



Eric Zentler

# MINDEORD

---

## I

### ERIK ZEUTHEN

15. november 1914—10. januar 1980

Tale i Videnskabernes Selskabs møde den 13. november 1980

af **C. Barker Jørgensen**

Erik Zeuthen blev født den 15. november 1914. Hans far var civilingeniør Otto Ludvig Zeuthen, der grundlagde reproduktionsfirmaet Zeuthen og Aagaard. Hans mor, Ida, født Brøndsted, var pianist. I 1933 tog Zeuthen studentereksamen fra Birkerød Statsskole, hvor hans onkel, Holger Brøndsted, var biologilærer. Det fik betydning for Zeuthens valg af det zoofysiologiske studium hos August Krogh. På Zoofysiologisk laboratorium blev Zeuthen min studiekammerat og ven. Hans evner og originalitet som biologisk forsker var åbenbare for os allerede i studietiden. Zeuthen tog magisterkonferens i zoofysiologi i 1939. Han var blevet interesseret i encellede organismers stofskifte og søgte derfor til Carlsberg Laboratoriet for at lære »dykkerteknik« hos Linderstrøm-Lang og Holter. Zeuthen gav ofte udtryk for den afgørende betydning mødet og samarbejdet med Heinz Holter fik for ham, både videnskabeligt og menneskeligt. Frem til 1945 arbejdede han ved Carlsberg Laboratoriets cyto-kemiske afdeling, der blev oprettet til Holter.

Erik Zeuthen blev 1945 gift med Elisabeth, Lis, født Engberg. De skabte et dejligt hjem for børn, familie og venner.

I 1945 vendte Zeuthen tilbage til Zoofysiologisk laboratorium som videnskabelig assistent, men uden udsigt til fast stilling. Dansk universitetsliv var stagneret, og der var ingen bedring i sigte. Foruden Zeuthen var to andre unge forskere knyttet til Zoofysiologisk laboratorium med lignende usikker fremtid, nemlig Knut Schmidt-Nielsen og jeg selv. Vi drøftede tit de dårlige udsigter herhjemme, og da vi så, at Australien averterede efter kvalificeret arbejdskraft, udfyldte vi alle tre immigrationsansøgninger. Der gik dog over et år før vi modtog imødekommende svar fra de australske immigrationsmyndigheder. I mellemtiden havde

Knut og Bodil Schmidt-Nielsen begyndt deres karriere i USA, og Zeuthen var 1946 blevet universitetsadjunkt. I 1951 blev han amanuensis og 1956 lektor i sammenlignende fysiologi. I 1957 modtog han opfordringen til at blive forstander for Carlsbergfondets biologiske Institut, fra 1961 professor. Her blev han til sin død.

Zeuthen kom til Zoofysiologisk laboratorium under den sidste periode af August Kroghs forskerliv, hvor han havde helliget sig dyrefysiologien. I midten af 30'erne var hovedinteressen optagelsen af vand og salte gennem celle- og legemsoverflader. Zeuthens introduktion til forskningen blev derfor naturligt indenfor dette felt, og han deltog sammen med studiekammeraten Knut Schmidt-Nielsen i Kroghs undersøgelser over vandoptagelse og vandpermeabilitet i frøæg og de unge larvestadier.

Zeuthen fortsatte de osmoregulatoriske undersøgelser på egen hånd med studier over en ferskvandssvamp. Valget af netop denne organisme har forbindelse med onkelen, H. V. Brøndsteds undersøgelser i denne periode over ferskvandssvampenes udvikling og celledifferentiering. Medens Brøndsted arbejdede hos John Runnström i Stockholm, tilbragte Zeuthen et halvt år i laboratoriet dér, og han blev stærkt inspireret af det cellebiologiske miljø.

