger på, at ardannelse hos planter kan medføre kromosomfordoblede celler, der derefter ved vævsdyrkning kan producere hele, kromosomfordoblede planter.

Selskabets biologer inden for zoologi, botanik, økologiske fag, genetik og plantefysiologi fra 2. verdenskrig

Lanceringen af DNA-molekylets struktur og funktion i 1953, siden suppleret med indsigt i RNA, har haft afgørende betydning for Selskabets biologer inden for alle tidligere eksisterende fag.

Zoologi

Bent Christensen har været banebrydende inden for systematik, fylogeni og populationsstudier baseret på studiet af DNA. Han har udarbejdet en kritisk systematisk revision af Europas enchytræer, små, jordlevende rundorme, bygget på cellestudier og genetik. I sin disputats fra 1961 påviste han bl.a. polyploidi (dvs. tilstande med mere end to ensartede sæt af kromosomer) hos enchytræer. Senere har han beskæftiget sig med systematiske analyser af orme og krebsdyr på molekylært niveau, hvor han har udnyttet elektroforese, en metode til adskillelse af forskellige molekyler ud fra deres elektriske egenskaber; derved har han kunnet adskille identiske former og populationer med variation i enzymerne, og denne variation har han sat i forbindelse med dyrenes fødepræference.

I begyndelsen uafhængigt af DNA-studier blev der efter anden verdenskrig udviklet systematiske, fylogenetiske og biogeografiske analysemetoder med udgangspunkt i den tyske entomolog (insektforsker) Willi Hennigs arbejder. Ideen er at opnå en systematisk gruppering af levende organismer ud fra begrundede teorier om deres afstamning (fylogeni). Oprindeligt benyttede metoden sig af morfologiske egenskaber ved de organismer, der blev undersøgt, men nu er analyser af arters slægtskabsforhold i høj grad også baseret på DNA-studier. Blandt Selskabets medlemmer er det især zoologer, der har introduceret den fylogenetiske systematik i dansk forskning.

Næsten alle Niels Peder Kristensens videnskabelige arbejder drejede sig om sommerfugle, ikke mindst de primitive sommerfugle, der mangler sugesnabel og findes i Østasien, Australien, New Zealand og på øer i det vestlige Stillehav. Deres morfologi, anatomi, af-

stamning og systematik var emnet for hans disputats fra 1984 og for en lang række artikler og store oversigtsartikler i zoologiske standardværker. Han publicerede dog også om systematisk entomologi i bredere forstand, og i 2002 beskrev han sammen med andre en nyidentificeret insektorden, den første siden 1914. Hans omhyggelige og stringente lærebog, *Systematisk entomologi* (1970) var kendt (og undertiden frygtet) af københavnske biologistuderende gennem årtier.

Niels Møller Andersen fokuserede på mangesidige studier af skjoldløberarter, der kan gå på vandet – på grund af overfladespænding. Mest arbejdede han med kvantitative metoder til analyse af arters evolution. I 1970'erne konkurrerede to strømninger inden for den systematiske biologi: den fænetiske klassifikation, baseret på størst mulige lighed, og Hennigs fylogenetiske metode. Fuldt udviklet kræver begge metoder computerbaserede beregninger. I begyndelsen arbejdede Andersen med computerbaserede fænetiske studier, men han skiftede til kladistiske metoder, baseret på rekonstruktion af organismernes formodede afstammingsforhold.

Henrik Enghoffs forskning vedrører næsten alle aspekter af systematik, forplantnings- og udviklingsforhold, evolution og biogeografi hos tusindben og skolopendrer. Han har tørt konstateret, at ingen af de mere end 10.000 arter tusindben faktisk har 1000 ben – rekorden haves af en californisk art med 'kun' ca. 750 ben. Hans disputats fra 1984 beskæftiger sig med evolutionen af tusindben på isolerede øer, og senere har han også beskæftiget sig med generelle problemer inden for historisk biogeografi. Han spillede en afgørende rolle ved placeringen af det internationale sekretariat for *Global Biodiversity Informatics Facility* (GBIF) ved Statens Naturhistoriske Museum.

Reinhardt Møbjerg Kristensen har studeret tidligere næsten ukendte mikroskopiske flercellede dyr i havets bundfauna og har opdaget eller opstillet hele tre nye rækker af dyr, nemlig korsetdyr (Loricifera), ringbærere (Cycliophora) og kæbemunde (Gnathifera), og inden for den sidste række ny klasse (Mikrognathozoa). Rækker er de næsthøjeste systematiske kategorier af dyre- eller plantearter, der ligger under kategorien rige, fx dyrerige eller planterige, og over kategorien klasse i det biologiske system. Hans anden hovedindsats er studiet af bjørnedyr (Tardigrada), der er beslægtet med leddyr. Bjørnedyr har fire par ben, oftest med fødder og kløer på hvert ben; de lever i meget forskelligartede miljøer, er uhyre robuste, og med en længde på kun ca. 0,05-1 mm hører de til blandt de mindste flercellede dyr.

Peter Arctander har været dansk pioner i anvendelsen af DNA til taksonomiske studier af pattedyr og fugle og til at klarlægge populationsstrukturer. I 1990'erne var han med til at finde og studere et hidtil ukendt antilopelignende dyr fra bjergregnskoven langs grænsen mellem det nordlige Laos og Vietnam. Dyret blev i 1992 erkendt som en for videnskaben ukendt art på basis horn og pandepartier af kranier, der blev opbevaret som trofæer hos lokale jægere. Ved DNA-studier af dele af dyret viste Arctander, at det i virkeligheden var en lille okse, der ikke tilhørte nogen tidligere kendt slægt. Siden har han arbejdet med DNA-baserede populationsstudier af store østafrikanske pattedyr. Arbejdet er vigtigt for bevarelsen af disse dyr og dermed for de østafrikanske landes økonomi.

Eske Willerslev var den første, der udvandt gammelt DNA fra permafrost og is. I 2008 påviste han ved studier af DNA og C¹⁴-analyser af subfossil menneskelig afføring fra Oregon, at der har boet mennesker i dette område for 14.000 år siden, ca. 1000 år tidligere end hidtil antaget. Senere undersøgelser af genomet hos to indbyggere i Nordamerika, dels 12.600 år gammelt, dels 8.500 år gammelt, har vist, at disse meget gamle genomer står nær ved de genomer, der findes hos den oprindelige indianske befolkning. I 2010 fulgte studier af genomet af et 4.500 år gammelt mandligt lig fra den uddøde Saqqaq-kultur i Grønland, der har været uden genetisk kontakt med forfædrene til de nuværende Inuit-kulturer. Undersøgelser i 2011 viste, at aborigene australiere nedstammer direkte fra en indvandring, der fandt sted for omkring 50.000 år siden, længe før nutidens europæere og asiater nåede de områder, som de nu bebor.

Botanik

Efter 2. verdenskrig kombinerede flere medlemmer af Selskabet den nye arveligheds- og kromosomforskning med botanik. Det gælder Thorvald Sørensen, der begyndte sin forskningskarriere på Grønland. Hans studier af planternes livsrytmer under sneen fra efterår til sommer blev fremlagt i disputatsen fra 1941. Siden arbejdede han bl.a. med de arktiske planters kromosomtallet og -morfologi og udviklede nye metoder til statistisk sammenligning af forskellige vegetation, kendt som »The Sorensen coefficient« eller »the Sorensen-Dice index«, som har fundet vid anvendelse.

Også Tyge Wittrock Böcher udforskede den grønlandske flora, fremlagt bl.a. i disputatsen *Biological Distributional Types in the Flora of Greenland*. Han var medforfatter af håndbogen *Grønlands Flora*, som blev oversat



FIGUR 8. Den først beskrevne art af Reinhard Møbjerg Kristensens nye dyrerække, »korsetdyr« (Loricifera Kristensen, 1983), beskrevet i artiklen »Loricifera. A new phylum with Aschelminthes characters from the microbenthos« i *Zeitschrift für Zoologische Systematik und Evolutionsforschung*, 21. Bind, s. 163-180. Dyret er kun ca. ¼ mm langt og blev første gang fundet i 1982 i havet ud for Roscoff i det nordvestlige Frankrig, hvor det levede i skalgrus og sand på en dybde af ca. 25 m. Det fik artsnavnet *Nanaloricus mysticus* Kristensen (1983). Dets bagkrop er ubevægelig og dækket af stive hudplader, der ender i pigge, medens hovedet er bevægeligt og hos hunnen udstyret med 235 og hos hannen 247 vedhæng, der bevæges af muskler og er udstyret med sanseceller. Munden er forlænget i en snabel, der kan skydes ud og trækkes ind. Fotografiet viser et hanligt individ fra den oprindelige indsamling fra 1982 (en paratype).

til engelsk og udkom flere gange. Planternes anatomiske tilpasning til ekstreme vækstbetingelser havde hans særlige interesse, og under 2. verdenskrig, hvor det var umuligt at komme til Grønland, vendte han sig mod den danske vegetation på heder og stejle kystskrænter. Disse studier har betydning for dansk naturfredning.

