



NATUREN

ILLUSTRERT MÅNEDSSKRIFT FOR
POPULÆR NATURVIDENSKAP

utgitt av Bergens Museum,

redigert av prof. dr. phil. Torbjørn Gaarder

med bistand av prof. dr. phil. Aug. Brinkmann, prof. dr. phil. Oscar Hagem,
prof. dr. phil. Bjørn Helland-Hansen og prof. dr. phil. Carl Fred. Kolderup

JOHN GRIEGS FORLAG - BERGEN

Nr. 7—8

58de årgang - 1934

Juli—August

INNHOLD

ARNE BUGGE: Sølyforekomstene ved Kongsberg	193
AUGUST KROGH: Nogle nyere undersøgelser over hvalernes biologi	203
BJØRN FØYN: Kromosomer og arv.....	214
ANATOL HEINTZ: Hvordan fiskene har lært sig å svømme	230
SMASTYKKER: B. J. Birkeland: Temperatur og nedbør i Norge	256

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær
John Grieg
Bergen

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær
P. Haase & Søn
Kjøbenhavn



NATUREN

begynte med januar 1934 sin 58de årgang (6te rekkes 8de årgang) og har således nådd en alder som intet annet populært naturvidenskapelig tidsskrift i de nordiske land.

NATUREN

bringer hver måned et rikt og allsidig lesestoff, hentet fra alle naturvidenskapens fagområder. De fleste artikler er rikt illustrert. Tidsskriftet vil til enhver tid søke å holde sin lesekrets underrettet om naturvidenskapenes viktigste fremskritt og vil dessuten etter evne bidra til å utbre en større kunnskap om og en bedre forståelse av vårt fedrelands rike og avvekslende natur.

NATUREN

har til fremme av sin opgave sikret sig bistand av tallrike ansette medarbeidere i de forskjellige deler av landet og bringer dessuten jevnlig oversettelser og bearbeidelser etter de beste utenlandske kilder.

NATUREN

har i en rekke av år, som en anerkjennelse av sitt almennyttige formål, mottatt et årlig statsbidrag som for dette budgettår er bevilget med kr. 800.

NATUREN

burde kunne få en ennu langt større utbredelse, enn det hittil har hatt. Der kreves ingen særlige naturvidenskapelige forkunnskaper for å kunne lese dets artikler med fullt utbytte. Statsunderstøttede folkebiblioteker og skoleboksamlinger får tidsskriftet for under halv pris (kr. 4.00 årlig, fritt tilsendt). Ethvert bibliotek, selv det minste, burde kunne avse dette beløp til naturvidenskapelig lesestoff.

NATUREN

utgis av *Bergens Museum* og utkommer i kommisjon på *John Griegs forlag*; det redigeres av prof. dr. *Torbjørn Gaarder*, under medvirkning av en redaksjonskomité, bestående av: prof. dr. *A. Brinkmann*, prof. dr. *Oscar Hagem*, prof. dr. *B. Helland-Hansen* og prof. dr. *Carl Fred. Kolderup*.

Sølvforekomstene ved Kongsberg.

Av statsgeolog Arne Bugge.

Sølv er et metall med god klang i vårt land og sølvsmedkunsten har lenge vært holdt høit i ære.

Når grubedrift etter sølv begynte i Norge, vet vi ikke sikkert, men det var antagelig omkring år 1500. 1490 fikk Henrik Krummedike og provsten i Mariakirken i Oslo, Johan Paulsen, tillatelse til å drive nogen kobberforekomster inne på Meheia vest for det nuværende Kongsberg. Dette kobberverk er antagelig det gamle Kobberberget som har gitt Kobberbergselven sitt navn. De samme folk som drev her, har sikkert også hatt andre berginteresser i distriktet. Der blev drevet små kobberforekomster i fahlbåndene innen det den gang uoppdagede sølvdistrikt og der blev endog drevet en liten sølvgrube som kaltes Jutul eller Kessel grube. Under Sem gård ved Vestfossen var en etter forholdene ganske anseelig drift på sølvholdig blyglans.

Man satte gjerne ordet berg etter stedsnavnet i de dager for å betegne bergverket. Anleggene ved Sem blev derfor til Semsberg, hvilket sikkert må være det samme som Samsberg eller Samsonberg, hvis beliggenhet man hittil ikke har vært på det rene med. Nogen videre fremgang hadde den ikke denne vår eldste bergverksdrift. Letingen etter nye forekomster gikk dårlig og 1622 fikk lensherren på Sem gård — Hartwig Huitfelt — det råd av sine ønskekivistmenn (Ruhtengiengere) at han måtte søke annet steds hen etter erts, da dette distrikt ansåes »Uskikket til at indeholde edle Geschicke Erts og Metalgjænger».

Året etter ble det kjent at der var funnet rik sølverts i skogen nord-vest for Sandsværbygden og malmleting med ønskekivist fikk derfor aldri senere innplass ved Sølvverket.

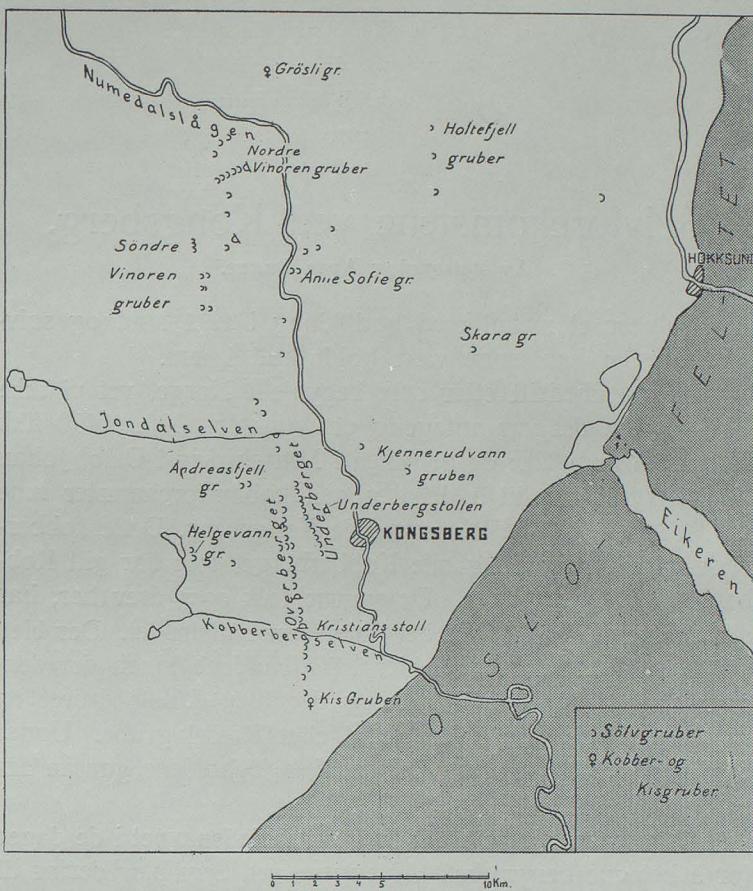


Fig. 1.

Det var en omreisende sølvsmed fra Skien som hadde fått fatt i sølv fra en bonde i Sandsvær; men kongen fikk rede på funnet og bergmennene fra bergverket ved Vestfossen blev forflyttet til det nye ertsfunn. Ved en foss i Numedalslågen blev byen Kongsberg anlagt og Kongsberg sølvverk begynte en bergverksdrift, som nu har pågått i over 300 år, kun avbrutt av en liten hvilepause fra 1805—15, da der oprettholdtes et relativt lite arbeide. —

Som det alltid hender ved bergverk, er mange gruber utdrevne, men ny erts er funnet ved å lete i overensstem-

melse med de lover for sølvforekomstens optreden, som erfaringen har opbygget i de mange år.

Ennu er der gruber hvor der er mulighet for å gjøre betydelige funn; men man er fullt på det rene med, at vår tids intensive drift gjør store innhugg i de forråd man kan regne på.

I det hele vet man om at der er utvunnet noget over 1 000 tonn sølv ved Kongsberg Sølvverk.

I de første 200 år var dog driften teknisk mangelfull så meget taptes, og kontrollen var dårlig således at sikkert store mengder blev stjålet.

Mange steder i det sydlige Norge går der sagn om at der er en gammel sølvforekomst i bygden som gamle folk engang kjente til. Der blev — fortelles det nogen steder — i all stillhet drevet sølvgruber; men nu er det hele bortglemt. Sagnet slutter gjerne med at denne forekomst skal være »kua«, mens »kalven« er på Kongsberg. Disse »kuer« omgir sølvverket i alle bygder og det er vel sannsynlig at nogen av dem kun er eksportsteder for stjålet sølv fra Kongsberg.

Det er naturligvis mulig at der også annet steds i Norge kan finnes en stor sølvforekomst; men det er lite trolig at der kan finnes flere sørvertsganger av samme type som gangene på Kongsberg. Sølvet er nemlig utfelt av gangene som følge av at en meget spesiell geologisk virksomhet nettop ved Kongsberg hadde forberedt utfellingen i en tidligere tidsperiode.

Sammenligner vi med et elektrokjemisk anlegg for fremstilling av sølv, så må vi tenke oss fabrikken bygget mange hundre millioner år før selve elektrolysekarrrene ble satt på plass og opløsningene ble satt i cirkulasjon. —

I jordens eldste tid — den arkeiske tid — blev der hvor sølvgrubene nu er, utskilt kis langs grensen av diorittiske bergarter og likeledes i og ved gabbrobergartene. Kisen blev anordnet i lange stripner, som bare var nogen millimeter tykke, men som dog er så sammenbundne at de danner gode ledere for den elektriske strøm. Sådanne kisførende bergarter og likeledes alle bergarter med spredt ertsimpregnasjon kal-

les i overensstemmelse med sprogbruken på Kongsberg for fahlbånd.

Grunnfjellsformasjonene rundt om i landet utvikledes videre gjennem umåtelig lange tidsperioder; men der skjedde ikke mere i Kongsberggrunnfjellet, etter at den eldste arkeiske tid var forbi.

Fahlbåndene stod der urørte med sine steile fall og sitt nord-sydlige strøk og sølv forekom dengang praktisk talt ikke i disse bergarter.

Ved grunnfjellstidens avslutning hadde erosjonen brutt ned alle fjell. Ved Kongsberg som ellers i verden var landskapet karakterisert ved livløse sletter uten vegetasjon og uten jord, som kunde gi næring for vegetasjonen.