Ferskvandssvampen overlever vinteren i hvilestadier, de såkaldte gemmulae. Disse består af en gruppe udifferentierede celler, der er indesluttet i en lille kugleformet kapsel med faste vægge. Zeuthen fulgte udviklingen fra dannelsen af gemmulae om efteråret til de indelukkede celler igen forlader kapslen gennem en særlig åbning og gendanner det normale svampevæv. Zeuthen viste, at de osmotiske forhold i svampen ændrer sig i takt med differentieringsprocesser i cellerne, der er indesluttet i gemmulae. Han gjorde endvidere den interessante iagttagelse, at gemmulaes udviklingshistorie, som gennemspilles fra deres dannelse om efteråret til dvaletidens ophør om foråret, forløber uafhængig af de ydre omstændigheder, først og fremmest temperaturen. Ved dannelsen af gemmulae udstyres disse altså med en mekanisme, et biologisk ur, der sikrer, at de udvikles til normalt svampevæv efter et halvt års forløb, d.v.s. den normale længde på en vinter, uafhængig af de ydre betingelser. Undersøgelserne synes ikke at være fulgt op, men det er interessant at bemærke, at cellerne i en gemmula alle befinder sig i samme udviklingsfase fra en gemmula dannes om efteråret til cellerne igen kryber ud om foråret. Vi har altså at gøre med en gruppe celler i spontan synkroni. Den synkrone cellevækst blev senere et hovedtema i Zeuthens forskning.



Zeuthens næste forskningsprojekt i studietiden tog sit udgangspunkt i en iagttagelse fra 20'erne at visse insekter varmer vingemuskulaturen op før de begynder en flyvning. Zeuthen tog dette problem op og fortsatte i et selvstændigt samarbejde med Krogh. Temperaturen registreredes i flyvemuskulaturen ved hjælp af fine termoelementer, der indførtes i musklerne. Termoelementerne var forbundne til lange tynde ledninger, som tillod insekterne at flyve. Målingerne viste, at store insekter som sommerfugle, humlebier og den store næsehorns-bille alle udførte muskelbevægelser, også usynlige der kun kunne registreres gennem deres elektriske aktivitet, og så at sige varmede motoren op før flyvningen. Ud fra temperaturstigningen kunne den kraftige stigning i stofskiftet beregnes.

Zeuthens første større arbejde, der blev af vidtrækkende betydning, var en undersøgelse over luftskiftet i fuglenes åndedrætsorganer. Det udførtes på Zoofysiologisk laboratorium efter konferensen og publiceredes i Videnskabernes Selskabs Biologiske Meddelelser i 1942. Fuglelungen er opbygget efter et andet princip end pattedyrlungen. Fuglene har et åndedræt, men under dette ændrer lungen ikke sin størrelse nævneværdigt. Åndedrætsluften fyldes i luftsække, der står i forbindelse med lungerne. Luften, der passerer ind og ud gennem luftrøret, kan enten direkte gå til eller komme fra luftsækkene, eller luftpassagen kan være indirekte og gå gennem lungerne. Luftsækkene virker som blæsebølge for lungerne, hvorigennem luften passerer i tynde rør, lungepiberne. Fra lungepiberne udgår endnu finere rørformede grene, der ender blindt. Det er over disse luftkapillærer og de nærliggende blodkapillærer, at luftskiftet foregår. Der er således en betydelig afstand fra blodet til lungepiberne, hvorigennem åndedrætsluften passerer. Da Zeuthen begyndte sine undersøgelser over fuglelungen var meningerne delte om, hvordan den fungerer som åndedrætsorgan, og experimentelle undersøgelser manglede. Zeuthen lod sine forsøgsdyr, høns, ånde luft iblandet brint, og gennem beregninger baseret på analyser af sammensætningen af luftprøver, kunne han gøre overbevisende rede for luftskiftet i de forskellige områder af åndedrætsorganerne.

Luftskiftet mellem blod og lungeluft i lungepiberne blev langt senere taget op igen af andre, og det blev foreslået at luftskiftet baseredes på modstrømsprincippet, d.v.s. at luftudveksling skulle ske mellem blod og luft der passerer hinanden i modsatte retninger. Allerede i en oversigtsartikel fra 1960 nævner Salt og Zeuthen dog, at der ikke synes at være nogen mulighed for en modstrøm mellem luft og blod, og det er i de

seneste år vist, at strømmonstret mellem blod og luft i fuglelungen er af underordnet betydning. Den væsentligste faktor i luftskiftet er den store diffusionsmodstand, som Zeuthen beregnede tidligt i 40'erne i sit nu klassiske arbejde.

Zeuthen erkendte også fuglelungens eventuelle funktion ved varme-reguleringen. Fugle har ikke svedkirtler. Zeuthen udførte derfor en række forsøg over varmereguleringmekanismen hos høns, og han tolkede det dobbelte system med luftpassage direkte til luftsækkene og indirekte gennem lungerne som en tilpasning af åndedrætsorganerne til at fungere både i respirationens og varmereguleringens tjeneste. Denne dobbelte funktion og dens betydning hos de forskellige fuglearter og fugletyper er stadig genstand for debat og undersøgelser.