Blomsterplanternes evolution er blevet udforsket af flere medlemmer. Rolf Martin Theodor Dahlgren gennemførte en systematisk revision af ærteblomstslægten *Aspalathus*, der findes i Sydafrika, og han arbejdede med en nyvurdering af blomsterplanternes systematik og evolution, dels i lærebogen *Angiospermernes taxonomi* (1974-1976), dels i monografier over de enkimbladede planter; han afgang ved døden, før han nåede at tage hensyn til den fylogenetiske eller DNA-baserede systematik.

Else Marie Friis har specialiseret sig i palæobotanik og har ydet væsentlige bidrag til dækfrøede planters udvikling i Kridt- og Tertiærtiden. Ved arbejdet med små fossile blomster har hun vist, at en række blomsterplanter er ældre end tidligere antaget, og at moderne plantefamilier allerede fandtes i tidlig Kridt.

Arne Strid har arbejdet med eksperimentelle og kromosombaserede studier. Differentieringen af arter i isolerede områder af Grækenland, øer og bjerge, har haft hans særlige interesse. Resultaterne af hans forskning er bl.a. fremlagt i *Mountain Flora of Greece*, 1-2 (1986-1991), *Flora Hellenica*, 1-2 (1997-2002) og for nylig *Atlas of the Aegean Flora* (2016).

De fleste lande i troperne har været koloniseret, og de tidligere kolonimagter har stået for den grundlæggende udforskning af disse lande. Thailand og Etiopien indtager en helt særlig position ved aldrig at have været koloniseret, og i begge lande har danske forskere i samarbejde med landenes egne forskere gennemført den basale udforskning af flora og vegetation. Gunnar Seidenfaden var oprindelig botaniker, men skiftede spor og blev diplomat. Som ambassadør i Thailand gennemførte han i sin fritid omfattende undersøgelser af sydøstasiatiske orkideer i samarbejde med Tem Smitinand og udgav *The Orchids of Thailand - A Preliminary List* (1959), siden fulgt op af talrige artikler og bøger. Arbejdet med Thailands flora blev videreført af Kai Larsen, efter at han i nogle år havde arbejdet med eksperimentelle og kromosomsystematiske studier af grønlandske og europæiske planter. Han foretog adskillige ekspeditioner til Thailand, til dels i samarbejde med Seidenfaden og Tem Smitinand, og var en central figur i et stort internationalt projekt om Thailands tro-

peflora, publiceret i en flarahåndbog i mange bind. Projektet videreføres nu under ledelse af Henrik Balslev.

Etiopien er et vigtigt forskningsemne for Ib Friis, som siden 1970 har studeret afrikansk flora og vegetation på talrige forskningsrejser. Det har bl.a. resulteret i disputatsen *Forests and Forest Trees of Northeast Tropical Africa - Their Natural Habitats and Distribution Patterns in Ethiopia, Djibouti and Somalia* (1992) og *Atlas of the Potential Vegetation of Ethiopia* (2010), det sidste i samarbejde med Paulo van Breugel og Sebsebe Demissew. Sidstnævnte og Ib Friis har også bidraget til *Flora of Ethiopia and Eritrea* i 10 bind (1989-2009). Økologiske og plantegeografiske problemstillinger sammenfattet under begrebet »biodiversitet« er et vigtigt emne for Ib Friis' forskning.

Denne interesse deler han med Henrik Balslev, der har arbejdet bredt med tropernes botanik, især i Ecuador. Biodiversiteten i tropisk regnskov og i den højmontane vegetation i Andesbjergene (paramo) har han beskrevet i talrige afhandlinger, og i 1994 påviste han verdens hidtil største kendte biodiversitet i regnskoven i det østlige Ecuador. Også palmernes systematik, biologi og etnobotaniske anvendelse har han arbejdet med. For tiden beskæftiger han sig i stigende grad med floraen i tropisk Asien, især med udgivelsen af *Flora of Thailand*.

Øjvind Moestrup har arbejdet med elektronmikroskopiske studier af strukturer hos alger. Hans studier af encellede alger, navnlig af strukturerne i svingtrådene hos de såkaldte flagellater, har gjort ham internationalt kendt. Det var emnet for hans disputats fra 1983, hvor han bidrog til forståelsen af disse strukturers betydning for algernes slægtskabsforhold og evolution - og dermed til udforskningen af de tidligste faser af livets historie. Han har iværksat flere forskningsprojekter om de giftige encellede alger, der kan føre til bl.a. fiskedød og muslingeforgiftning.

Bakteriologi

På overgangen mellem bakteriologi og biokemi står Martin Ottesen, som har påvist en proces, der kan aktivere eller inaktivere mange enzymer ved hjælp af bakterien *Bacillus subtilis*. Hans forskning er en vigtig forudsætning for Novos enzympræparater til vaske midler og for det arbejde, der stadig pågår i Novozymes med at isolere og karakterisere praktisk anvendelige enzymer fra svampe og bakterier.

Terrestrisk økologi og makroøkologi

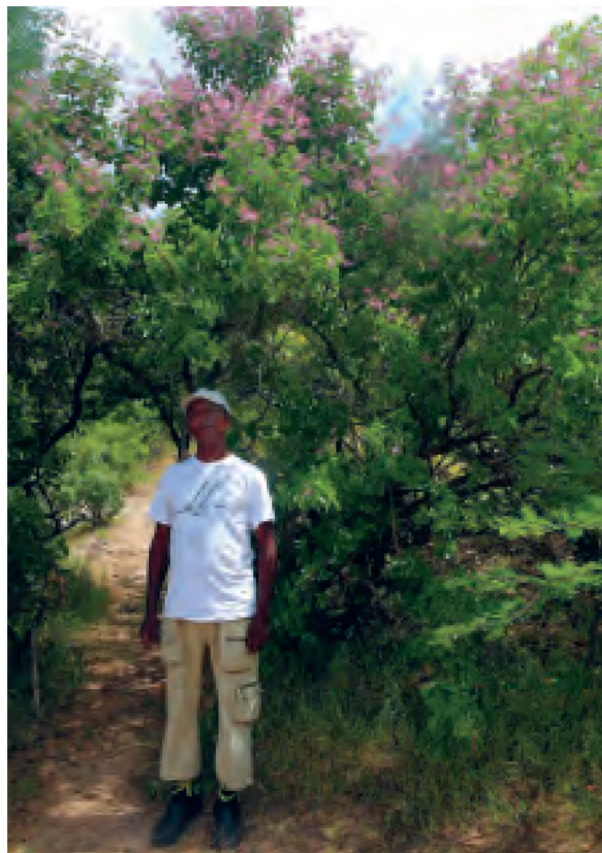
Efter 2. verdenskrig har ret få medlemmer af Selskabet beskæftiget sig med terrestrisk økologi, skønt faget har haft stor offentlig opmærksomhed. Christian Overgaard Nielsen gennemførte økologiske studier af jordbundens dyreliv, specielt de fritlevende rundorme. Sven Evert Jonasson og Bo Eberling arbejder bl.a. med effekten af global opvarmning i terrestriske økosystemer i Arktis, specielt frigivelsen af CO₂ (se nærmere s. 197f). Volker Helmut Otfried Loesch arbejder med andre økologiske problemstillinger, bl.a. effekter på populationer under stress og varmechok, den såkaldte stressøkologi.

I de senere år er der opstået en syntese mellem økologi, biogeografi og evolutionsforskning, der har fået navne som makroøkologi eller økoinformatik. De nye begreber blev introduceret omkring 1990 og omfatter studier af økosystemer »fra oven«, både med hensyn til enkelte arters forhold og biodiversitet, og både geografisk og historisk. Carsten Rahbeks »Center for Macroecology, Evolution and Climate« analyserer biodiversiteten og de evolutionære og økologiske faktorer, der bestemmer fordelingen af livet på jorden. Jens-Christian Svenning undersøger biologiske mønstre på global skala og udnytter i sin forskning store datasæt. Han har inddraget faktorer, der på en geologisk tidsskala har påvirket økosystemerne, og derved har hans forskning betydning for modelleringen af arternes geografiske udbredelser under fremtidige klimascenarier.

FIGUR 9. En tidligere ukendt planteart, *Commicarpus macrothamnus* Friis & O. Weber, blev i 2013 fundet af Ib Friis og Odile Weber på et isoleret bjerg i det sydøstlige Etiopien og beskrevet og navngivet i afhandlingen »Two distinctive new species of *Commicarpus* (Nyctaginaceae) from gypsum outcrops in eastern Ethiopia« i *Kew Bulletin*, 71. Bind, 34. Artikel, 19 sider (2016). Bjerget, hvor der også blev fundet andre nye plantearter, består af aflejringer fra kridttiden og er meget rigt på mineralet gips. Da gips er skadelig for de fleste plantearter, er floraen fattig, men speciel, og et antal af bjergets plantearter kendes ikke andre steder. *Commicarpus macrothamnus* er unik i sin slægt ved at være en stor busk, op til 3 m høj og med veludviklet stamme, mens slægtens øvrige arter alle er lave urter eller slyngplanter med spinkle stængler. Man kan stadig finde overraskende nye organismer i egne med specielt miljø.