Slettelandskapet sank ned og et grunnhav bredte sig ut over traktene ved Kongsberg. Selve stranddannelsen som gikk foran havet, finner vi ennu opbevaret som et konglomerat f. eks. ved Krekling nord for innsjøen Eikern. Ut over det steiltstående grunnfjell bredtes da de eldste fossilførende lag — kambrium og silur — i en dybde som neppe har vært mer enn 1 500 m. Kanskje nærmere 1 000 m. Ved den permiske tids avslutning har grunnfjellsunderlaget sviktet østover mot Oslofjorden. Smeltemasser er trengt op mellem lagene og lavadekker er brent utover fra vulkaner.

Det er sannsynlig at lavaer fra vulkanene i Oslofeltet også har strømmet vestover til traktene over det nuværende Kongsberg og at de her som fig. 2 viser, er sterknet i lag av nogen hundre m's tykkelse.

Naturligvis vet vi intet sikkert om dette; men der er tydelige kraterdannelser i de granittiske bergarter ved Oslofeltets vestgrense og det er naturlig at lavabergarter har strømmet vestover skiferterrenget. —

Sikkert vet vi dog at de i dypet strømmende smeltemasser og vulkanutbruddene har vært ledsaget av jordrystelser, som har brutt op bergartene i vid omkrets.

Selv det underliggende grunnfjell som vi nu finner vestover mot Kongsberg, er brutt op i en uendelighet av spalter. Spaltenes strøkretning faller sammen med grunnfjellets eldste nord-sydlige spalteretning og en rekke av nord-syd orienterte

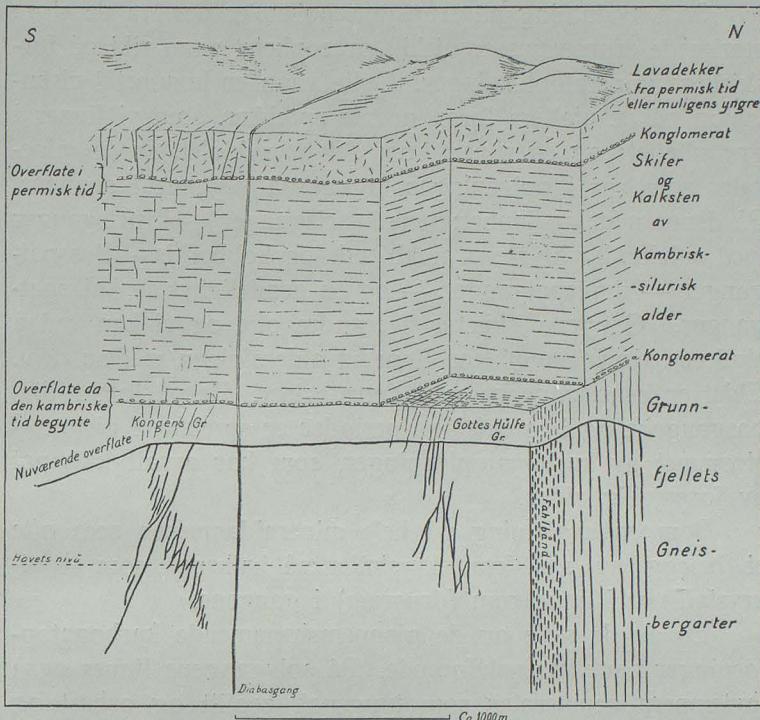


Fig. 2. Skjematiske skisser mellom Kongens gr. og Gottes Hülfe gr. Med svake linjer er tegnet de formasjoner, bergarter og ganger, som antaes fjernet av erosjonen. De sølvførende opløsninger har cirkuleret i fahlbåndene på lange nord-syd strykende ganger — skikningsgangene — som altså følger papirets plan. Fra disse skikningsganger er opløsningene trengt inn på „gangdragenes“ relativt korte tverrgående ganger (optrukket med kraftige linjer). I disse tverrganger finnes sølvet kun hvor gangene krysser fahlbåndene. (På skissen ved Kongens gr. og Gottes Hülfe gr.).

grunnfjellsblokker er blitt løsnet og har vært satt i en glidende bevegelse mot hinannen.

Særlig gamle svakhetslinjer som f. eks. fahlbåndssonene er blitt brutt op, og envidere er der dannet en mengde nye øst-vest rettede sprekker på grunn av at de lange blokker er brutt i stykker på tvers. Her som overalt i verden rundt om et vulkansk område, er smeltede bergarter trengt inn i enkelte av sprekkene og er storknet som bergartganger, der ved Kongsvinger er kjent som diabasganger.

Som avslutning på erupsjonsepoken er der fra de store størknedede eruptivmasser utskilt overophetet vann rikt på forskjellige mineralopløsninger. Dette vann er kommet i cirkulasjon på de utallige foran nevnte sprekker, som vi finner i grunnfjellet; og etterhvert som det er avkjølet, er de mineraler som var i opløsningen, avsatt på veggene i spaltene. På denne måte er dannet: rene kvartsganger — kvartsganger med sølvholdig blyglans, sinkblende og kobberkis — flusspatganger — tungspatganger — og en uendelighet av kalkspatganger. Gangene skjærer hverandre ofte og vi kan ved å studere skjæringspunktene finne ut aldersfølgen mellom dem. Eldst er kvartsgangene med deres ertser. Derpå følger dia-basgangene og i forskjellige perioder er sprekkene gjennemstrømmet av karbonatopløsninger, som har avsatt kalkspat av forskjellig alder.

Som en avslutning på hele mineraldannelsen sees ofte et belegg av små kvartskrystaller på kalkspat, som er utkrystallisert i åpne rum (drusrum) i gangene.

En av de siste av de gjennemstrømmende karbonatopløsninger har vært sølvførende. På sølvgangene finnes også lavtemperaturmineraler som tungspat, zeolitt og asbest og vi vet derfor at temperaturen under denne siste epoke har avtatt således at den ikke var meget over 100° C.¹⁾

Alle de foran nevnte mineralopløsninger har gjennemstrømmet de nord-sydgående spalter og tverrsprekkene mellom disse. Man finner dog de rikeste sølvførende kalkspatganger lengst mot vest. Muligens kommer dette av at temperaturen her var lavest og muligens kommer det av at i denne epoke var det tilfeldigvis vesentlig de lange fahlbåndssoner som sprakk op.

¹⁾ Mineralet axinit danner seg ved høyere temperatur enn 100°, sees i den geologiske literatur om Kongsberg-gangene å være tatt som et bevis på at temperaturen ved sølvets dannelse har ligget adskillig over 100°. Dette mineral er dog så sjeldent, at det er helt ukjent for alle som nu er ansatt ved Kongsberg sølvverk og der er ikke sikre oppgaver, om at der var sølv i gangene, som førte axinit. Mineralet kan derfor ikke tas til inntekt for nogen opfatning om at de sølvførende ganger er dannet ved høy temperatur.

I selve de nord-sydgående ganger (skiktningsgangene) er praktisk talt intet sølv utfelt; men i tverrgangene finner man ofte sølvforekomster der hvor disse krysser de foran nevnte ertsførende gamle fahlbånd. Sølv er hovedsakelig utfelt som metallisk sølv; men meget finnes også som sølvglans.

Der har vært mange teoretiske tolkninger av hvorledes sølvet er utfelt i fahlbåndssonene. Nogen har tenkt sig en ren kjemisk utfelling og andre har tenkt at sølvet er elektrolytisk utfelt i forbindelse med forskjellige omsetninger og reduksjon. Den nære tilknytning til fahlbånd, selv om disse ikke, som ved Kjennerudvannets grube, fører sulfidisk erts, viser at utfelling kan skje uten tilstedeværelsen av svovelvannstoff og det er derfor naturlig å tenke sig en elektrolytisk utfelling i forbindelse med forskjellige sekundære kjemiske prosesser.

Som antydet på skissen fig. 2 har antagelig de sølvførende ganger spredt sig opover mot dagflaten og sannsynligvis har også her vært sølvforekomster, som nu er erodert bort.

I de 300 år sølvverket har vært drevet, har bergmennene studert hvorledes de beste fahlbånd skal være og hvorledes gangen forløper.

Basert på de innsamlede erfaringer har man således funnet en mengde regler, som benyttes ved letingen etter sølvforekomstene.

Som en viktig regel kan det nevnes, at gangene forsvinner mot dypet og nye kommer igjen dypere nede i motsatt retning av gangenes fall (se Kongens gr. og Gottes Hülfe gr., fig. 2).

I en generalbefaringsprotokoll av 1773 definertes regelen ved de sydfallende overbergsganger således at sølvet finnes »Til nord i det liggende som til alle tider paa Overberget pleier gi de bedste anbrudd«. En sådan samling av ganger, der drar sig mot dypet i motsatt retning av fallet, kalles på Kongsberg et gangdrag. På skissen ser man Kongens gruber og Gottes Hülfe grubers gangdrag.

Efter nu å ha gitt en oversikt over sølvgangenes geologiske optreden kan det ha sin interesse å nevne de prinsip-

per som i sølvverkets 300-årige driftstid har vært anvendt ved den praktiske utnyttelse av sølvforekomsten.

Arbeidet begynte som en skattegravning. Kongen og de privatmenn som driften delvis blev overdradd til, tenkte tydeligvis kun på den øieblikkelige vinning. Oppe i dagflaten blev der gjort mange rike funn; men i de krigerske tider kunde kongen ikke yde verket den støtte det trengte og ved slutten av det 17de århundre henlå det i en temmelig håpløs forfatning uten ordentlig maskineri. Det var klart for alle at skattegravertiden da var forbi og at verket ikke kunde drives, uten der blev ofret betydelige summer på å sette det i ordentlig stand.

Kongen gikk da til en gjennemført modernisering av anleggene og det hele omfattende grubemaskineri kom fullt på høide med tidens tekniske nivå.

Mange gruber blev optatt til drift og velstanden øket som belønning for innsatsen.

Henimot midten av det 18de århundre kom der en ny vanskelighet for driften. Sølvet tapte sig mot dypet i en rekke gruber og til tross for det beste grubemaskineri som tiden kunde frembringe, blev der alvorlig fare for at produksjonen ikke kunde oprettholdes.

I de gruber hvor sølvet hadde avtatt særlig sterkt mot dypet, sluttet man avsenkningen og tok fatt på avbygning av grubenes øvre deler, hvor det viste sig at der gjenstod meget sølv. En grube — den rike Segen Gottes grube — blev dog drevet til 556 m's dyp.