Efter fugleundersøgelserne vendte Zeuthen tilbage til sin interesse for cellebiologien, specielt ægcellen og dens stofskifte i den tidlige udvikling. Denne interesse var blevet udviklet under opholdet i Stockholm og den personlige kontakt med Runnströmskolens studier over søpindsvineægget. Zeuthen opsøgte som nævnt Carlsberg Laboratoriet, hvor man havde udviklet mikrometoder til måling af stofskifte, dykkermetodikken. Princippet bygger på et gammelt, populært legetøj, den Cartesianske djævel. En genstand, en lille djævlefigur eller et glasrør, holdes svævende i en væske ved hjælp af en indesluttet luftboble. Genstanden, dykkeren, stiger eller synker i væsken når luftboblens rumfang øges eller mindskes. Dykkermetoden kan bruges til at måle iltoptagelsen fra luftboblen af små levende organismer der er anbragt i en dråbe vand i dykkeren i kontakt med luftboblen. Det enkle princip kunne udnyttes i en rigdom af varianter tilpasset de varierende krav som opgaverne stillede. Zeuthen ønskede ved ankomsten til Carlsberg Laboratoriet at kunne måle stofskiftet på en enkelt celle og små æg, og han udviklede kapillærdykkeren til formålet. Zeuthen vedblev livet igennem med talent og teknisk snilde at udvikle dykkerteknikker der opfyldte skiftende opgavers krav.

I Carlsbergårene indledtes den lange række af studier over cellecyklus og stofskifte. Det fandtes hos en række dyr, at de første delinger i æggets udvikling er ledsaget af svingninger i æggets stofskifte. De fleste undersøgelser foretoges på æg af marine dyr, og de udførtes ved marinebiologiske laboratorier i Europa og i USA, hvor Zeuthen opholdt sig ved Stanford University og University of California, Berkeley, i årene 1948–49. Han var tilknyttet University of California som »visiting lecturer«. Opholdet i Kalifornien fik stor forskningsmæssig og almen

menneskelig betydning for Zeuthen og hans familie. Han knyttede kontakter der blev af særlig betydning for hans cellebiologiske studier i de følgende årtier.

Zeuthens fortrolighed med dykkermetodikken ledte hans forskning til helt andre områder af biologien, sammenhængen mellem legemsstørrelse og stofskifte i dyreriget. Begyndelsen var Gunnar Thorsons opfordring i 1943 til at måle stofskiftet hos bunddyrenes mikroskopiske larver, der svømmer frit i vandmasserne. Man havde formodninger om, at disse larver i planktonet havde et meget højt stofskifte, og at stofskiftet falder brat når larverne forvandler sig og begynder deres tilværelse på og i havbunden. Spørgsmålet var centralt for Thorsons undersøgelser over bunddyrlarvernes økologi, som han og hans medarbejdere studerede fra det lille laboratorium, Thorson havde fået indrettet i nogle kælderrum i en fredet bygning i Strandgade i Helsingør, forløberen til Universitetets marinibiologiske laboratorium. Zeuthen tog imod opfordringen, og han tilbragte somrene i 1943, 1944 og 1946 med at måle stofskifte på en række dyrearter i Øresund, fra de tidligste ægstadier, over larvestadierne, forvandlingen og til de voksne stadier.

Zeuthen fandt, at bunddyrlarverne havde stofskifter der var 5–10 gange lavere end man kunne forvente ud fra ekstrapolation af sammenhængen mellem legemsstørrelsen og stofskiftet hos ældre og større stadier. Han førtes derfor til en ny vurdering af forholdet mellem dyrs størrelse og deres stofskifte. Diskussionen om dette forhold havde i over et halv århundrede været domineret af den såkaldte Rubners overfladeflov, der siger, at stofskiftet stiger med dyrenes masse opløftet i  $\frac{2}{3}$  potens. D.v.s. at stofskiftet per masseenhed, stofskifteintensiteten, falder med stigende legemsstørrelse. Loven var først opstillet for pattedyr, men fandtes også at gælde for koldblodede dyr, f. eks. krybdyr. Det var dog ikke alle der fandt, at eksponenten svarede til en ren overfladefunktion, d.v.s. var nøjagtig 0,67, men både højere og lavere eksponenter blev fundet. Den store litteratur der opstod omkring emnet blev præget af formalisme og spekulationer. Zeuthen indså, at man måtte udvide størrelsesområdet af dyr til også at omfatte de små organismer i dyreriget, samt alle stadier i den enkelte arts udvikling, for at komme til en dybere forståelse af forholdet mellem dyrenes størrelse og deres stofskifteintensitet. Han baserede sin analyse på egne undersøgelser samt litteraturen, og han disputerede på resultaterne i 1947.