Plantefysiologi

Poul Lauritz Larsens første arbejder omhandler fotosyntesen og planternes stofproduktion. Hans hovedindsats falder inden for studiet af vækststoffer. I sin disputats fra 1944 identificerede han et nyt vækststof og viste, hvordan det indgår i dannelsen af indol-



eddikesyre, det mest kendte vækststof af auxin-gruppen. En generel fremstilling gav han i *Planternes vækststoffer* (1962).

Birger Lindberg Møller har arbejdet med mange felter inden for molekylær plantebiologi. Den fotosyntetiske membran var emnet for hans disputats i 1984, og han har desuden undersøgt cyanogene glykosider, dvs. organiske forbindelser med sukkerstoffer, som ved kontakt med nedbrydende enzymer danner det stærkt giftige blåsyre (cyanid). Cyanogene glykosider er vidt udbredt i planteverdenen, også i arter, der er vigtige næringsmidler for mennesker.

Michael Broberg Palmgren har især beskæftiget sig med ionpumper og andre former for stoftransport gennem cellemembraner i gærceller og hos højere planter. Inden for disse felter har han hovedsagelig arbejdet med de biokemiske processer, der driver stoftransporten ved at frembringe den fornødne energi til processerne. Han har også studeret den genetiske kontrol af de enzymer, der varetager membrantransportens kemiske processer.

John Williams Mundy beskæftiger sig med grænseområdet mellem molekylærgenetik og plantefysiologi. Specielt har han forsket i enzymhæmmere, genetisk styring af cyandannelse og tørke- og patogenrespons hos planter. Mange af hans undersøgelser har anvendt gåsemad, der har et for planter lille genom med ca. 157 millioner basepar i sit DNA.

Gæringsfysiologi og genetik

Mogens Westergaard var hovedsageligt interesseret i planters genetik. Ved at udsætte planter for kuldechok på det tidspunkt, hvor den befrugtede ægcelle deler sig første gang, fik han planter med dobbelt kromosomtallet, som han tilbagekrydsede med moderplanten for at få planter med $1\frac{1}{2}$ gange det oprindelige kromosomtallet. Hans undersøgelser af kønskromosomer viste, at Y-kromosomet dominerer så stærkt, at selv planter med fire X-kromosomer og ét Y bliver hanlige. I sæksporesvampe undersøgte han specielt udveksling af gener mellem to ensartede kromosomer, de såkaldte overkrydsninger.

Diter von Wettstein studerede særligt det genetiske materiale i planternes grønkorn, der nedarves uafhængigt af cellekernens kromosomer. Eksperimentelt arbejdede han med fremkaldte mutanter, fortrinsvis af byg. Mutanter med fordelagtige arveanlæg kan anvendes i forædling, fx fremstilling af byggracer, som gør øl mere holdbart, eller fremavl af hvedesorter, der ikke fremkalder glutenallergi.

Ove Frydenbergs hovedinteresse var populationsgenetikken, specielt de mekanismer, der opretholder genetisk variation i naturlige populationer. Der foregik intens forskning i dette emne i 1960'erne, da man ved elektroforese (adskillelse af molekyler på basis af deres elektriske egenskaber) blev i stand til at karakterisere genetisk variation i enzymerne hos individer i en population. Denne variation viste sig at være meget større, end man ville formode ud fra de ydre, morfologiske kendetegn.

Morten Kielland-Brandt har forsket i en lang række emner inden for gærs genetik og fysiologi med henblik på både grundforskning og industriel produktion; i de senere år har han blandt andet studeret transportør-lignende molekyler i gærcellernes overflademembraner. Disse molekyler kan binde og transportere fx druesukker, hvorved cellen kan regulere import af næringen.

Michael Møller Hansen er populationsgenetiker med særlig interesse for evolutionen af genetiske tilpasninger blandt populationer af fisk. Han studerer særlig hundestejler og bækørreder med særligt fokus på temperaturens indflydelse. I forbindelse med den tredje Galathea ekspedition, viste han at den amerikanske ål og europæiske ål opstod som to forskellige arter, da Panama-tangen adskilte Atlanterhavet fra Stillehavet for 3,5 millioner år siden. De efterfølgende ændringer i Golfstrømmen førte derefter den nye art af ål til Europa.

Mikkel Schierup interesserer sig for menneskets tidlige evolution og har kortlagt genomerne for forskellige populationer af chimpanser, orangutanger og gorillaer. Han har været med til at vise at menneskets og chimpansen fælles forfader levede for cirka 3,5 millioner år siden, mens vores fælles forfader med orangutanen er 12 millioner år gammel.

Selskabet har også haft, og har fortsat, medlemmer, der forsker i human genetik. Tage Kemp anvendte som den første celledyrkningsteknik for at tælle og beskrive menneskets kromosomer, fremlagt i disputatsen fra 1923. I 1930'erne, hvor der generelt var stor interesse for arvelige faktorerers indflydelse på den sociale struktur, fik han indflydelse på dansk retspraksis over for prostituerede og på forvaltningen af svangerskabslovgivningen. Han indførte rådgivning for arveligt belastede personer. Den nazistiske udformning af eugenikken, racehygiejne, tog han stærkt afstand fra. Jan Gunnar Faye Mohr interesserede sig for genetisk kortlægning, og hans arbejde med at udvikle teknikker til tidlig fosterdiagnostik resulterede i den såkaldte antena-

tale genetiske diagnose ved hjælp af prøver fra fosterhinden.

Søren Brunak er bioinformatiker og undersøger ved hjælp af store datamængder, hvordan individuelle genetiske forskelle blandt mennesker giver ophav til forskellige sygdomsprofiler. I denne sammenhæng har Schierup og Brunak netop publiceret en stor artikel i *Nature* (2017), hvor de beskriver den genetiske variation blandt danskere og skabte dermed et referencengenom som kan bruges til udviklingen af mere specifikke lægemidler.

Marinbiologi

Bunddyr var sammen med plankton i centrum for Gunnar Thorsons forskning. Hans undersøgelser begyndte i Østgrønland, fortsatte i Øresund og blev efter 2. verdenskrig udvidet til at omfatte den Persiske Golf, de Kanariske Øer, Californien og Senegal. Studierne gav ham den idé, at der findes »parallelle dyresamfund« i alle have, med et lille antal talmæssigt dominerende og mange mindre almindelige arter. Ideen måtte modificeres, da han opdagede, at Siambugtens bundfauna har stor artsrigdom uden dominerende arter. Men hans påvisning af det økologiske samspil mellem de dominerende dyr og relationerne mellem rovdyr-byttedyr blev ikke anført.

Danas jordomsejling i 1928-1930 satte Halfdan Eider Steemann Nielsen på sporet af planktonalgerne, som blev emnet for flere af hans afhandlinger. Et nybrud i hans forskning kom med adgangen til at arbejde med radioaktive isotoper, først og fremmest C^{14} , fra 1949-1950. Ved at udnytte C^{14} udviklede han en helt ny metode til at måle stofproduktionen i havet, oprindeligt fra stationære observationspladser, nemlig de danske fyrskibe. På den anden Galathea-ekspedition i 1950-1952 blev metoden afprøvet i stor skala med varmeregerede akvarier til vandprøver ombord.

Tom Fenchel har studeret marin mikrobiologi og populationsøkologi, specielt marine ciliater (encellede organismer) og deres relationer til bl.a. sedimenter og andre mikroorganismer, men også til større dyr som tanglopper og dyndsnegle. Hans forskning i små og mikroskopiske organismers økologi har haft stor indflydelse inden for marinbiologien, og han har lagt navn til Fenchels lov, der beskriver sammenhængen mellem organismers vækstrate og legemsvægt. Også rekonstruktionen af de tidlige stadier af marint liv har han interesseret sig for. Han var Selskabets præsident i 2004-2008.

Bo Barker Jørgensen arbejder med marin bio-geo-

kemi og marin mikrobiel økologi, særligt livet på og under havbunden i dybhavet. Han har udforsket mikroorganismernes kulstof-, svovl- og jernkredsløb i marine sedimenter og arbejder med at forstå, hvordan mikroorganismene i bundsedimenterne er forskellige fra de organismer, der lever på bundsedimenternes overflade.