Da grubedriften ble forlagt til de øvre deler av grubene, var man på det rene med at nye funn måtte gjøres. Der igangsatte derfor store skjærpningsarbeider i hele gru-beområdet. Gamle og nyfunne gruber optokes til drift og for å oprettholde produksjonen og skjærpningen måtte der antaes flere arbeidere. Lønningen av de nye folk krevet mere penger og dermed større produksjon, som tilveiebragtes ved å innta nye folk. På denne måte jagedes arbeiderantallet og produksjonen op. År 1700 var arbeiderantallet omrent 1 000 mann og der produsertes noget under 2 000 kg sølv, men 1770 var arbeiderantallet drevet op i 4 000 mann som produserte noget over 8 000 kg sølv. Under dette jag efter øket

produksjon holdt man driften gående med et lite overskudd; men tilslutt sviktet en av forutsetningene for at denne driftsmåte kunde gå. Malmforrådene i grubene begynte å minke og man gjorde ikke nyfunn i dagen. Der var således ikke lenger håp om å få øket produksjon ved å ta inn nye folk. Arbeiderantallet måtte derfor ned. Driften oprettholdtes kun i de gruber, hvor der var best håp om sølv, og arbeiderantallet dreves ned, således at der år 1800 var ansatt omtrent 2 000 mann. Samtidig gikk produksjonen ned til omtrent 2 000 kg og underskuddet øket voldsomt.

Med sikt på en fjern fremtid anlagdes store stollarbeider, som lenge hadde vært forsømt.

Det lykkedes dog ikke å skaffe sølvproduksjon som tilnærmedesvis kunde lønne den store arbeidsstokk under det langsiktige stollarbeide, som forestod.

I de hårde tider som landene gikk inn i etter år 1800, blev den langsiktige underskuddsbedrift ved Kongsberg for meget for den kongelige kasse, og næsten uten varsel blev verket omtrent nedlagt 1805.

Oprettholdt av nødsarbeide og fattigunderstøttelse kjempet derpå Bergstaden sig gjennem en rekke av kummerlige år. En god hjelp var det da Stortinget 1815 etter optok driften med et belegg av omtrent 100 mann, som snart økedes til 300 og 500.

Systemet som lagdes til grunn for driften blev nu et annet enn før.

Sølvverkskommisjonen 1833—35 gir et klart uttrykk for den fremgangsmåte, som med godt resultat blev fulgt i de følgende 100 år. Man tok avstand fra metoden med å ta inn mange arbeidere og drive en mengde gruber for derved å få jevn produksjon. I stedenfor planlagdes det å opta etter tur de gruber, som kunde nås med de store stollanlegg, som var påbegynt i det centrale grubeområde. Man var dog på det rene med at etter dette system kunde der nok bli tap på driften i en rekke av år og det precisertes av kommisjonen, at ved den fremgangsmåte kommer det an på »at Entrepreneuren har kraft nok til at udholde Tab i en Række af Aar, og Udholdenhed nok til trods disse Tab at fortsætte Driften så at han ikke utaalmodig over de bestandige Til-

skud forlader Foretagendet, maaske faa Skridt fra Skatten, som skal belønne hans anvendte Kraft».

Dette system viste sig meget heldig. Forøvrig hjulpet av et rent enestående rikt sølvfunn i Kongens Grube gikk sølvverket gjennem en strålende overskuddsperiode, som varte til henimot 1890.

Overskuddstiden etterfulgtes av en balansedrift, som varte til den siste nedgangstid begynte etter krigen.

Til tross for at produksjonen i denne tid er holdt på 10 000 kg pr. år, som er en høiere og jevnere produksjon enn nogen sinne før krigen, og til tross for at arbeiderantallet er mindre enn før, har det ikke vært mulig å hindre at depressionen har skapt en underskuddsperiode.

Denne underskuddsperiode er fremkalt ved at sølvprisene er sunket ned til et lavere nivå enn nogen sinne før. I de senere år er man også blitt betenklig på grunn av at gangene har avtatt nedad både i størrelse og antall. Ved smågrubene kan gangene helt forsvinne; men ved de store gruber samler de sig og fortsetter mot dypet innen et begrenset område. Særlig alvorlig er det at også innen disse begrensede gangpartier har man funnet et avtagende ertsinnhold. Et forhold som forøvrig er vanlig ved alle ertsgruber i verden, hvor gangmineralene er som på Kongsberg.

Til tross for at sølet er avtatt, avsenkes dog ennå flere av de dype gruber med full kraft i håpet om at ertsmengden skal øke; men man er forberedt på at verdien av eventuelle nyfunn vil være mindre enn på de høiere nivåer.

Ved de dype Kongsberggruber har denne avtagen inntruffet omtrent på samme nivå omkring 200 m under havets overflate. Kun den tidligere så rike Kongens grubes hovedgang er avsenket til så stort dyp som 1 050 m; men også her ca. 500 m under havets overflate er sølvmengden meget mindre enn høiere oppe i gruben.

Der regnes derfor med at de gruber som nu er i drift, ikke lenger kan oprettholde den relativt høie produksjon. I overensstemmelse med hvad der tydelig også er foreslått av kommisjonen av 1833, har sølvverket derfor i de siste år måttet gå til en systematisk undersøkelse av sine reservefeltter.

Nogle nyere undersøgelser over hvalernes biologi.

En oversigt ved August Krogh.

Hvalernes biologi er i mange henseender højst gaadefuld, og de lejligheder til undersøgelse, som hvælfangsten frembyder, er hidtil kun i ret ringe grad blevet udnyttet. Der er dog imidlertid i de sidste år gjort en del arbejde, dels fra norsk og japansk side, men navnlig paa foranstaltning af *The Discovery Committee*, nedsat af Regeringen over Falklandsøerne, der udover højhedsret over de antarktiske territorier, hvor moderne hvælfangst nu drives i stor stil, og hvor



Fig. 1. En blaahval. Længdefurerne paa undersiden udspiles naar hvalenaabner gabet for at sluge en sværm af krebsdyr.

man er nææt saa vidt at nææten ikke andet end netop baderne, der før var det mest værdifulde, gaar tilspilde. Over nogle af disse undersøgelser vil jeg give en kort oversigt og dertil knytte nogle mere selvstændige bemærkninger og beregninger.

Jeg skal begynde med at omtale den forbløffende hastighed hvormed disse kæmpemæssige dyr udvikler sig. Fig. 2 viser forholdene for blaahvalens (*Balaenoptera musculus*) vedkommende. Parringene finder sted i den sydlige halvkugles sene efteraar og vinter i Maj, Juni, medens hvalerne opholder sig i varmttempererede farvande bl. a. nær Afrikas sydlige kyster. Drægtigheden varer ca. 11 maaneder og fosteret fødes med en længde af ca. 7 m, hvortil svarer en vægt af ca. 2000 kg. Unget dier moderen i ca. 7 maaneder og opnaar i denne periode en længde af 16 m og en vægt af ca. 23,000 kg. Størstedelen af laktationsperioden tilbringes i nordlige farvande hvor føden er knap, hvilket fremgaard af at hvalerne i reglen fanges med tom mave. Det er ikke underligt at hvalmødrene i denne tid bliver noget magre.

Hvalmælken kan nærmest sammenlignes med piskefløde, idet den indeholder ca. 30 % fedt og ca. 12 % protein, hvoraf hovedmængden er kasein (ostestof).

Efter at have fulgt deres mødre ned til de fede antarktiske egne begynder de unge hvaler selvstændigt at tage næring til sig, og efter to sæsoner i syden og en mellemliggende vinter i norden bliver de kønsmodne i en alder af 2 aar og med en gennemsnitlig længde af 22.6 m for hanner-

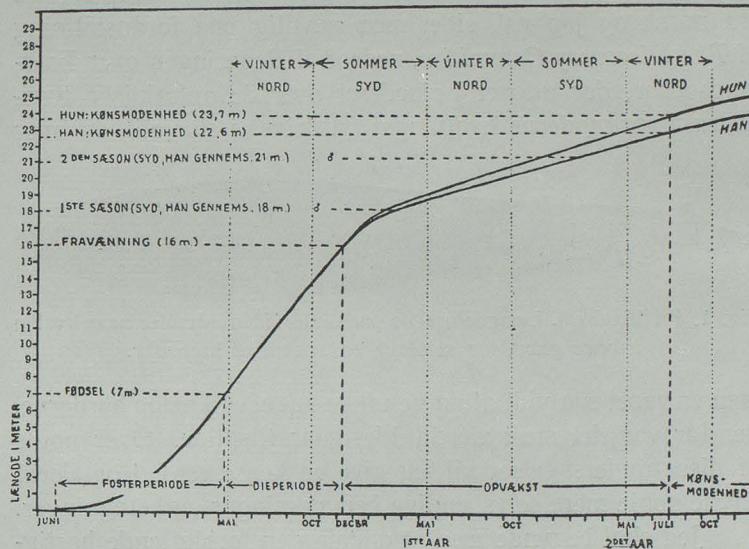


Fig. 2. Kurve visende blaahvalens længdevækst i fosterlivet, under dieperioden og under opvæksten til kønsmodenhed.

nes og 23.7 m, svarende til en vægt af 79,000 kg, for hunnernes vedkommende. Vækten fortsættes, men i langsommere tempo, til en alder af ca. 6 aar. Hunnerne bliver drægtige hvert andet aar. Efter 10 aars alderen formindskes ovarierne i størrelse, men vedbliver at producere æg til en alder af 20 aar. Sikre vidnesbyrd om ældre blaahvaler synes ikke at foreligge.

Det kan have en vis interesse at sammenligne hvalernes væxt med væxten af saa hurtig voxende dyr som svin, om hvilken Statskonsulent K. Hansen har givet mig de følgende oplysninger. En gris vejer ved fødslen knap 1 kg.