Disputatsen indeholder foruden de store perspektiver og nyvurderinger af et centralt biologisk problem en rigdom af vigtige iagttagelser over



stofskiftet hos de forskellige typer bunddyrlarver og de faktorer der bestemmer deres stofskifte. Af særlig betydning er påvisningen af at svømning ved hjælp af fimrehår, cilier, ikke er særlig energikrævende, som tidligere formodet. Zeuthen kunne vise, at arbejdet udgjorde en mindre og sandsynligvis endog en ganske ringe del af larvernes totale stofskifte. Denne påvisning fra 1947 er blevet overset af en lang række marinbiologer der senere har spekuleret over omkostninger ved at transportere vand ved hjælp af cilier.

Zeuthen fortsatte med at udbygge sin opfattelse af stofskiftet og dets forhold til legemsstørrelsen. Resultatet blev afhandlingen »Oxygen uptake as related to body size in organisms«, trykt i »The Quarterly Review of Biology« i 1953. Denne afhandling beskæftiger sig med de faktorer, der bestemmer størrelsesstofskifterelationerne dyreriget igennem og hos det enkelte individ under dets udvikling fra befrugtet æg til alderdommen. Denne afhandling har haft vidtrækkende indflydelse og er stadig lige aktuell for biologer der beskæftiger sig med emnet. Denne aktualitet har bl. a. givet sig udtryk i, at afhandlingen blev genoptrykt i »The Bobbs-Merrill Reprint Series in the Life Sciences« i 1967, og at den blev »Citation Classic« i »Current Contents« i februar i år.

Zeuthens interesser for stofskiftets sammenlignende fysiologi i denne periode gav et sidste resultat i oversigtsartiklen om sammenhængen mellem iltpænding og respiration i dyreriget. Artiklen blev skrevet til »Annual Review of Physiology«, 1955. I den fremhæver Zeuthen bl. a., at stofskiftets afhængighed af iltpændingen synes at være reglen snarere end undtagelsen, d.v.s. modsat den almindelige opfattelse. Zeuthen udtrykte ofte ønsket om at tage spørgsmålet op til nærmere undersøgelse, men det blev andre problemer der blev taget op omkring 1950, og som skulle komme til at dominere resten af hans forskerliv.

Jeg vil dog først omtale endnu nogle vigtige undersøgelser fra 40'erne, til belysning af spændvidden i Zeuthens forskning i disse unge år. På Carlsberg Laboratoriet havde han udviklet dykkeren til at fungere som vægt. Dykkervægten blev først brugt i undersøgelser sammen med Holter for at se, hvordan sult påvirkede amøbers vægt og stofskifte. Dykkervægten fandt sin anvendelse i en række andre undersøgelser. Bl. a. blev den anvendt i samarbejder med Pigón og Prescott til at bestemme cellemembraners permeabilitet for vand ved hjælp af den hastighed, hvorved tungt vand udveksles med normalt vand i celler og gør dem tungere. Sammen med Gross blev flydemekanismen hos kiselalger studeret med dykkervægten. Zeuthen bibeholdt livet igennem sin interesse for de

mekanismer der holder vandlevende celler og andre små organismer flydende, og han havde håbet at kunne vende tilbage til problemet.

Zeuthens påvisning af den rytmiske respiration i takt med cellers deling førte naturligt til ønsket om at forstå de biokemiske og fysiologiske processer der ligger bag rytmen i respirationen. Iltoptagelsen er jo bare resultatanten af alle de processer der indgår i cellens stofomsætninger. Men når denne resultant viste et så udpræget mønster der er korreleret med celleyklus, lå det nær at søge at belyse mekanismerne bag mønstret. Forsøg i slutningen af 40'erne havde vist, at respirationsrytmen fortsætter i søpindsvineæg, selv når celledeling hæmmes ved behandling med colchicin og kun kernecyklus fortsætter. Det antydedes, at respirationsrytmen var knyttet til kernens vækst og deling, d.v.s. DNA syntese og mitose.