Thomas Kjørboe har beskæftiget sig med de økologiske betingelser for det åbne havs dyriske planktonorganismer, fx meget små, næsten mikroskopiske vandlopper. For meget små dyr i et stort hav kan det være vanskeligt at finde en mage, og han har vist, hvordan duft- og signalstofferne feromoner kan føre hanner på sporet af en hun. Energibalancen for de små dyrs svømme-strategier og forskellene mellem hanners og hunners mobilitet og livsforløb er andre emner for hans forskning ligesom den såkaldte »marine sne«. Det er et organisk, men ikke levende stof, der langsomt synker mod havbunden som større eller mindre partikler.

Michael Kühl har i en lang række afhandlinger videreført og udbygget Tom Fenchels studier af mikrobielle marine organismers økologi, bl.a. organismer, der med mange individer danner et tyndt lag på overflader (biofilm). Han har anvendt avanceret teknologi, herunder mikrosensorer og kompleks billedbehandling til at klarlægge stofproduktion og stofskifte hos bl.a. bundlevende kiselalger, bakterier og cyanobakterier, dvs. kerneløse organismer, der udfører fotosyntese.

Ferskvandsbiologi

Kaj Bergs forskning drejede sig oprindeligt om dafnier, planteplankton og myggelarver, senere også om mere generelle limnologiske emner. Først kom et stort arbejde om bunddyrene i Esrum sø (1938), der etablerede søen som et klassisk sted i ferskvandsbiologien. Siden behandlede han i samarbejde med bl.a. Pétur Mikkel Jónasson Susåen (*The River Susaa*, 1943-1948) og Gribsø (1956). Foruden de danske søer har Pétur Mikkel Jónasson udforsket sit islandske hjemlands søer, specielt Mývatn og Thingvallavatn, som er optaget på UNESCO's verdensarvsliste, bl.a. takket være hans omfattende og bredt anlagte værker om de store søer. I disputatsen fra 1972 beskrev han økologien i Esrum sø, specielt den kvantitative fordeling af bunddyr, for nylig fulgt op af en ajourført beskrivelse af søens bunddyr og deres tilpasning til de varierende iltforhold.

Morten Søndergaards forskningsområde dækker et bredt felt inden for ferskvandsbiologien. Han har

arbejdet med mikrobiel økologi, herunder bakteriel omsætning af opløst organisk stof i søer og funktionel diversitet i mikrobielle samfund. Også betydningen af klimaforandringer for ferske økosystemer har han beskrevet.

Kaj Sand Jensens forskning har især drejet sig om vandplanters fysiologi og samspillet mellem planterne og det omgivende vandmiljø. Bl.a. har han undersøgt, hvordan planter kan tilpasse sig det sparsomme lys på større vanddybder ved at optimere udnyttelsen af lyset og nedsætte stofskiftet.

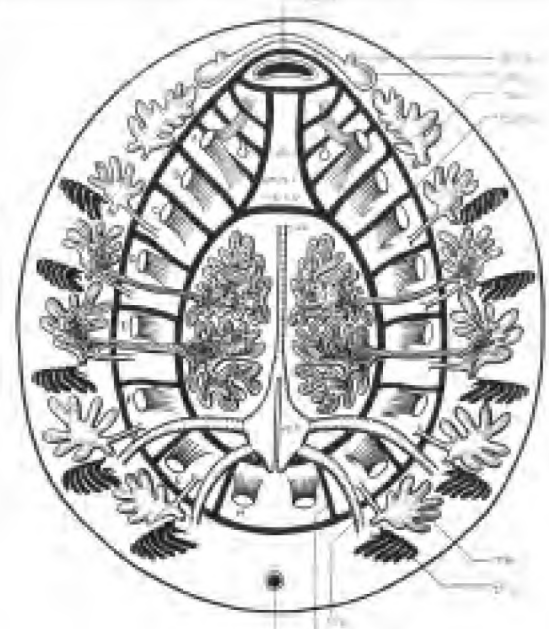
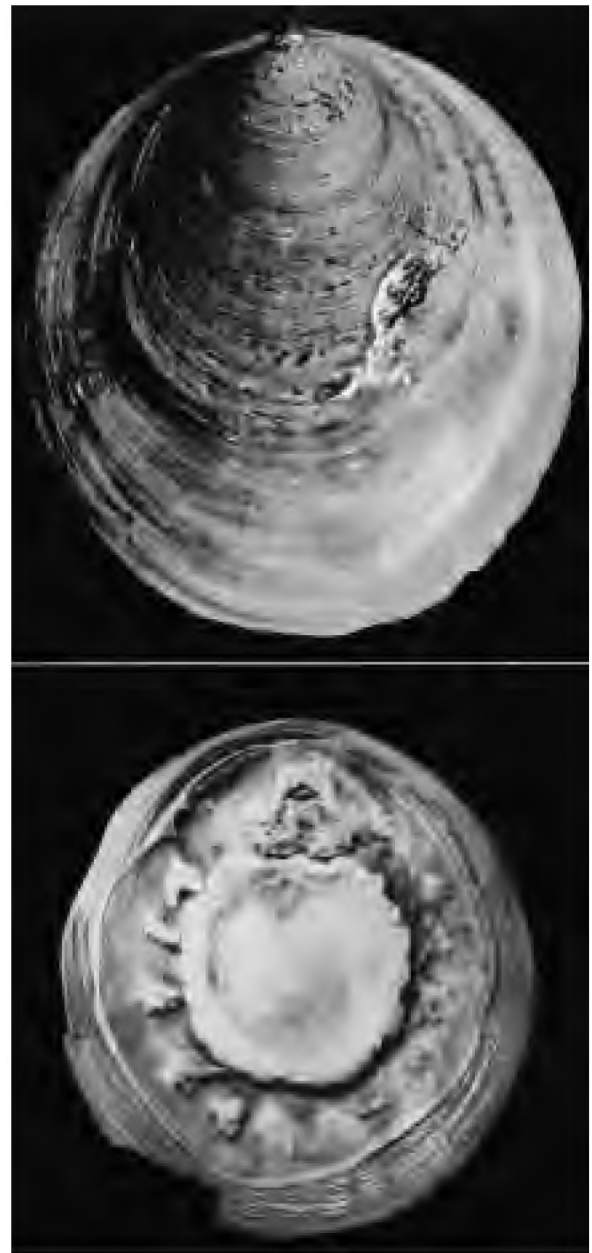
Sammenlignende anatomi

Karl Georg Wingstrand disputerede om hypofysen hos fugle, og han fortsatte med at studere hypofysen hos æglæggende pattedyr og lungefisk. Hans mest kendte arbejde er undersøgelserne af det berømte urbløddyr, som blev fundet på den anden Galathea-ekspedition. Også krebsdyr og nogle lungeparasitter undersøgte han og kunne påvise, at nogle af de parasitiske orme må henføres til krebsdyrene.

Jytte Reichstein Nilsson har forsket i samspillet mellem form og funktion hos encellede dyr ved hjælp af elektronmikroskopi og autoradiografi. Desuden har hun arbejdet med amøbers væskeoptagelse og celledeling.

Vegetationshistorie og palæontologi

I det 20. århundredes midte var Danmark blandt de førende lande inden for forskning i vegetationshistorie. Ved hjælp af pollenanalyser studerede Johannes Iversen en lang række arters økologiske tolerance i sin



FIGUR 10. *Neopilina galathea* Lemche (1957) blev fundet i 1952 i havet ud for Costa Rica på den anden Galathea-ekspedition og blev efterfølgende studeret grundigt af zoologen Henning Lemche og den sammenlignende anatom Karl Georg Wingstrand. Lidt misvisende er *Neopilina* blevet kaldt »urbløddyr«, for fossile skaller af andre, men beslægtede former kendes fra Prækambrium frem til kultiden. Dyret må på grund af sin indre leddeling antages at være beslægtet med leddelte stamformer til alle andre bløddyr (Mollusca); muslinger, blæksprutter og snegle har alle skal, men er ikke leddelte. Leddeling er derimod almindelig hos mange andre hvirvelløse dyr, fx i rækkerne ledorme (Annelida) og leddyr (Arthropoda, med blandt andet krebsdyr, edderkopper og insekter). Derfor må leddeling anses for en primitiv egenskab hos bløddyr. Figuren, sammensat af delfigurer fra Lemche og Wingstrands afhandling »The anatomy of *Neopilina galathea* Lemche, 1957 (Mollusca Tryblidiacea)« i *Galathea Report 3* (1959), viser øverst *Neopilinas* muslingelignende skal set fra rygside, mens dyrets underside (figuren i midten) er uden skal og har 6 par ekskretionsorganer, der antyder dyrets leddelte opbygning. Leddelingen ses tydeligt i den skematiske fremstilling af dyrets muskulatur og andre indre organer (nederst).

rekonstruktion af fortidens vegetation. Fx konstaterede han, at udbredelsen af vedbend og kristtorn begrænses af hård vinterkulde, mens mistelten begrænses af kølige somre. Han udnyttede pollenanalyse i studiet af skovfældning og agerdyrkning ved overgangen fra jæger- til bondestenalder. Sammen med Jørgen Andreas Troels-Smith gennemførte han eksperimentel skovfældning og agerdyrkning som i stenalderen med henblik på at belyse pollendiagrammerne. Disse metoder blev videreudviklet af Svend Thorkild Andersen, der arbejdede med kvartærtidens naturforhold, bl.a. udviklingen af plantesamfund, jordbund og klima i mellemistider og kortvarige varme perioder under istider. Han forfinede pollendiagrammerne ved at udforske de enkelte træarters pollenproduktion.