Den dier soen i ca. 7 uger og voxer i denne tid til ca. 6 kg. Hvalen dier i 7 maaneder og voxer fra ca. 2000 til ca. 23,000 kg. Efter afvænning bruger gris'en ca. 4 maaneder til at naa en slagtevægt paa 90 kg og fortærer i denne tid mælk og korn svarende til mindst 1 million Kalorier, hvorfaf der aflejres legemsbestanddele, knogler, muskler, fedt o. s. v. svarende til en brændværdi af ca. 320,000 Kal., eller gennemsnitlig 2600 Kal. daglig aflejres. Hvalen naar i en væxtperiode paa 12 maaneder med en mellemliggende vinter, hvor det er tvivlsomt om den faar føde nok til blot at bevare sin vægt, fra 23,000 til 79,000 kg, en tilvæxt der efter analyserne af blaahvalens sammensætning svarer til 196 mill. Kalorier eller 540,000 om dagen. Hvor meget føde hvalen kræver til denne tilvæxt vides ikke. Der foreligger mig bekendt ikke engang analyser af de krebsdyr der udgør deres hoved-

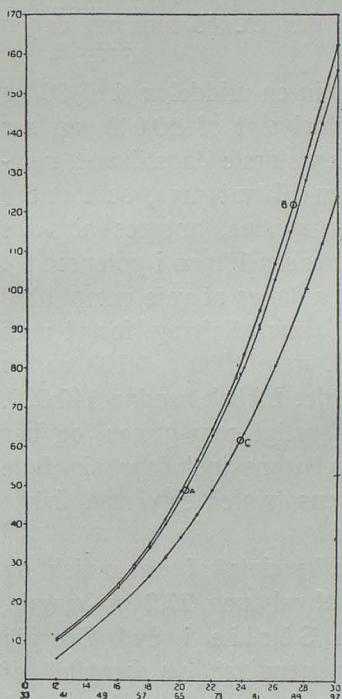


Fig. 3. Kurver der viser forholdet mellem blaahvalens længde, angivet i meter og engelske fod, og dens vægt i tons à 1000 kg. Kurve C er beregnet ud fra et magert exemplar.

næring, men der er grund til at tro at hvalen kan aflejre væsentligt mere end $\frac{1}{3}$ af den optagne føde. Skulde der virkelig ske en forbrænding i hvalens legeme, der var dobbelt saa stor som den mængde føde, der aflejres i form af nye væv, maatte forbrændingen beløbe sig til 1 million Kalorier pr. dag, hvad der sikkert maatte medføre, at legemstemperaturen maatte stige til faretruende højde. I længde voxer blaahvalen, mens den faar die, ca. 45 mm om dagen og senere ca. 15 mm.

Antager vi for det voxende svin en middelvægt af 50 kg og for den voxende hval en middelvægt af 50,000 kg, ser man, at pr. kg har svinet langt den største dagstilvæxt, nemlig 52 Kal. mod hvalens 11, men tilvæxt maa, som andre funktioner i den varmlodede organisme, antages at være proportional med vægten ikke i potensen 1, men i potensen $\frac{2}{3}$. Naar hvalen, som i dette tilfælde, antages at veje netop 1000 gange saa meget som grisen, skal dens aflejring, for at man kan tale om samme væxthastighed, være $1000^{\frac{2}{3}} = 100$ gange saa stor, altsaa 260,000 Kal. mod det faktisk fundne 540,000. Hvalen voxer altsaa dobbelt saa hurtigt som grisen, og her maa man yderligere betænke, at baconsvinet faar sin føde serveret til regelmæssige tider, mens hvalen selv maa dykke efter sin i indtil 100 m dybde.

Jeg skal nu gengive en række data af anatomisk og fysiologisk interesse for en blaahval paa 27.2 m længde, undersøgt af den norske Kaptajn Sörlie i Syd Georgia Novbr. 1926, hvis resultater er gengivet og benyttet af A. L a u r i e i en afhandling om respirationen, som jeg senere kommer tilbage til. Den største omkreds fandtes at være 13.9 m. Spæk, kød, knogler og organer blev vejet, og jeg anfører, at tungten vejede 3100 kg, d. v. s. saa meget som en middelstor elefant. Denne mægtige tunge bruges til at presse vandet fra de krebsdyr, munden fyldes med, ud mellem bænderne. Hjærtet vejede 600 kg, nyurerne 550 kg og leveren 900. Den samlede vægt var 122,000 kg. E s c h r i c h t fortæller om en 65 fod lang rørhval, som i Sept. 1841 strandede ved Sjællands Odde, at da hans medhjælper efter brystbenets fjernelse arbejdede sig ind i brysthulen, mente han at føle

at hvalen havde slugt en sæl og kunde »tydeligt føle ribbenene«, hvilket viste sig at være luftrørets bruskringe, og siden fandtes aorta (den store pulsaare) lige saa vel som lungepulsaaren at være af saadan vidde at en mand kunde krybe ind i den. Dette sidste stemmer ikke med forholdene hos blaahvalen, hvis aorta kun var ca. 20 cm i diameter med ca. 1 cm tykke vægge. For lungerumfangets vedkommende kommer Laurie ved en beregning ud fra lungernes vægt

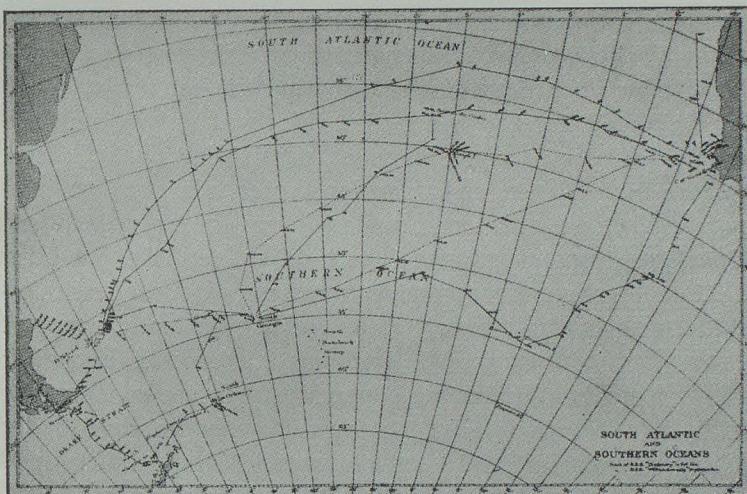


Fig. 4. Sydatlanten og Sydishavet. Hvalfangstens hovedsæde er paa øen South Georgia. De indtegnede linier betegner undersøgelseskibenes togter, og indenfor det saaledes begrænsede omraade foregaar i hovedsagen hvalernes foraars- og efteraarstræk.

til det paaafaldende lille tal 3000 liter, men udmaalinger af brysthulen paa andre hvaler viser at lungerne er meget større og snarest har haft en kapacitet paa ca. 14,000 liter. Lungernes elasticitet er usædvanlig stor. Blodmængden angives til ca. 8000 liter, men det ses ikke hvorledes dette tal er fundet. Højst sandsynligt er blodmængden større, idet der findes mægtige »redes« af blodkar bag hovedet og langs hvirvelsøjlen. Der foreligger imidlertid om disse dannelser kun ganske ufuldestgørende oplysninger, som end ikke tillader gætning om deres funktion, men ihvertfald rummer de en

masse blod. Blodets iltkapacitet er paafaldende ringe, nemlig kun ca. 14 volumenprocent, medens mindre hvaler og navnlig delfinerne har blod, hvis iltbindingsevne naar helt op til 25 %. At iltvolumenprocenten er 14 vil sige at blodets indhold af blodfarvestof (hæmoglobin) kun er ca. 10 %, 1 g hæmoglobin kan nemlig, naar det er helt mættet med ilt, binde 1.34 cm^3 . Normalt har mennesker ca. 14 % hæmoglobin i deres blod, iltvolumenprocenten i det normale menneskes arterielle blod vil derfor være ca. 18.

Ud fra overfladeloven — efter hvilken hvilestofskifte skal være 1000 Kal. pr. m^2 uafhængigt af organismens størrelse — har L a u r i e beregnet denne hvals hvilestofskifte til 275,000 Kal. i døgnet, hvilket svarer til et iltforbrug af 38 l/min. Da overfladelovens gyldighed kun er paavist for dyr af meget mindre dimensioner, end dem der her er tale om, kan man naturligvis ikke vide om overfladeloven gælder ved en saa alvorlig extrapolation, men ihvertfald er det ikke for tiden muligt at komme spørgsmaalet nærmere. Udoover hvilestofskiftet maa hvalen præstere et muskelarbejde for at svømme. Prof. C. H a n s e n ved Polyteknisk Læreanstalt har gjort mig den tjeneste at beregne bugseringsmodstanden for denne hval, og resultatet foreligger i form af en kurve (fig. 7) der viser, at for en fart af 3 knob¹⁾) kræves 1.5 hestekræfter (hk), for 5 knob 6.5 og for 10 knob 46.8 hk. Han antager at hvalhalen er en fremdrivningsmotor med meget nær 100 % effektivitet mod skibsskruens ca. 70 %. Da forholdet ved muskelarbejde sædvanligvis er det at kun $\frac{1}{5}$ af den omsatte energi bliver til mekanisk arbejde, medens $\frac{4}{5}$ bliver til varme (d. v. s. nyttevirkningen er 20 %), kan vi beregne hvalens energiforbrug, og da man ligeledes kender den energiudvikling som svarer til den forbrænding der næres af 1 l ilt, kan man beregne at hvalen skal bruge netop 10 gange saa mange liter ilt pr. minut til fremdrivning som hestekraften angiver, altsaa ved 3 knobs fart ialt $15 + 38 = 53$ liter. Dette iltforbrug svarer til et blodkredsløb paa 1 000 liter i minuttet, naar man regner at knap 40 % af blodets ilt optages af vævene ved hvert kredsløb, saaledes som det

¹⁾ 1 knob = 1 sømil (= 1852 m) pr. time.

er reglen for pattedyr i hvile og ved let arbejde. Dette beregnede kredsløb er meget langsomt sammenlignet med mindre dyr. Medens hos mennesket f. ex. den samlede blodmængde cirkulerer en gang i minuttet, bruger den hos hvalen ca. 10 min. Jeg har regnet efter at kredsløbet dog er fuldt tilstrækkeligt til den stoftransport som betinger den hurtige væxt. Blaavalen er observeret svømmende med 10 knobs fart, naar den var ramt af en harpun. Herved stiger stofskiftet til ca. 500 liter pr. minut. Antager man at iltindholdet udnyttes i væsentlig højere grad under det stærke arbejde end i hvile og under let arbejde, saaledes som det er tilfældet f. ex. hos mennesket, vil der, under forudsætning af

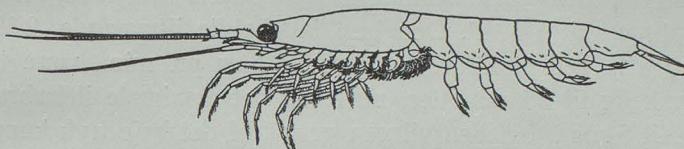


Fig. 5. Blaahvalens hovednæring. (*Euphausia superba*).

at der nu udnyttes 80 % af det arterielle blods iltindhold, for at skaffe den fornødne ilt til vævene kræves, at der pumpes 4 500 liter blod gennem hvalens legeme pr. min.