Men en biokemisk analyse forudsatte, at man havde langt større stofmængder til sin rådighed end dem der tilbød sig under den naturlige synkronede deling hos æg i de første delingsstadier. I 1950 begyndte Zeuthen for alvor at beskæftige sig med problemet om man ikke kunne få celler i kulturer til at gennemgå deres livscyklus og dele sig i takt, d.v.s. synkronisere celleyklus. Han valgte det encellede infusionsdyr, ciliaten *Tetrahymena pyriformis*, som forsøgsobjekt. *Tetrahymena* er let at holde i kultur i et veldefineret næringsmedium. Sammen med Otto Scherbaum, der var kommet fra Wien for at arbejde hos Zeuthen, fandt han at varmepåvirkning var bedst egnet til at få cellerne i en kultur til at dele sig samtidig. En serie kortvarige opvarmninger af kulturen fra de optimale 28°C til 32–34°C viste sig at få 80–90 % af cellerne i kulturen til at dele sig samtidigt, når kulturen førtes tilbage til dyrknings-temperaturen. Den synkronede celledeling holdt sig et par generationer, men så gled kulturen tilbage til den tidligere asynkroni.

Med varmebehandlingen som redskab kunne Zeuthen og hans medarbejdere nu begynde den nærmere analyse af celleyklus' funktionelle mekanismer. Medarbejderne i celleyklusstudierne blev mange. Zeuthen havde usædvanlige evner til at tiltrække og inspirere medarbejdere. Blandt de næreste og længstvarende samarbejdere skal nævnes dem med Kirsten Hamburger og Leif Rasmussen, som begge begyndte før undersøgelserne flyttede fra Zoofysiologisk laboratorium til Carlsbergfondets biologiske Institut.

Den inducerede synkronisering af celledeling vakte interesse, og teknikken blev erkendt som et vigtigt redskab til studiet af celleyklus. Det blev hurtigt klart, at varmebehandlingen virkede ved at hindre celler



der var rede til celledeling i at gennemføre denne. Men hvorfor gik så praktisk taget hele populationen af celler i deling samtidig, når de igen kom under optimale vækstbetingelser? Nogle forskere søgte efter et nøgleenzym, som skulle regulere delingen. Men Zeuthen mente, at der var tale om langt mere komplekse mekanismer, og at normal celledeling forudsatte tilstedeværelsen af specifikke strukturer, som skulle indgå i celledelingens maskineri. Allerede i slutningen af 50'erne forestillede Zeuthen sig, at det der skete under varmebehandlingen var, at disse delingsstrukturer blev nedbrudt og så at sige faldt fra hinanden i deres elementer, »delingsæggehvide-stofferne«. Men elementerne forblev i cellen parat til opbygning af et nyt delingsapparat når lejlighed bød sig. Efter en tilstrækkelig lang periode med gentagne temperaturstigninger nåedes den tilstand, hvor alle celler var forsynet med byggematerialer til opbygning af celledelingsmaskineriet. De var alle sat tilbage til samme startposition. Zeuthen kaldte derfor cellernes tilstand »setback«.

Denne arbejdshypotese skulle vise sig frugtbar, og efterhånden indkredsedes delingsæggehvide-stofferne og deres funktion i celledelingen. Af særlig betydning blev iagttagelsen af den nære sammenhæng der øjensynlig eksisterede mellem forberedelsen til celledeling og dannelsen af en ny mund. Mundapparatet er opbygget af systemer af fimrehår, cilier, og den periode i celleyklus der var særlig følsom over for varmebehandlingen faldt sammen med anlæggelsen af den ny mund. Ved varmebehandlingen faldt mundapparatet hen, som øjensynlig også celledelingsapparatet, og begge strukturer vendte samtidig tilbage efter varmebehandlingsens ophør. Op gennem 70'erne fulgte biokemiske undersøgelser af delingsæggehvide-stofferne, og i en afhandling med Ron fra 1980 var man nået til at sandsynliggøre, at de indbefatter æggehvide-stoffet tubulin, som er byggestenen i de vigtige cellestrukturer, de såkaldte mikrotubuli, der bl. a. spiller en rolle i cellulære kontraktionsmekanismer, og f. eks. indgår i ten-apparatet under keredeling.