Palæontologernes interessesfærer deler sig på den måde, at studiet af hvirvelløse dyr oftest gennemføres ud fra geologisk-stratigrafiske interesser (se også s. 188), mens udforskningen af hvirveldyr står biologien nærmere, bl.a. fordi fossiler af disse dyr er sjældne og især indgår i sammenlignende studier med bl.a. nutidige former. Valdemar Jules Poulsen har udforsket trilobitter, brachiopoder og conodonte i geografisk vidt adskilte områder, Argentina, Grønland, Newfoundland, Sibirien og Australien - og på Bornholm. Hans påvisning af en parallel faunistisk udvikling på Newfoundland og i Skandinavien har haft betydning for forståelsen af kontinentaldriften. Hans Jørgen Steen Hansen har specialiseret sig i de mikroskopiske foraminiferer, encellede organismer med kalkskal. Med elektronmikroskop har han studeret foraminiferernes skalstrukturer som basis for deres systematik og økologi. Samme gruppe organismer har Olaf Michelsen studeret, ud fra et geologisk-stratigrafisk synspunkt snarere end et biologisk-evolutionært. Desuden har han arbejdet med en geologisk kortlægning af Danmarks undergrund i Nordsøen.

Adfærdsbiologi

Adfærdsbiologi er et af de biologiske fag, der senest er blevet repræsenteret i Selskabet. Jacobus Jan [Koos] Boomsma udforsker sociale insekter og er bedst kendt for sit arbejde med den såkaldte monogamihypotese, at udviklingen af streng og livsvarig monogami er en evolutionær betingelse for de komplekse sociale strukturer hos årevingede insekter som bier, myrer, hvepse og termitter. Tanken er, at hvis en dronning i disse insektsamfund er strengt monogam, vil hendes afkom vil blive lige så nært knyttet til deres søskende som til deres eget afkom, og det vil favorisere samarbejde og

social adfærd. Også til studiet af de sociale insekters aktive dyrkning af svampe, »svampelandbrug«, har han ydet indflydelsesrige bidrag.

Social adfærd og samarbejde forekommer ikke kun hos de årevingede insekter, men også hos edderkopper, og det er et centralt emne for Trine Bilde. Hendes forsøg har vist, at edderkopper er mere tilbøjelige til at dele deres føde med andre edderkopper, når de er beslægtede, og det ser ud til, at udviklingen af social adfærd er forbundet med indavl og skæv kønsfordeling. Graden af social organisering varierer meget inden for edderkopper, og nogle arter er permanent sociale, mens andre kun klarer det periodisk.

Ekspperimentelle fag og deres ekspansion efter 2. verdenskrig

Ved afslutningen af anden verdenskrig havde en række forskningsdiscipliner indenfor fysiologien - studiet af, hvordan kroppen fungerer - for alvor slået sig fast i Danmark. Mange af de specifikke forskningsområder kan spores tilbage til August Kroghs enorme indfly-



FIGUR 11. August Krogh (Nobelpris i 1920 for opdagelsen af kapillærernes fysiologi) udførte tidlige og banebrydende studier indenfor mange grene af den fysiologiske forskning. Som pensionist flyttede han laboratoriet til kælderen i sin privatbolig i Gentofte. Her brugte han de sidste år på at studere vandreggræshoppens flyvebiologi og stofskifte sammen med blandt andre Erik Zeuthen og Torkel Weis-Fogh. De udviklede blandt andet en vindtunnel og en karrusel, hvor græshopperne kunne flyve rundt, medens forskerne foretog målinger på dem.

delse indenfor både biologisk og medicinsk fysiologi. Også Nobelprisen i 1943 til Henrik Dam for opdagelsen af vitamin K var med til at konsolidere dansk eksperimentel forskning, og med Herman Kalckars bidrag til forståelsen af ATP (adenosintrifosfat) som livets universelle energienhed var der også skabt en stærk tradition indenfor biokemi. Endelig kom beskrivelsen af DNA-strukturen i 1950'erne og den følgende grundlæggelse af molekylærbiologien – et helt nyt forskningsområde – til at revolutionere den eksperimentelle tilgang til biologien og lægevidenskaben. En række medlemmer af Selskabet spillede en afgørende rolle i denne udvikling, også udenfor de klassiske universitetsmiljøer.

Blødende kyllinger ledte til opdagelsen af vitamin K og en Nobelpris

Henrik Dam iværksatte fra 1928 ernæringsstudier af kyllinger med særligt fokus på kolesterol. Han observerede snart, at kolesterolfattigt foder allerede indenfor få uger fører til alvorlige blødninger i musklerne, de indre organer og i huden. Igennem mange velplanlagte studier med bidrag fra andre nationale og internationale forskningsgrupper viste han, at blødningerne skyldes manglende dannelse af protrombin, en central koagulationsfaktor i blodet. Opdagelsen, som sikrede Henrik Dam Nobelprisen, blev publiceret på tysk, og den manglende faktor for protrombin-dannelsen fik navnet »Koagulationsvitamin«, forkortet til vitamin K. Kort tid senere viste Dam og kolleger, at injektioner med vitamin K markant forbedrer blodets koagulationsevne hos nyfødte børn, og behandlingen nedsatte straks børnedødeligheden på landets hospitaler. Hendes Majestæt Dronning Margrethe var et af de første børn, som modtog denne behandling.

Proteinernes struktur og funktion

I efterkrigstiden spillede danske forskere en vigtig rolle i forståelsen af, hvordan proteiner er opbygget af aminosyrer og bidrog dermed til grundlæggelsen af den moderne proteinkemi. Kaj Ulrik Linderstrøm-Lang beskrev den stadig gældende terminologi, hvor primærstrukturen betegner aminosyrernes rækkefølge, brintbindingerne, der stabiliserer molekylet, kaldes for sekundære strukturer, mens proteinernes foldninger blev betegnet som den tertiære struktur. Senere har Peter Roepstorff fulgt op med brugen af massepektrometri til mere detaljerede studier af proteinernes strukturer og funktioner.

Bakterier, bakteriofager og molekylærbiologi

Med direkte inspiration fra kurser i USA etablerede Ole Maaløe i slutningen af 1940'erne et forskningsprogram omkring cellevækst hos bakterier. Det var tydeligt, at bakteriernes produktion af nye proteiner er proportional med mængden af ribosomer (et celleorganel), og med beskrivelsen af DNA's struktur i 1953 blev forståelsen af proteinsyntesen det helt centrale biologiske spørgsmål i 1950'erne. En del af bakteriestudierne blev udført sammen med Niels Ole Kjeldgaard, som også interesserede sig for bakteriofager (virus, der reproducerer sig selv ved hjælp af bakterier), og som havde klonet det første gen i disse bakteriofager under et studieophold i Paris. Fra slutningen af 1960'erne arbejdede Kjeldgaard sammen med Kjeld Marcker, som blev kaldet hjem fra Cambridge, hvor han sammen med Frederick Sanger (der senere blev tildelt hele to Nobelpriser) havde vist, at alle proteiner syntetiseres ved hjælp af et særligt t-RNA. Den engelskfødte Brian Clark kom også med i forskningsgruppen, og senere indledte Jens Nyborg de første krystallografiske studier af proteinernes og RNA-molekylernes struktur og funktion. Marckers interesse skiftede til bælglplanternes molekylærbiologi, og forskningsgruppen udviklede en række teknikker til gensplejsning hos planter, bl.a. i samarbejde med NOVO. Også Ole Maaløes elev Niels Peter Fiil spillede som forskningschef på NOVO en afgørende rolle i gensplejsningen og fik omlagt den industrielle produktion af insulin til gensplejsede bakterier. I dag forsker Søren Molin i en række andre muligheder for at bruge genmodificerede bakterier til både sygdomsbehandling og industriel produktion af biobrændsel mm.

Torben Heick Jensen studerer, hvordan cellerne sikrer en præcis og korrekt proteinsyntese, hvor han særligt fokuserer på, hvordan cellen kvalitetssikrer den nyligt syntetiserede RNA og styrer destruktionsen af fejlbehæftet RNA.

Alle celler i en organisme har det samme arvemateriale, så de mange forskelle mellem de forskellige cellyper skyldes, at de såkaldte transskriptionsfaktorer styrer, hvilke gener der udtrykkes og hæmmes, når cellerne differentieres. Susanne Mandrup bruger avancerede genomteknologier til at undersøge de molekylære mekanismer bag udviklingen af fedtceller.