De ejendommeligste og interessanteste forhold er knyttede til respiration og kredsløb under hvalernes dykning. Blaahvalen dykker ikke særlig dypt. De krebsdyr, der udgør dens hovedføde i antarktiske farvande, den ca. 5 cm lange *Euphausia superba*, forekommer i sværme, der kan findes paa alle dybder fra overfladen til 100 m, mens hyppigheden aftager stærkt i større dybde. Man maa altsaa antage at hvalen normalt ikke kommer dybere end ca. 100 m. Den opholder sig i reglen kun ca. 10 minutter i dybet. Idet den kommer op og bryder overfladen foregaar en yderst voldsom exspiration, der kun varer ca. 0.6 sek., men som maa antages at tømme lungerne næsten fuldstændig, og derefter en inspiration af ca. 1 sek.s varighed, hvorefter hvalen umiddelbart kan gaa ned. Ofte foregaar dog endnu 1 eller 2 respirationer, før hvalen definitivt dykker. Den egentlige dybdedykker blandt storhvalerne er kaskelotten, der under sin jagt paa

kæmpeblæksprutter ofte bliver nede $\frac{1}{2}$ time eller mere og vides at kunne dykke til 900 m efter føde, idet en kaskelot i denne dybde ud for kysten af Peru blev indviklet i et telegrafkabel og druknede. Naar de er saarede af harpuner synes hvaler at kunne dykke til endnu større dybde og blive længere nede.

Under dykning komprimeres hvalernes lunger, idet brystkasse, diafragma (mellemgulvet) og bugvæg ikke yder nogen kendelig modstand. Antager vi at den oftere nævnte blaahval gaar ned til 90 m, vil — da 10 m vandtryk svarer til 1 atmosfærers tryk — hvalen komme under et tryk der ialt beløber sig til 10 atmosfærer, hvorfor dens lunger sammentrykkes til $\frac{1}{10}$ af rumfanget ved havets overflade, altsaa fra 14 m^3 til $1,4 \text{ m}^3$. Den heri indeholdte iltmængde, 2 800 liter, vil, ved et iltforbrug paa 53 liter pr. min., være tilstrækkelig til 55 minutter, men ved det maximale iltforbrug kun til 6 min., og ilten vil paa grund af det høje tryk kunne optages næsten fuldstændigt af blodet. Befinder hvalen sig ved havets overflade, kan vi regne med at der af lungernes ilt kun kan bruges saa meget at ilttrykket reduceres fra 15 % af 1 atmosfære = 111 mm (lungeluftens iltprocent er ca. 15) til ca. 55 mm, d. v. s. med ca. halvdelen af den forhaanden-værende iltmængde. Naar hvalen derimod er paa 90 m's dybde vil den ogsaa kunne bruge ilten, der nu staar under $10 \times 110 \text{ mm} = 1100 \text{ mm}$, til 55 mm, saaledes at hvalen, istedetfor at nøjes med halvdelen af ilten i lungerne, kan benytte de $\frac{19}{20}$, uden at det gaar ud over iltoptagelsen i blodet i kendelig grad. Hertil kommer at hvalen, som andre dyr, i nogen tid vil kunne præstere et arbejde der er større end hvad iltoptagelsen kan dække, idet organismen paadrager sig en »iltgæld« der senere afdrages.

Det gælder for dampskibe at deres aktionsradius voxer med størrelsen, idet kapaciteten tager relativt stærkere til end forbruget af brændstof, og efter min opfattelse maa hvalernes enorme størrelse forstaas først og fremmest som en tilpasning til at opnaa en betydelig aktionsradius under vandet, navnlig ved at lungerne kan rumme iltmængder der er saa betydelige i forhold til forbruget, idet lungerumfanget

voxer med legemsrumfaget, forbruget kun med overfladen. Dette gælder ogsaa forbruget til fremdrivning med en givne fart.

Iltforsyningen er imidlertid ikke det eneste problem der frembyder sig ved hvalernes dybdedykning; et andet og paa sin vis langt vanskeligere bestaar i at undgaa dykkersyge. Ogsaa her spiller det forholdsvis langsomme kredsløb, der igjen er betinget af størrelsen, en væsentlig rolle. Naar vor blaahval dykker ned til 100 m, kommer luften i lungerne under 11 atm. tryk. Blod opløser ved 1 atm. tryk ca. 10 liter kvælstof pr. m^3 , ved 11 atm. altsaa ca. 100 liter extra.

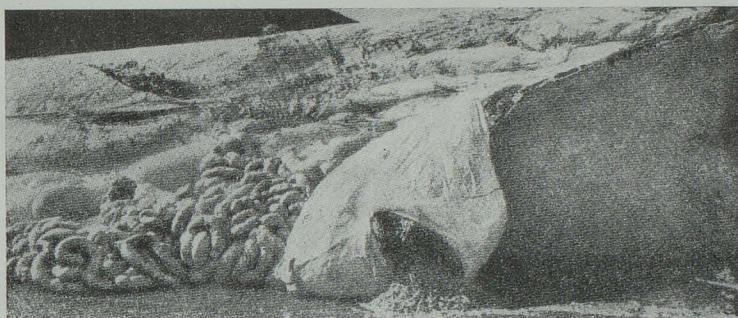


Fig. 6. Figuren viser en del af hvalens tarme og en del af mavesækken, den sidste er aabnet og viser sig at være fyldt med de fornævnte krebsdyr.

Hvis minutvolumen er $1 m^3$ vil der altsaa i blot 5 minutter optages $\frac{1}{2} m^3$ kvælstof, som i stor udstrækning maa antages at blive afgivet til vævene under passagen. Naar trykket pludselig aflastes, idet hvalen gaar op for at aande, maa man vente at dette kvælstof udkiller sig luftformigt, ligesom kulsyren naar manaabner en sodavandsflaske, saavel i blod som i væv, og for mennesker, som dykker paa dybt vand, er denne udkillelse en af de mest frygtede komplikationer, der søges imødegaaet ved at opstigning fra dybet foregaar i etaper med lange hvilepavser til udkillelse i lungerne af det optagne kvælstof. Hvalen derimod kommer meget hurtigt op. Det varer i reglen nogen tid inden udkillelsen af kvælstof finder sted, og naar hvalen, som tilfældet er, kun kom-

mer til overfladen i nogle sekunder og derefter strax dykker ned, skulde den have gode chancer for at undgaa dykkesygen, men det maatte betyde, at dens blod og væv permanent var stærkt overmættet med kvælstof og vilde gjøre det farligt for den at opholde sig længere tid ved overfladen. Dette spørgsmaal er blevet direkte undersøgt af Laurie, som har taget prøver af urin og fostervand fra frisk dræbte hvaler og gennemsnitlig kun fundet en ganske ringe overmætning med kvælstof. I mange tilfælde var kvælstofindholdet endog lidt mindre end svarende til luftens tryk, medens der i andre var overmætning op til 1 atm. overtryk.

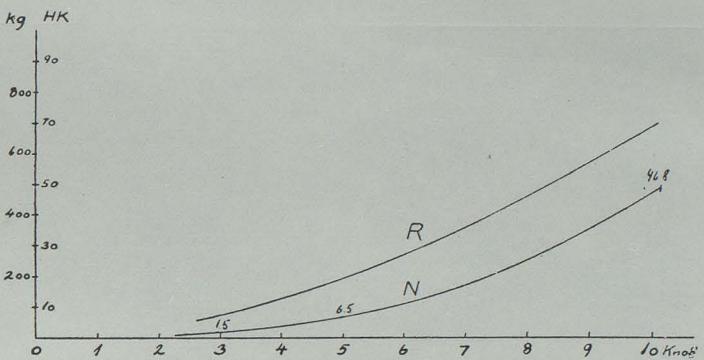


Fig. 7. Kurve der viser bugseringsmodstanden R i kg og den til bugsering nødvendige kraft N , for en blaahval paa 27,2 m.

Dette er saa meget mærkeligere som Laurie fandt meget høje kulpsyretryk, gennemsnitlig ca. 150 mm, men helt op til 400 mm, i de samme vædske, tryk som kun kan skyldes at kulpsyren er blevet opløst medens hvalen var under vandet, og svarende til at en meget betydelig del af lungerne ilt var blevet udnyttet.

Der maa altsaa være mekanismer der kan forhindre overmætning med kvælstof eller ihvertfald holde den indenfor beskedne grænser. Laurie mener at have fundet en af disse mekanismer, men hans resultater er saa forbavsende at man har haft vanskelighed ved at fæste lid til dem. Personlig mener jeg imidlertid at de i det væsentlige er vel funderede. Ved at undersøge blodet fandt han at det kunde optage mere

kvælstof end man efter analogi med andet blod skulde vente. Dette kvælstof kunde pumpes ud igen, hvis man gjorde det strax, men naar han ventede 20 min. til et par timer forsvandt en væsentlig del af det og var ihvertfald ikke længere tilstede som frit kvælstof.

Denne kvælstofbindende evne viste sig at være knyttet til tilstedeværelsen i blodet af stærkt lysbrydende og svagt blaalige partikler af 0.5 til 2 mikrons¹⁾ diameter, der fandtes i antal af 10—30 millioner pr. mm³. De var svagt selvbevægelige og formerede sig yderst livligt i kulturer af blod fortyndet med 0.7 % klornatrium. L a u r i e omtaler dem som X-organismer og viser at kulturerne var kvælstofbindende ligesom blodet der indeholdt organismerne. En postmortal infektion er meget usandsynlig, da organismerne ogsaa fandtes ganske regelmæssigt i hvalostrenes blod. Kulturer blev bragt til England i frossen tilstand, og efter omsaaning i saltopløsning med 1 % druesukker formerede de sig op til 80 millioner pr. mm³.