Til en begyndelse skuffede det Zeuthen, at varmebehandlingen i standardudformningen kun synkroniserede celledelingen, men ikke kernevæksten og DNA syntesen. Men omkring 1970 fandt Zeuthen, at med et andet varmebehandlingsmønster blev også DNA syntesen inddraget i synkroniseringen af celleyklus. Processerne i kernen blev synkroniseret, hvis en *Tetrahymena* kultur blev udsat for kortvarig opvarmning med mellemrum der svarede til længden af den normale celleyklus.

Undersøgelserne afslørede således en påfaldende funktionel uafhængighed af DNA syntese og celledeling hos *Tetrahymena*, d.v.s. de to

hovedfaser i den normale cellecyklus. Mellem syntesefasen og delingsfasen ligger en såkaldt G fase, hvor G står for »gap«. Det blev i løbet af 70'erne klart, at det er denne G fase der giver *Tetrahymena*-cellen dens store dynamiske plasticitet og tillader den adskilte analyse af de mekanismer der indgår i kerneprocesserne, specielt DNA syntesen, og de mekanismer der indgår i celledelingen. Et yderligere vigtigt resultat var påvisningen af, at cellens vækst og stofskifteprocesser stort set forløb med uændrede hastigheder under hele cellecyklus, d.v.s. steg lineært gennem cellecyklus for at springe til den dobbelte hastighed ved den synkron deling, d.v.s. ved fordoblingen af celletallet.

Jeg har kun omtalt nogle hovedresultater af Zeuthens og medarbejderes undersøgelser af *Tetrahymenas* cellecyklus. Det turde fremgå, at varmesynkroniseringsteknikken har kunnet indfri Zeuthens forhåbninger, og at teknikken skulle være et velegnet redskab til at studere cellecyklus' biokemiske og fysiologiske mekanismer.

I 70'erne prøvedes metoden på andre organismer. Særlig forsøgene med spaltegæren *Schizosaccharomyces pombe* gav værdifulde resultater og viste igen metodens egnethed til synkronisering af cellecyklus.

Studiet af cellecyklus' mekanismer har dannet rygraden i forskningen omkring *Tetrahymena* og i de seneste år også andre celletyper. Men forskningen har ført langt videre til praktisk talt alle aspekter af cellens funktion, f. eks. optagelsesmekanismer for molekyler over cellemembranen, enzymfunktioner i cellen, stofskifte under sult, m. m. *Tetrahymena* er vel blevet en af de bedst forståede af de eukaryote celler, d.v.s. den celletype der også opbygger de flercellede organismer, planter såvel som dyr. *Tetrahymena* er således blevet en vigtig model for cellefunktioner i almindelighed.

Men *Tetrahymena* er ikke blot en celle der lever i kulturer i laboratoriet. *Tetrahymena* er en organisme, et dyr, som nævnt en repræsentant for ciliaterne. De seneste års undersøgelser har vist, at ciliaterne øjensynlig spiller en central rolle i energiomsætningen i naturen, særligt i havet og de ferske vande. *Tetrahymena*-forskningen ydede derfor samtidig afgørende bidrag til forståelsen af ciliaternes økofysiologi.

Vi har beskæftiget os med cellecyklusforskningen, som Zeuthen begyndte på Zoofysiologisk laboratorium og bragte til udfoldelse og blomstring på Carlsbergfondets biologiske Institut i samarbejde med sine få faste medarbejdere og et stort antal gæster. Men mange andre gæster kom ikke for at deltage i *Tetrahymena*-undersøgelserne, men for at lære dykkerteknik og for at søge Zeuthens bistand ved løsning af problemer,

hvor dykkerteknikken var redskabet. Sådanne samarbejder bragte Zeuthen vidt omkring i biokemiske og fysiologiske problemer, og de førte til en lang række vigtige resultater det vil føre for vidt at opregne. Det skal dog nævnes, at antallet af medarbejdere i Zeuthens store videnskabelige produktion overstiger 50, hvoraf over halvdelen kom fra udlandet.