Agnete Munch-Petersen udførte omfattende biokemiske, genetiske og fysiologiske undersøgelser af det bakterielle nukleotidstofskifte. Især det sidste interesserede Hans Klenow, der havde arbejdet sammen med



FIGUR 12. Ole Maaløe – grundlæggeren af molekylærbiologien i Danmark – sidder i midten med pibe i munden på dette billede fra 1950. Forskningsgruppen inkluderede hele to kommende Nobelpriismodtagere. Niels Kaj Jerne (Nobelpris i 1984) står bagerst ved vinduet, og foran ham sidder James Watson (Nobelpris 1962).

Sanger i Cambridge i 1950'erne, og som opdagede, at DNA-polymerasen (det enzym, der gennemfører DNA-replikationen) består af to fragmenter, hvoraf det ene stadig kendes som »Klenow-fragmentet«. Som et vigtigt led i DNA-replikationen beskrev Ole Westergaard topoisomeraserne, en række enzymer, der er med til at styre, hvordan DNA-molekylet snor og vrider sig under celledelingen. Den molekylære baggrund for celledeling er naturligvis af stor grundvidenskabelig interesse, men har også direkte relevans for forståelsen af den ukontrollerede celledeling i kræftvæv.

Kræftforskningen

Da kræft fortsat er en hyppig dødsårsag, er det ikke overraskende, at mange af de medlemmer, der studerer

cellers deling, vækst og død, har en interesse i at undersøge, hvilke mekanismer der er ændret i cancerceller. Marja Jäätelä studerer således de molekylære mekanismer, der ligger til grund for programmeret celledød med særligt fokus på, hvordan kræftceller kan undvige disse processer, og i hvilken grad man kan ændre kræftcellernes følsomhed. Ulla Margrethe Werwer undersøger, hvordan den ekstracellulære matrix ændres i tumorer. Anja Groth og Kristian Helin lægger vægt på epigenetiske ændringer i tumorceller, mens Jes Forchhammer har studeret indflydelsen af virusinfektioner. Endelig undersøger Henrik Clausen, hvordan de sukkerstoffer, som beklæder proteinerne, påvirker cellernes og proteinernes strukturer med særlig fokus på, hvordan disse funktioner ændres under kræft.

Nobelpris til Kaj Jerne, immunforsvarets rolle i nyretransplantationer og epidemier

Niels Kaj Jerne fik sin første videnskabelige træning hos Maaløe, men fattede hurtigt særlig interesse for immunforsvarets funktioner. Over en knap 20-årig periode fra midten af 1950'erne udviklede Jerne den idé, at kroppen selv producerer en kolossal mængde af forskellige antistoffer, allerede inden det fremmede stof (antigen) trænger ind i kroppen. Når det fremmede antigen binder sig til lymfocytten med det relevante antistof, deles lymfocytten, så dannelsen af antistoffet stimuleres. Jerne modtog Nobelprisen for denne indsigt i 1984. Desuden havde han foreslået, at de overfladeproteiner, som genkender antigenerne, varierer mellem individer og dermed spiller en rolle i de afstødningsreaktioner, der følger efter en organtransplantation.

Netop ideen om, at det implanterede organ reagerer mod værtens antigener, blev også fremsat af Morten Simonsen, som eksperimenterede med nyretransplantationer i hunde i 1950'erne. Lignende immunologiske studier af Søren Buus og Arne Svejgaard gjorde det muligt at udføre de første succesfulde nyretransplantationer på danske patienter i 1964. Jørgen Kjems har netop startet et forskningscenter, der skal undersøge den molekylære basis for, at immuncellerne kender forskel på antigener og de proteiner, som kroppen selv producerer. Denne viden er vigtig for at forstå baggrunden for autoimmune sygdomme og dermed mulighederne for behandling.

Virus har specielt interesseret to af Selskabets kvindelige medlemmer. Ebba Lund var ekspert i virusinfektioner hos pattedyr og spredningen af virus i spildevand, mens Lone Simonsen udforsker spredningen af virussygdomme under epidemier. Også populationsgenetikeren Freddy Bugge interesserer sig for co-evolution blandt vira og vores immunsystem.

Insulin og de mange andre hormoner fra mave-tarmsystemet

Med etableringen af insulinforskningen på NOVO opstod der tidligt en dansk interesse for den hormonelle regulering af stofskiftet og blodsukkerkoncentrationen, og siden 1970'erne er der fundet en række nye hormoner, som frigives fra mave-tarmkanalen og påvirker stofskiftet, fordøjelsen, appetitten og andre funktioner i centralnervesystemet. Det skyldes hovedsageligt, at Jens Frederik Rehfeld udviklede nye meto-

der til at bestemme meget små koncentrationer af cirkulerende hormoner, særligt gastrin og cholecystokinin (CCK). Med flair for brugen af de nye molekylære metoder har gruppen omkring Rehfeld skabt verdensførende studier indenfor endokrinologien.

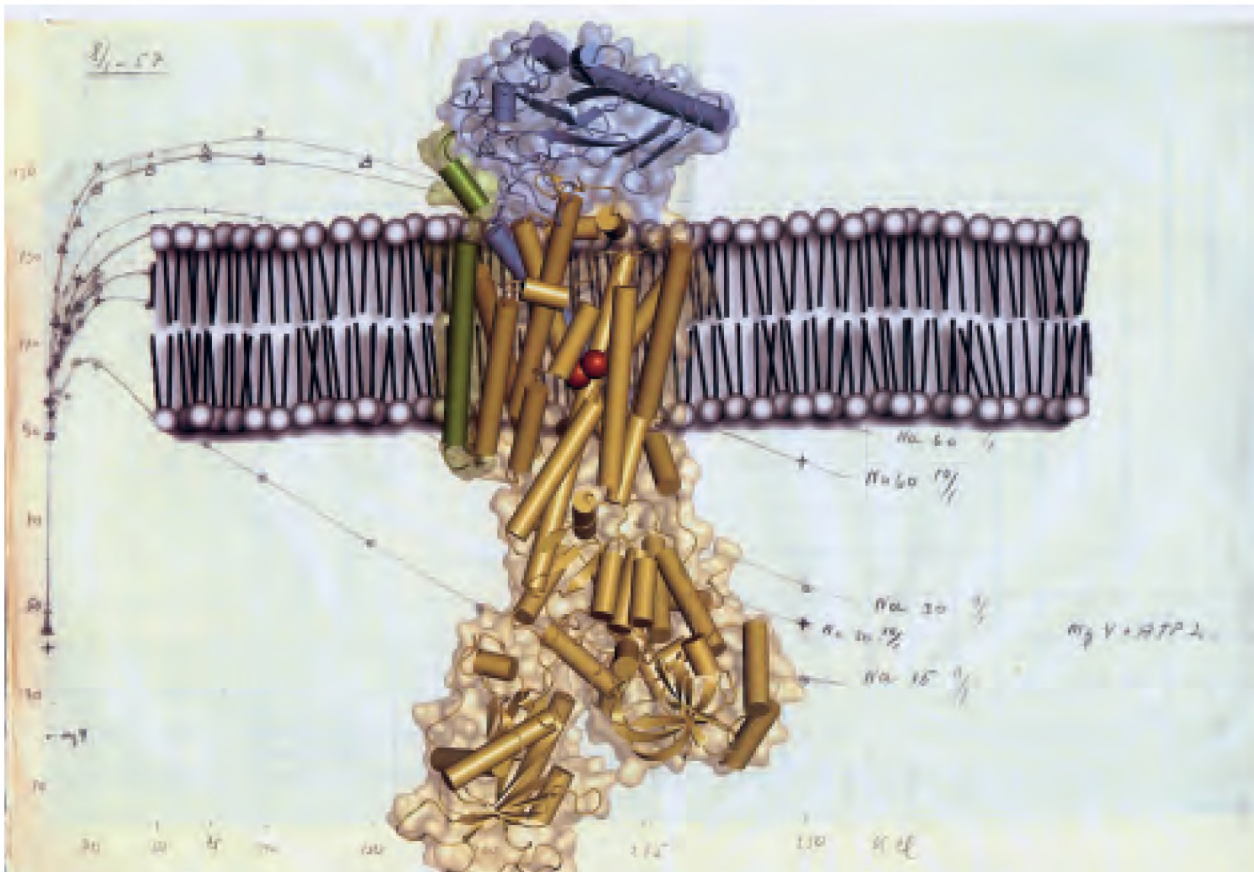
Jens Juul Holst opdagede, at blodsukkeret ofte falder efter et måltid hos patienter, som er opereret i mave-tarmkanalen. Det førte til bestemmelsen af et nyt peptidhormon, som frigives i tarmen, glucagon-like peptide-1 (GLP-1). GLP-1 stimulerer frisætningen af insulin og reducerer blodsukkeret. En sådan effekt er naturligvis interessant for patienter med sukkersyge, hvor blodsukkeret ofte stiger alt for meget efter måltider. Da GLP-1 også hæmmer appetitten, kunne det bruges til at få overvægtige patienter med type 2-sukkersyge (»gammelmanndssukkersyge«) til at spise mindre. Desværre nedbrydes GLP-1 meget hurtigt i kroppen, så det var opsigtsvækkende, da Holst og kolleger fandt et peptid i spyttet hos den nordamerikanske gilaøgle, der har samme effekt som GLP-1. Opdagelsen førte til udviklingen af lægemidlet liraglutid, der stimulerer GLP-1-receptoren, og som nu bruges i behandlingen af type 2-sukkersyge.