Medens jeg ikke synes man kan tvivle om at denne organisme er en normal bestanddel af blaahvalens og finhvalernes blod og at den kan binde kvælstof, forekommer den kvantitative betydning heraf for hvalernes evne til at undgaa dykkersyge mig alt andet end klar. De kvælstofmængder, der fixeredes i forsøgene, oversteg ikke 1 volumenprocent i 20 minutter, hvilket ikke forslaar meget, og var i reglen mindre, og det viste sig yderligere at kvælstofbindingen var afhængig af et samtidigt iltforbrug. Naar blodet eller kulturerne behandles med rent kvælstof foregik absolut ingen binding. Naar kvælstof blev bundet forsvant der samtidig ilt og aldrig mindre end i omtrent samme mængde som kvælstoffet, hvilket gør fordelen for hvalen højest problematisk. Tænker man sig saaledes, i det exempel jeg gav før, at de 500 liter kvælstof, som maatte diffundere ind i blaahvalens blod mens den opholdt sig 5 minutter i 100 m dybde, skulde bindes af X-organismen, vilde dette kræve ca. 500 liter ilt, eller næsten det dobbelte af hvalens beregnede stofskifte i samme tid. Jeg tror altsaa man maa sige at det endnu er ganske gaadefuldtt

¹⁾ 1 mikron = 0,001 mm.

hvordan blaahvalen undgaar dykkersygen, og hvis man tænker paa kaskelotten i 900 m dybde, bliver det fuldkommen ubegribeligt. Alligevel er det et mægtigt fremskridt at problemerne vedrørende hvalernes biologi nu er reist og gøres til genstand for rationel undersøgelse. Jeg tvivler ikke om at de efterhaanden vil blive løst, selv om det maa ske ad omveje, idet hvalernes fysiologi jo næppe bliver tilgængelig for direkte experimenter.

Kromosomer og arv.

Av Bjørn Føyne.

I.

Det store skille mellem tidligere tiders og vårt århundres arvelighetsforskning har fremfor alt sin grunn i selve arbeidsmetoden. Mens de tidligere forskere anså krysningser mellem individer fra forskjellige arter som mest lovende, benytter de moderne arvelighetsforskere hovedsakelig individer fra samme art til sine krysningforsøk, og mens man før nøjet sig med et helhetsinntrykk av plantens eller dyrrets utseende, koncentrerer nutidens forskere sin opmærksomhet om bestemte egenskaper og følger så disse hver for sig ned gjennem generasjonene.

Flere av de eldre arvelighetsforskere var inne på denne vei (Vilmorin, Sagereit); men den som først konsekvent gjennemførte prinsippet, var en »dilletant«, den østerrikske abbed Gregor Mendel. På grunnlag av en rekke elegant gjennemførte krysningforsøk med den almindelige erteplante *Pisum sativum* sluttet Mendel at de enkelte arvelige egenskaper er betinget i selvstendige arveanlegg, *arvefaktorer*, som parvis svarer til hinanden. I krysningen gule erter \times grønne erter f. eks., må vi anta én faktor for gul frøhvite og én faktor for grønn frøhvite. Avkommet, F_1 -generasjonen, får begge anlegg. Allikevel gir disse planter alltid bare gule erter. Det skyldes at faktoren for gul frøhvite er sterkere enn, *dominerer* over anlegget for grønn frøhvite. Det siste

anlegg hindres i å utfolde sig, er *recessivt*. Betegner vi med Mendel anlegget for gul frøhvite med A og anlegget for grønn frøhvite med a, så er F_1 -individenes konstitusjon Aa. Når en slik bastard danner kjønnseller, skiller A og a lag, halvparten av støvkornene og frøemnene kommer til å inneholde A, den øvrige halvpart a, og ved selvbestøvning dannes kombinasjonene aa, aA, Aa og AA i like mengder. En fjerdepart av F_2 -individene mottar anlegget a gjennem begge kjønnseller, de blir *homozygote* for a og vil ved selvbestøvning (eller innbyrdes krysning) selvsagt bare kunne gi samme slags avkom : planter med grønne erter. En annen fjerdepart blir homozygote for A og kan derfor ved selvbestøvning (eller innbyrdes krysning) bare gi planter med gule erter. De to andre fjerdepartene får A gjennem den ene og a gjennem den andre kjønnselle, de blir *heterozygote* og må ved videre avl forholde sig som foreldrene. Ved kjønnscelens dannelsel spaltes altså faktorparret op og kjønnsellene blir »rene« med hensyn på faktorene A og a; enten inneholder de A eller a, aldri såvel A som a. Dette er Mendels 1ste regel, regelen om faktorparrenes spalting.

I krysninger hvor de to foreldre adskiller sig i flere egenskaper, fant Mendel den samme regel gjeldende for hvert enkelt faktorpar. Krysses f. eks. et individ AABB med aabb, så blir bastarden AaBb. Når denne danner kjønnseller vil A og a skille lag, likeledes B og b. Der dannes 4 forskjellige slags kjønnseller i like mengder, nemlig: AB, Ab, aB og ab. — I bastarde fra foreldre som avviker fra hinanden i flere arvelige egenskaper fordeler altså faktorene ved oppspaltingen sig på kjønnsellene *uavhengig* av hverandre, slik at hver kjønnselle kommer til å inneholde en faktor for hvert faktorpar. Dette er Mendels 2nen regel, regelen om faktorparrenes uavhengige spalting.

Mendel offentliggjorde sine forsøk i Naturforskerforeningen i Brünns forhandlinger i 1865. Den lille krystallklare avhandlings tragiske skjebne er almindelig kjent: Bare nogen få av samtidens forskere¹⁾ lærte avhandlingen å kjenne, og

¹⁾ Dessverre var Darwin ikke blandt dem.

ingen av dem forstod dens betydning. Først ved århundreskiftet blev tiden moden for Mendels tankegang. I 1899, 15 år efter Mendels død, fremla den engelske arvelighetsforsker Bateson på en kongress en arbeidsplan for videnkapelige krysningsforsøk helt etter Mendels prinsipper, og året etter fremstod tre botanikere: de Vries, Correns og Tschermak som uavhengig av hverandre og uten å kjenne Mendels verk, gjennem flerårige forsøk med forskjellige planter hadde funnet den samme lovmessighet som Mendel før en menneskealder siden hadde oppdaget. *Nu* blev hans lille avhandling trukket frem av glemseLEN og vakte den største opsigt. Det intense arbeide som nu satte inn, viste snart at det var fundamentale, for dyreriket som for planteriket gjeldende regler Mendel hadde funnet.

I kjønnscellene: sedcellen og eggcellen, må alle anlegg som individet får fra sine foreldre, være til stede. Allerede før gjenopdagelsen av Mendels regler var celleforskerne kommet til at cellekjernens *kromosomer*, her måtte spille en vesentlig rolle. Disse kromosomer er bare synlige under cellens deling. Enhver celledeling begynner med at kjernens innhold omdannes til et antall trådformete dannelser (fig. 1 B) som litt etter litt blir kortere og tykkere, inntil de tilslutt ligger der som en samling stav- eller kuleformete legemer (C). Disse dannelser er det vi kaller *kromosomer*. De samles i cellens ekvatorialplan og deles her *på langs* i to nøyaktig like store deler (D). Hver av datterkromosomene viker så fra hinannen (E) og samles ved hver sin cellepol. Her mister de sin skarpe begrensning og løser sig op til det for den »hvilende« kjerne så typiske kjernenett (G). Samtidig har cellen snørt sig inn på midten, og vi har to datterceller, hver med sin kjerne. Når så dattercellene er vokset op til morcellens størrelse, deler de sig på samme måte som morcellen. Der kommer nøyaktig like mange kromosomer til syne i kjernene som der gikk inn i dem ved forrige deling, og disse kromosomer har nøyaktig samme form og størrelse som dengang.

Det mest iøinefallende trekk ved celledelingen er den nøyaktige *lengdespaltning* av kromosomene. Man får inntrykk av at det ikke bare gjelder en fordeling av *like meget*

kromosomsubstans, men også en likelig fordeling av *samme slags* kromosomsubstans. Alle et individs milliarder av celler kommer på denne måte til å inneholde nøiaktig like mange og nøiaktig samme slags kromosomer som den befruktede eggcelle hadde. Og dette antall kromosomer er konstant for

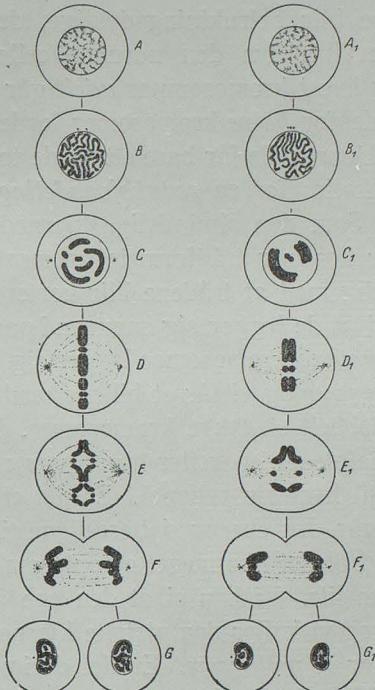


Fig. 1. Skjema av den almindelige celledeling (A—G) og av reduksjonsdelingen (A₁—G₁). (Efter Belar).

alle individer som tilhører samme art. Et marsvin f. eks. har 56 kromosomer, den almindelige erteplante har 14, mennesket har 48 kromosomer o. s. v. Hver art har sitt bestemte kromosomtall.

Hos mange planter og dyr er alle kjernens kromosomer temmelig like, hos andre kan de være forskjellige. Studerer vi ekvatorialplatene hos disse siste organismer, oppdager vi snart at kromosomene parvis svarer til hinannen i størrelse og form. Hver kromosomtype er representert ved to nøiaktig

like kromosomer.¹⁾ Kjernene er altså i denne henseende *dobbeltdannelser*, de inneholder to *tilsvarende sett av kromosomer*. Av disse stammer det ene sett fra moren, det annet fra faren. *Kjønnscellenes* kjerne inneholder altså bare halvparten så mange kromosomer som *kroppscellenes*. Denne reduksjon av kromosomtallet kommer i stand under kjønnscellenes utvikling. Før disse blir befruktningsdyktige, deler de sig, og denne deling avviker fra den normale celledeling deri at medlemmene av hvert kromosompar *udelt* går over i hver sin dattercelle. Istedentfor *halve* kromosomer fordeles *hele* kromosomer og hver kjønnscelle får bare ett av de to kromosomsett. En slik deling kalles for en *reduksjonsdeling*. Vi ser den i fig. 1 A₁—G₁. Som den almindelige kjernedeling begynner den med at der kommer trådformete kromosomer til syne i kjernen. Samtidig med at trådene blir kortere og tykkere finner vi imidlertid at de legger sig sammen i par. De sammenhørende, de *homologe* kromosomer legger sig tett inn til hinannen, de *konjugerer* og vi får et billede med bare det halve tall, men med dobbelt så tykke kromosomer. Disse innstiller sig så i ekvatorialplanet hvorefter hvert pars medlemmer skiller lag og går til hver sin cellepol. Etter at eggs utvikling det gjelder, så går den ene av dattercellene til grunne. Den får ikke som på billedet like meget cytoplasma som den andre, men bare ganske lite. Vi kan si at den ene datterkjernen utstøtes av egget, og vi kaller den utstøtte kjerne med sitt tynne cytoplasmalag for et *pollegeme*. Etter derimot en vordende sedcelle det gjelder, da får begge celler som på billedet like meget cytoplasma, og de er begge levedyktige.