Zeuthen havde den tilfredsstillende, at laboratoriet aldrig passede et forskningsmæssigt klimaks. 70'erne blev snarere den periode, hvor man for alvor begyndte at høste frugterne af de mange års målbevidste forskning med de synkrone cellekulturer. 70'erne blev dog også en periode med bekymringer for Zeuthen over laboratoriets fremtid. Økonomiske vanskeligheder medførte Carlsbergfondets beslutning om nedskæringer på celleforskningsområdet. Zeuthen havde flere tilbud om at vende tilbage til Københavns Universitet som professor, men hans loyalitet over for Carlsbergfondets biologiske Institut fik ham til at blive. Til slut så Carlsbergfondet sig nødsaget til at afvikle sit biologiske institut, og det gav anledning til overvejelser om laboratoriet og dets stabs videre skæbne.

Instituttet repræsenterede en teknisk viden og en faglig kundskab som zoologien ved Københavns Universitet savnede. Og ønsket opstod at optage instituttet i det naturvidenskabelige fakultet. Jeg skal kort oprids baggrunden.

Dykkerteknikken var længe blevet udviklet i retning af et mere og mere forfinet redskab i cellebiologiens tjeneste, medens dens anvendelse til studier over stofskiftets sammenlignende fysiologi var blevet forsømt, men dog ikke helt glemt. I 60'erne kom den polske ferskvandsbiolog R. Klekowski til Zeuthen for at lære at måle stofskifte på små ferskvandsorganismer med dykkerteknikken. Dette gav anledning til Zeuthens sidste tilbagevendende til at beskæftige sig med sammenhængen mellem dyrenes stofskifte og størrelse, som han inviteredes til at tale om ved et hydrobiologisk symposium i Warszawa. I slutningen af 60'erne havde laboratoriet besøg af en zoolog fra New Zealand, John Stout, der ville måle stofskiftet hos mikroskopiske jordbundsorganismer. Det gav anledning til udvikling af en gradientdykker, der kunne anvendes af økologer under primitive forhold i et feltlaboratorium.

I de sidste årtier har der været en voksende erkendelse af den betydning ikke alene ciliater, men også andre repræsentanter for det mikroskopiske dyreliv, den såkaldte meiofauna, har i energiomsætningen i naturen, d.v.s. som led i de komplekse fødekæder eller fødenet. Studiet af meiofaunaorganismernes vækst og stofskifte er derfor blevet et centralt



felt inden for økofysiologien. Det var inden for sådanne rammer, at Carlsbergfondets biologiske Institut kunne komme til at spille en afgørende rolle. Zeuthen og den øvrige stab var positive og interesseret i opgaven, og der var enig opbakning blandt fakultetets zoologer og fysiologer bag planerne om at udbygge økofysiologien ved integrering af Carlsbergfondets biologiske Institut, men desværre strandede planerne.

De vanskelige år præget af usikkerheden omkring instituttets skæbne gik Zeuthen nær, men kuede ikke hans forskerlyst. Hans interesser spændte vidt. Vi håbede han ville modtage vort tilbud om at komme tilbage til Zoofysiologisk laboratorium A. Han deltog i en kollokvierække vi holder over dyrenes bioenergetik, d.v.s. deres udnyttelse af føden og de faktorer der bestemmer fordelingen af fødens energi til stofskifte, vækst og forplantning. Zeuthen var meget aktiv i kollokvierne og i planlægningen af et kursus under »Nordisk kollegium for marin biologi« i meiofaunaens bioenergetik. Han skulle have undervist ved kurset der blev afholdt i august måned.

Når man skal forsøge at karakterisere Zeuthens forskerpersonlighed, kan man tage udgangspunkt i et citat fra 1958. I en oversigt over den inducerede periodicitet i levende celler skriver han, at han »would like to use the opportunity to discuss a few new facts and some fancy«.

»Facts and fancy« er nøgleord. Zeuthen var en fremragende eksperimentator, og resultaterne anskuedes med sikker intuition i perspektivrige sammenhænge. Hans forskningsmæssige udsyn var bredt. Det spændte fra det molekylære og biokemiske plan til de hele organismers komplekse funktion. Denne brede indsigt på alle organisationstrin er ikke længere almindelig. Men den var afgørende i Zeuthens rige bidrag til vor forståelse af organismernes funktioner.

Ved Zeuthens død har biologien mistet en stor og original forsker. Hans venner mindes en usædvanlig rig og varm personlighed, og føler savnet af hans trofasthed, hans entusiasme og smittende livsglæde.

Vi vil mindes Erik Zeuthen.

En liste over Erik Zeuthens videnskabelige publikationer ledsager Jytte R. Nilssons nekrolog i Vidensk. Medd. dansk naturh. Foren. 142, 193–204, 1980.