Tidligt i karrieren karakteriserede Thue Schwartz et helt nyt hormon – pankreatisk polypeptid. I dag studerer han og Ulrik Gether, hvordan såkaldte '7TM'-receptorer (navnet refererer til de syv transmembrane segmenter) stimuleres af forskellige hormoner, og hvordan dette påvirker hjernens signalstoffer og kommunikationen mellem de enkelte hjerneceller. Forskningen er relevant for at forstå, hvilke signaler der fører til mæthedsfølelse, men er også essentiel for udviklingen af nye lægemidler til behandling af depression og afhængighed af vanedannende stoffer som kokain.

Også Hans Bräuner-Osborne udforsker '7TM'-receptorer og leder både efter nye receptorer og de stoffer, der stimulerer dem. Receptorernes funktion undersøges fx ved punktmutationer, hvor betydningen af enkelte aminosyrer kan fastlægges. Søren Kragh Møestrup har gjort sig bemærket ved at opdage og identificere en række transportreceptorer, der spiller en afgørende rolle for kroppens optagelse af bl.a. vitaminer, hæmoglobin, enzymer og lægemidler.

Saltpumpen og forskellen mellem aktiv og passiv transport af ioner

I 1946 introducerede August Krogh begreberne aktiv transport (pumpning) versus passiv lægning af ioner og gjorde opmærksom på, at aktiv transport bruger



FIGUR 13. Natrium-kalium-pumpen er det energikrævende protein, der aktivt pumper natrium ud af cellen, mens kalium optages. Poul Nissen har for nyligt beskrevet strukturen af dette protein og den molekylære basis for den aktive transport og forbruget af ATP (adenosintrifosfat). Som baggrund for figuren ses Jens Christian Skous håndtegnede graf fra de studier, der ledte til opdagelsen af denne saltpumpe, en opdagelse, der indbragte Nobelprisen i 1997.

energi. Konklusionen byggede på den helt nye, skelsættende brug af radioaktive isotoper i biologisk forskning, og her fik Hans Henriksen Ussing helt afgørende betydning. Han udledte en matematisk model til at beskrive, hvordan ionbevægelsen over et epitel (cellelag, der beklæder kroppens ydre og indre overflader) afhænger af både koncentrationsforskellen og forskellen i det elektriske potentiale. For at undersøge denne model udviklede han en eksperimentel opstilling, det såkaldte »Ussing-kammer«, hvor et frøskind spændes op imellem to identiske saltopløsninger. Efter kort tid bliver indersiden en lille smule positiv, og Ussing foreslog, at dette elektriske potentiale er skabt af den aktive natriumtransport, mens klorid fordeles passivt. For at bevise denne fortolkning kortsluttede han det elektriske potentiale og viste, at kortslutningsstrømmen ganske rigtigt svarede til natriumtransporten: Natrium transporteres aktivt, og klorid følger passivt med. Endvidere steg skindets stofskifte med øget transport, og den aktive salttransport stoppede, når mitokondrierne blev forgiftet. Den aktive transport kræver altså energi i form af ATP.

Nogenlunde samtidig med udviklingen af Ussing-kammeret identificerede Jens Christian Skou natrium-kalium-pumpen, og det udløste Nobelprisen knap 40 år senere (1997). Under et studieophold i USA faldt han over en beskrivelse af et enzym, der spalter ATP, og da han vendte hjem, begyndte han at udvinde dette enzym af nerveceller fra krabber og fandt, at tilstedeværelsen af både natrium- og kaliumioner stimulerer enzymaktiviteten. Resultaterne blev publiceret i 1957, og her konkluderer han, at enzymet synes at opfylde en del af de betingelser, der må gælde for et enzym, der er involveret i den aktive udskillelse af natriumioner fra nervefibre. Dermed blev Danmark førende indenfor iontransport over biologiske membraner. Arvid Maunsbach brugte fænomenale elektronmikroskopiske undersøgelser til at bestemme pumpernes eksakte beliggenhed, særligt i nyrenes epitelceller, og Peter Leth Jørgensen udviklede bl.a. metoder til at fremskaffe meget rene præparationer af pumpen. På basis af disse præparater ryddede Poul Nissen forsiden af *Nature* i 2007 med tre artikler, der bl.a. beskrev salt-pumpens struktur. Der arbejdes nu på at udvikle nye

typer medicin til behandling af bl.a. hjertekarsygdomme, kræft og infektionssygdomme.

Nyrens funktioner

August Krogh krediteres ofte for at have sagt, »at nyren er et djævelsk organ« - en hentydning til, at nyrens virkemåde er overordentlig kompleks. Det afholdt ikke Krogh fra at foreslå, at Poul Christian Brandt Rehberg skulle studere nyrens fysiologi. Rehberg ønskede at bestemme, hvor meget væske der filtreres i nyrens kapillærnet (den glomerulære filtrations rate (GFR)), og fik ideen til at bruge stoffet kreatinin, fordi dette naturligt forekommende affaldsstof fra muskelstofskiftet filtreres frit i nyrenes kapillærer uden efterfølgende optag eller udskillelse. På den måde kunne Rehberg vise, at nyrene hos voksne mennesker filtrerer omkring 180 liter væske i døgnet, og kreatinin an-

vendes stadig i hele verden til at evaluere nyrefunktionen

Niels Anker Thorn startede undersøgelser af hypofysens sekretion af hormonet vasopressin som led i reguleringen af nyrenes vand- og saltbalance. Det havde længe været kendt, at hormonet vasopressin øger vandgennemtrængeligheden i nyrenes samlerør, og man forestillede sig generelt, at vandet blot løber igennem cellemembranen. Det var derfor noget af en overraskelse, da andre i løbet af 1990'erne klarlagde, at vand faktisk løber igennem specifikke membranproteiner, de såkaldte vandkanaler eller aquaporiner. Søren Nielsen spillede en central rolle i at vise vigtigheden af disse kanaler, særligt i nyrene. Inden opdagelsen af vandkanalerne studerede Ulrik Vilhelm Lassen forskellige membrantransportører i nyrene.

Arbejdsfysiologi, muskelfunktion og ilttransport

Hårdt fysisk arbejde kan øge stofskiftet næsten ti gange, og vi øger både lungernes ventilation og hjertets pumpefunktion med det samme. Dette respons sikrer naturligvis en tilstrækkelig tilførsel af ilt til musklerne, men reguleringen forbliver svær at forstå og skyldes i en blanding af signaler fra kroppen og at hjernen selv iværksætter kredsløb og åndedræt i takt med aktivering af musklerne (>feed-forward< regulering). Erling Asmussen og Erik Hohwü-Christensen var særligt interesserede i denne regulering og udførte tidligt en række undersøgelser af, hvordan kredsløbet, lungeventilationen, kropstemperaturen, muskelfunktionen og blodsukkeret påvirkes under gang og løb. Fritz Buchtal og Ove Sten-Knudsen udførte en række grundlæggende fysisk-matematisk prægede elektromyografiske studier af nervernes og musklernes funktioner. Ingmar Engberg og Hans Hultborn studerede, hvordan centralnervesystemet aktiverer musklerne; de indsatte elektroder i nerve- og muskel-cellerne og tilsatte bl.a. forskellige neurotransmittere. Bengt Saltin var en af verdens førende idrætsfysiologer og etablerede en stor forskningsgruppe med særlig fokus på musklernes funktioner og stofskifte. I sine tidlige og nu klassiske studier viste han, hvordan forskelle i muskelsammensætningen er bestemmende for arbejdsvejen, og han udførte detaljerede målinger af musklernes gennemblødning under forskellige arbejdsintensiteter og under iltfattige forhold. Ulrik Christian Crone koncentrerede sig om mikrokapillærernes fysiologi, og Poul Weber Kruhøffer lavede kvantitative målinger af lungernes gasudveksling. I dag forsker Søren Peter

FIGUR 14. Bengt Saltin måler iltoptaget hos den svenske forhindringsløber Anders Garderud under de olympiske lege i Mexico City (1968) for at undersøge sammenhængen mellem muskeltyper og stofskifte hos forskellige atleter.