Kromosomenes forhold ved overgangen fra den ene generasjon til den næste tilsvarer altså arvefaktorenes: Ved kjønnscellenes dannelses spaltes både faktor- og kromosompar opp. Såvel med hensyn på faktor- som kromosompar kommer derfor kjønnscellene til å føre bare ett medlem av hvert par. Det er klart at opdagelsen av denne overensstemmelse i kromosomenes og arvefaktorenes forhold, måtte gi spørsmålet om kromosomenes rolle ved arveoverførselen fornyet aktua-

¹⁾ Om undtagelser fra dette, se side 222.

litet. Allerede i 1902 påviste den unge amerikanske celleforsker Sutton at man ved å plassere de forskjellige faktorpar i forskjellige kromosompar og ved så å følge kromosomenes gang ned gjennem generasjonene kommer til nøyaktig de samme lovmessigheter som Mendel fant (fig. 2).

Datidens arvelighetsforskere stilte sig imidlertid meget skeptiske overfor tanken at arvefaktorene skulde ha sin plass i kromosomene. For det første fant de kjennskapet til arvelovene ennå for ufullkommen, og for det annet kunde de med full rett bebreide celleforskerne at vesentlige sider ved kromosomenes forhold under reduksjonsdelingen ennå ikke var opklaret. Således visste man f. eks. intet om *hvordan* de faderlige og moderlige kromosomer fordeles under reduksjonsdelingen. Hvis arvefaktorene virkelig ligger i kromosomene, må fordelingen være tilfeldig (se fig. 2!); men hvorledes skulde dette kunne vises? De homologe kromosomer er jo like og ikke forsynt med merkelapper som angir deres herkomst. — Beviset blev ført på følgende måte: Hos forskjellige individer av en gresshoppeart blev der funnet homologe kromosomer som virkelig var litt forskjellige fra hinanden. Således var i nogen tilfeller det ene kromosom litt mindre enn det annet, eller formen var forskjellig, det ene f. eks. stavformet, det annet litt böjet i spissen, ett kromosom hadde en innsnøring på midten, mens dets partner manglet denne o. s. v. Ved krysning mellem slike individer blev der frembragt bastarder hvor man for flere av kromosomparrene med sikkerhet kunde si hvilket kromosom som stammet fra moren og hvilket som stammet fra faren. De mikroskopiske preparater som blev lavet av dyrenes celler, viste en helt tilfeldig fordeling av de faderlige og moderlige kromosomer (Catherinos). Senere har det samme latt sig vise hos sommerfugler (Seiler) og i planteriket er beviset blitt ført ved hjelp av artsbastarder (Nawaschin) og triploide former (Blaeslee, Beiling).

I løpet av de 32 år som er gått siden Sutton fremsatte sin kromosomteori, er alle innvendinger, som den gang med full rett kunde anføres mot den, litt etter litt forstummet. I stedet er der blitt skaffet tilveie en overveldende samling av

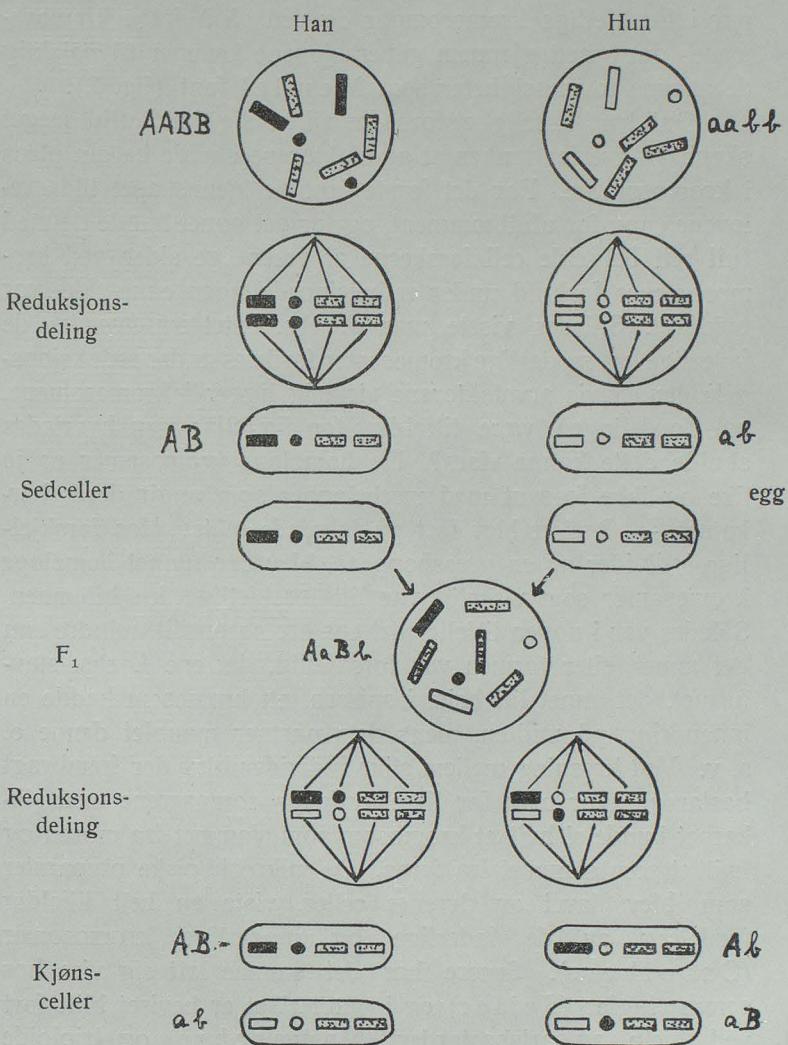


Fig. 2. Krysning mellom individer som avviker fra hinanden i to arvelige egenskaper. Skjemaet viser krysningens forløp når de to faktorpar tenkes lokalisert i hver sitt kromosompar.

● inneholder A, ○ inneholder a
■ —, — B, □ —, — b

kjensgjerninger som alle med den største tydelighet viser at Suttons tanke var riktig. Vi skal i det følgende ta for oss nogen av de mest instruktive eksempler fra bevismaterialet.

Hovedmengden lar sig ordne i to grupper. Til den første hører tilfeller hvor man på grunnlag av avvikeler i kromosomenes forhold *forutsa* bestemte avvikeler i arvens forhold og hvor dette så viste sig å holde stikk. Til den annen gruppe hører de tilfeller hvor man omvendt av bestemte avvikeler i arveforholdene sluttet sig til bestemte avvikeler i kromosomenes forhold, og hvor dette ved celleundersøkelsen viste sig å være så.

Hos en hel del organismer faller reduksjonsdelingen ikke som hos de høierestående dyr sammen med kjønnscelleenes dannelse, men finnes på et ganske annet sted i utviklingskretsen. En almindelig løvmos f. eks., gjennemgår som vi vet to generasjoner før dens utviklingskrets er sluttet. Fra sporen vokser gametophyten op, og på denne dannes kjønnscellene, de hanlige i antheridiene, de hunlige i archegoniene. Mens antheridiene inneholder mange sedceller, inneholder archegoniene bare ett egg hver. Sedcellene kommer over i archegoniet, og en av dem smelter sammen med eggem. Dette utvikler sig så til sporophyten som danner sporekapselen med sporene. Cytologiske undersøkelser har nu vist at gametophyten i sine celler bare inneholder ett kromosomsett, den er *haploid*, mens sporophyten, som ventelig da den er opstått av det befruktede egg, inneholder to kromosomsett, er *diploid*. Reduksjonsdelingen må altså her foregå under sporenes dannelse. Er nu spaltningen av faktorparrene virkelig knyttet til reduksjonsdelingen, må vi hos mosene vente å finne faktorspaltingen ved sporedannelsen og ikke ved kjønnscellenes dannelse. Og da gametophyten inneholder bare ett kromosomsett, så må den, likesom sporen, ha bare én faktor av hvert faktorpar, enten A eller a, enten B eller b, o. s. v.

De omfattende bastarderingsforsøk som er blitt utført med en rekke moser, har vist at det virkelig forholder sig slik. Opspaltingen finner sted ved sporedannelsen, og gametophytene er aldri heterozygote (Wettstein, Allén). Det samme er også blitt vist for andre organismer med en

lignende livscyklus; faktorparrenes opspaltning og reduksjonsdelingen har alltid vist sig å falle sammen.

I nogen tilfeller av artsbastarderinger med sommerfugler kunde der ikke påvises nogen opspaltning i F_2 -generasjonen. De mikroskopiske preparater som blev lavet av bastardenes celler, viste at i disse tilfeller også reduksjonsdelingen uteblev (Federley). Altså: ingen reduksjonsdeling — ingen opspaltning.

Hos honningbien er som vi vet, forholdet det at hannen opstår af ubefruktede egg, mens hunnene dannes efter befruktnings. Hannene er haploide, hunnene er diploide. Som bekjent finner parringen sted under flukten, og dette vanskeliggjør selvagt krysningsekperimentene. Et bastarderingsforsøk kan derfor bare ansees for gyldig når det er helt sikkert at ingen annen han enn den utvalgte har været i nærheten. Newell kunde i Texas utføre slike forsøk. Han krysset gule italienske bier med grå østerrikske. Krysningen gul dronning \times grå drone ga rent gult avkom. At sønnene var gule stemmer med at de har fått alle sine kromosomer fra moren; når også døtrene blev gule må det komme av at gult dominerer over grått. Den omvendte krysning, grå dronning \times gul drone, må derfor ventes å gi grå sønner og gule døtre. Dette inntraff også. Og etter begge krysninger gav F_1 -hunnene gule og grå sønner i forholdet 1 : 1. Altså fullstendig hvad vi må vente når hannene er haploide og hunnene diploide. — I prinsipp det samme viser de krysninger som amerikaneren Whiting har utført med en annen hymenopter, *Habrobracon*.