Fuchs Olesen i hjertets funktioner med særlig fokus på, hvordan ændringer i specifikke ionkanaler påvirker pulsen og måden, hvorpå hjertemusklene aktiveres ved hjerteslag. Bente Klarlund Pedersen fortsætter arbejdsfysiologien og har bl.a. vist, at musklerne frisætter signalstoffer - myokiner - når de aktiveres, hvilket har en række effekter på de forskellige organers stofskifte.

Hjerneforskning og moderne skanningsteknikker

Menneskets hjerne står for knap en femtedel af hele kroppens energiomsætning på trods af, at den vejer lidt under 1,5 kg. Derfor kræver den en høj gennemblødning, og der opstår umiddelbare og store skader, hvis der ikke tilføres tilstrækkelige mængder ilt. Ved at udvikle nye metoder kunne Niels Alexander Lassen allerede i 1950'erne bestemme hjernens gennemblødning og stofskifte. Dermed lagde han grundstenen til den kommende kortlægning af hjernens normale funktioner, men bidrog også til en vigtig indsigt i, hvad der går galt under sygdomme og blodpropper. I dag deler Leif Østergaard interessen for blodpropper. Med en blanding af fysiologiske målinger og matematiske modeller undersøger han, hvordan hjernens blodkar sikrer tilstrækkelig gennemblødning og ilttransport. Olaf Bjarne Paulson, Gitte Moos Knudsen og Liselotte Højgaard står centralt i udviklingen af nye skanningsteknikker som MR og PET til bedre målinger af hjernens gennemblødning, og de har udviklet en række stoffer, der kan give detaljeret information om hjernens stofskifte under forskellige omstændigheder.

For nylig har Maiken Nedergaard vist, at hjernen fjerner cellulære affaldsstoffer, når vi sover, hvilket kan have stor betydning for hjernesygdomme som Alzheimers. Det lader til, at hjernens støtteceller - særligt de såkaldte astrocytter - spiller en aktiv og vigtig rolle i denne proces.

Mange moderne lægemidler er udvundet af planter eller svampe, og megen farmakologisk forskning undersøger derfor naturstoffer. Povl Krogsgaard-Larsen har fokuseret på muscimol fra rød fluesvamp. Hvis man spiser svampen, giver stoffet karakteristiske psykiske forstyrrelser, men med ganske små ændringer kan det bruges til effektiv smertelindring og som sove medicin.

Jakob Balslev Sørensen studerer, hvordan hjernens celler frigiver de mange forskellige signalstoffer, der ligger til grund for kommunikationen med de andre

nerveceller. Han arbejder særligt med SNARE-komplekset - en slags proteinhængsel - som bevirker, at små intracellulære vesikler smelter sammen med cellens membran, så stofferne frigives.

Menneskehjernen er særdeles kompleks, og man kan derfor med fordel undersøge de basale mekanismer for nerve- og hjernefunktion i dyr med simple strukturer. Det er motivationen for, at Cornelis Johannes Pieter Grimmelikhuijzen udforsker neurofysiologi hos hvirvelløse dyr, bl.a. med henblik på evolutionen af både neuropeptider og deres receptorer. Studierne falder på denne måde i fin tråd med Danmarks stolte tradition indenfor den sammenlignende fysiologi.

Zoofysiologi: den sammenlignende fysiologi

Flyvende insekter var Torkel Weis-Foghs forskningsfelt. Han studerede dem i det laboratorium, den pensionerede Krogh havde indrettet i privatboligens kælder, hvor græshopper blev sat i vindtunneler eller op-hængt i karruseller. Weis-Fogh viste, at græshopper stabiliserer flyvningen ved at sanse svage luftstrømme med et lille organ på panden, og sammen med Buchthal udførte han detaljerede studier af flyvningens mekanik, samt elektrofysiologiske undersøgelser. Weis-Fogh påviste, at den meget store stigning i stofskiftet under flyvning (knap 50 gange) overvejende dækkes ved fedtforbrænding. Til hans resultater hører også opdagelsen af, at flyvevingehængslet i vingerne indeholder proteinet resilin, der nærmest opfører sig som perfekt gummi, hvor den reversible deformation forekommer uden tab af energi. Svend Olav Andersen fortsatte med at studere biofysikken og biokemien hos dette spændende protein. Carl Christian Barker Jørgensen havde en meget bred forskningskarriere med projekter indenfor vand- og saltbalance samt endokrinologi, og han undersøgte i særdeleshed, hvordan akvatiske dyr ernærer sig ved suspensionsfiltrering over gællerne.

Græshopper var også Axel Albert Michelsens udgangspunkt, og tidligt i karrieren viste han, at disse insekter kan høre vidt forskellige tonefrekvenser. Han har fulgt op med detaljerede biofysiske undersøgelser af insekternes evne til at retningsbestemme lyde og har også studeret biernes dansesprog.

Under anden verdenskrig udviklede Erik Zeuthen sammen med Kaj U. Linderstrøm en metode til at måle stofskiftet på meget små dyr og i enkelte celler; det åbnede for en forståelse af omkostningerne ved celledeling. Zeuthen fattede desuden interesse for krops-

størrelsens indflydelse på stofskiftet, og hans demonstration af, at små dyr har et meget højere vægtspecifikt stofskifte end store, forbliver en aktuell og uafklaret biologisk problemstilling. Tobias Wang udfører en række sammenlignende studier af stofskifte og kredsløbsfysiologi, blandt andet for at undersøge hvordan giraffen lever med et ekstremt højt blodtryk.

Erik Hviid Larsen har udført en række integrative studier af vand- og saltbalance, særligt hos padder, og kombinerer udforskningen af specifikke iontransportører med bestemmelser på intakte dyr. Resultaterne analyseres i detaljerede matematiske modeller, som bl.a. har bidraget til at afklare den isotone transport af vand over epitelet, eksempelvis hvordan vand reabsorberes i tarmen. Else Kay Hoffmann har fokuseret på cellernes vand- og saltbalance, og hendes mange studier viser, at ændringer i cellevolumen har vidtrækkende konsekvenser for celledeling, migration og programmeret celledød. Derfor har cellernes volumenregulering stor betydning for forståelsen af en række sygdomme.

Perspektivering

Der er tydeligt, at Danmark har særdeles stærke forskningsgrupper indenfor molekylærbiologien og flere fysiologiske discipliner. Mange af de vigtige opdagelser er opnået ved udvikling af nye metoder, men har også typisk været frugten af gode hypoteser og velformulerede problemstillinger. Det er også tydeligt, at forskningsforløbene – både for den enkelte forsker og for de grupper, som i nogle tilfælde strækker sig over flere generationer af forskere – ikke har været lineære, og at en del forskningsresultater realiseres, når forskeren erkender vigtigheden og betydningen af nye og uventede resultater. Det er bekymrende, at den mere risikobetonede forskning med den lidt »skæve« indfaldsvinkel har så svært ved at opnå støtte i nutidens Danmark. Man må håbe, at fremtidens beslutningstagere i fonde og ministerier vil udvise lidt mere tiltro til forskernes evne til at lade den oprigtige nysgerrighed drive værket.

Kilder til citater

- s. 153 Upubliceret referat i Selskabets arkiv.
- s. 156 Ørsted 1849.
- s. 157 Lomholt 1962, s. 89-100.
- s. 163 Barker Jørgensen 1979, s. 449.

Litteraturliste

- Barker Jørgensen, C. 1979: »Dyrefysiologi og gymnastikteori«. I: T. Wolff (red.) 1979.
- Blegvad, Mogens 1992: *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab 1942-1992*.
- Cedergreen Bech, Svend (red.) 1979-1984: *Dansk Biografisk Leksikon*, 3. udgave, Bd. 1-16.
- Forskernes hjemmesider, i det omfang de findes.
- Kraks Blå Bog (online-udgaven blaabog.dk).
- Lomholt, Asger 1942-1973: *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab 1742-1942. Samlinger til Selskabets Historie*, Bd. 1-5.
- Lomholt, Asger 1962: *Lærdoms mosaik. Samlinger til det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Historie*.
- Lund, Jørn et al. (red.) 1994-2006: *Den Store Danske Encyklopædi*, Bd. 1-22.
- Melchior, J. C. et al. (red.) 1979: *Københavns Universitet 1479-1979. Bd. 7, Det lægevidenskabelige Fakultet*.
- Skou, Jens Christian 1957: »The influence of some cations on an adenosine triphosphatase from peripheral nerves.« *Biochimica et Biophysica Acta* 23, pp. 394-401.
- Wolff, T. (red.) 1979: *Københavns Universitet 1479-1979. Bd. 13, Det matematisk-naturvidenskabelige Fakultet*, 2. del.
- Ørsted, Anders Sandøe: »Iagttagelser over en hidtil ukjendt almindelig Udbredning af microscopiske Planter i Verdenshavet«. *Videnskabelige Meddelelser fra den Naturhistoriske Forening i Kjöbenhavn* 1849, pp. 6-11.