Det første virkelige bevis for at arvefaktorene er lokalisert i kromosomene, bragte studiet av den *kjønnsbundne arv*. Det intense studium av kjønnscellens utvikling som satte inn etter oppdagelsen av den almindelige kjernedeling og reduksjonsdelingen, ledet snart til oppdagelsen av én undtagelse fra regelen om kromosomenes parvise optreden. Hos en hel del arter har *hannens* celler ved siden av sine kromosompar to enkelte kromosomer som ikke svarer til hinanden hverken i størrelse eller form. Hos bananfluen, *Drosophila melanogaster*, f. eks. har hunnene ved siden av to par v-formete og et

par kuleformete kromosomer et stavformet og et hakeformet kromosom (fig. 3 b). Hunnene derimot mangler det hakeformete og har i stedet to av det stavformete (fig. 3 a). Vi kaller de to kromosomer som hos hannene bare er til stede i entall, for *kjønnskromosomer*; det av dem som også er representeret hos hunnen, kaller vi for X-kromosomet, det annet for Y-kromosomet. Ved reduksjonsdelingen skiller X og Y lag og går til hver sin dattercelle. Der dannes altså to slags sedceller, slike med X og slike med Y. De to X-kromosomer

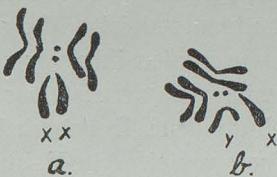
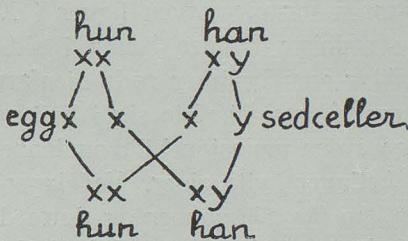


Fig 3. Bananfluens kromosomer, a hunnens, b hannens.
Forstør. 3800. (Efter Stern).

i hunnens celler går i reduksjonsdelingen som de øvrige kromosomer til hver sin dattercelle slik at alle egg kommer til å innehölde et X. Befruktes egget med en X-holdig sedcelle blir det en datter, befruktes det med en Y-holdig sedcelle blir det en sønn:



Hunnene får altså alltid det ene X fra moren og det annet fra faren, mens hannene får sitt eneste X fra moren. Y-kromosomet går fra far til sønn.¹⁾ — Hos fugl og sommer-

¹⁾ Hos nogen arter er Y-kromosomet større enn X-kromosomet; hos andre er det mindre, og hos en hel del arter mangler det helt. For kjønnets bestemmelse er dette likegyldig. Det det kommer an på, er at det ene kjønn har 2 X og det annet bare ett.

fugl er forholdet det omvendte. Hos disse er det hannen som har to X og hunnen som har ett, med eller uten Y.

5 år etter at kjønnskromosomenes forhold var blitt klarlagt av de to amerikanere M c. C l u n g og E. B. W i l s o n, fant professor T. H. M o r g a n, fjarårets nobelpristager, hos bananfluen en nedarvningsmåte som fullstendig svarer til X-kromosomets. Bananfluen er en ganske liten flue, ca. 2 mm lang, og med røde øiner. I en av M o r g a n s kulturer optrådte der en dag — det var i året 1910 — en han med hvite øiner. Han krysset den til en av de rødøiete hunner med det resultat at alle unger blev rødøiet. M o r g a n sluttet herav at egenskapen hvite øiner enten ikke var en arvelig egenskap eller at den var recessiv. Hvis det siste var tilfelle, skulde han få den igjen hos F_2 -individene. Dette skjedde også, men på en ganske annen måte enn ventet. Alle F_2 -hunnene blev rødøiet, likeledes halvparten av hannene, mens den annen halvpart hadde hvite øiner. Han krysset så nogen av de hvitøiete hannene til sine rødøiete søstre og fikk også hvitøiete døtre blandt de rødøiete. En av de hvitøiete hunner blev krysset til en rødøiet han, og med det eiendommelige resultat at alle døtre blev rødøiet og alle sønner hvitøiet. Døtrene arvet altså sin øienfarve fra faren, sønnene fra moren.

Som fig. 4 viser lar denne arvetype sig lett forklare hvis vi antar at faktoren for øienfarven ligger i X-kromosomet: De almindelige rødøiete hanner bærer i sitt X-kromosom en dominant faktor som bevirker røde øienfarver. Hos den hvitøiete han som så uventet viste sig i kulturen, var denne faktor som følge av en mutasjon blitt omdannet til en recessiv faktor som betinger hvite øiner. Ved krysningen rødøiet hun \times hvitøiet han får alle sønner og døtre den dominante faktor for røde øiner fra sin mor, og blir derfor alle rødøiet. Døtrene får dessuten fra sin far et X-kromosom med den recessive faktor for hvite øiner. De er altså heterozygote. Av F_1 -hannene får halvparten morens »røde X«, mens den øvrige halvpart får hennes »hvite X«. Derfor blir halvparten av hannene hvitøiete. Deres søstre får alle farens »røde X« og må følgelig bli rødøiete. — Ved den motsatte krysning: hvitøiet hun \times rødøiet han får F_1 -hannene ett av morens

»hvite X« og blir derfor hvitøjet, mens deres søstre dessuten får farens »røde X« og derfor alle må bli rødøjet.

Vi kaller denne arvetype for *kjønnsbundet*, eller nøiaktigere: X-bundet,¹⁾ og sier at øienfarven hos bananfluen er en kjønnsbundet egenskap. Av slike egenskaper kjennes nu en hel del såvel hos dyr som planter. Hos mennesket nedarves bl. a. farveblindhet på denne måte.

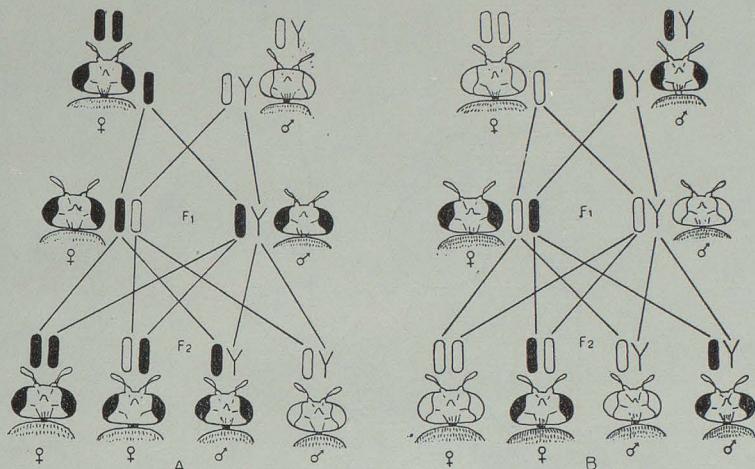


Fig. 4. A krysning mellom hvitøjet *Drosophila* han og rødøjet hun. B den omvendte krysning. X-kromosomet med faktoren for hvit øienfarve er tegnet hvitt, X-kromosomet med faktoren for rød øienfarve, sort. ♀ = hun, ♂ = han. (Efter Morgan).

Erkjennelsen av den kjønnsbundne arv var en viktig støtte for kromosomteorien. Den gamle innvending, at overensstemmelsen i kromosomenes og arveanleggenes fordeling kunde bero på en tilfeldighet, syntes for denne arvetypes vedkommende mindre sannsynlig. Men ennå manglet det avgjørende *bevis*.

Det varte ikke lenge før også dette blev levert. I nogen av Morgans forsøk hendte det at det av og til en sjeldengang etter krysningen hvitøjet hun \times rødøjet han op-

¹⁾ Hos bananfluen, et par fiskearter og billen *Phytodecta variabilis* er der også påvist karakterer hvis arvegang helt svarer til Y-kromosomets.

trådte en enkelt datter med morens øiner eller en sønn som var rødøjet som faren. Dette skulde efter vårt skjema i fig. 4 ikke være mulig og man stod en tid helt uforstående overfor disse undtagelser. Problemet blev løst av Morgans elev Bridges.

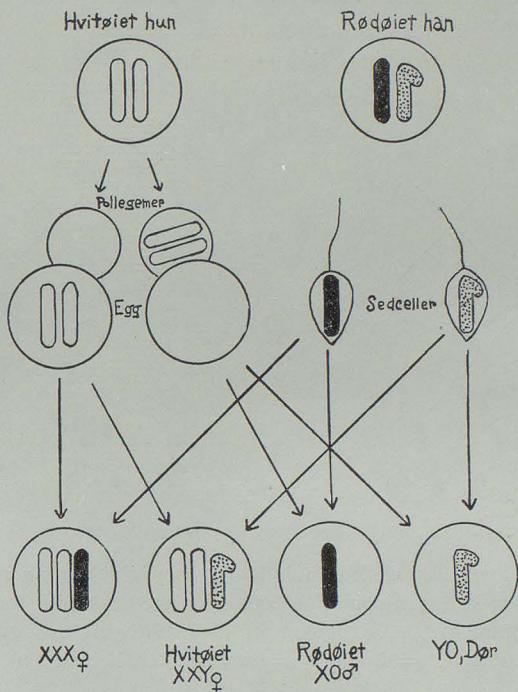


Fig. 5. Skjema av kjønnskromosomenes forhold ved „non disjunction“ hos *Drosophila*. X-kromosomene stavformige. Y-kromosomet hakeformet. Til venstre dannelsen av XX- og O-egg hos en hvitøjet hun; nederst det avkom som fremkommer når disse egg befruktes av en rødøjet hans sedceller. De X-kromosomer som bærer faktoren for hvit øienfarve, er tegnet hvite, det som bærer faktoren for rød øienfarve er tegnet sort. (Efter Bridges).

Gjennem en meget skarpsindig analyse kom Bridges til følgende sluttning: Under eggene utvikling i den hvitøjet huns eggstokker har det hendt at de to X-kromosomer ved reduksjonsdelingen ikke har skilt lag, men er gått sammen til én og samme datterkjerner, enten til pollegemets,

som utstøtes og går til grunne, eller til selve eggkjernen (»Non-disjunction« av X-kromosomene). I det første tilfelle er der blitt dannet egg uten X, i det annet, egg med to X (fig. 5). Befruktes de første slags egg av X-førende sedceller, opstår individer som på grunn av at de bare har ett X blir hanner, og som blir rødøiete (>: undtagelseshanner) fordi deres X stammer fra den rødøiete far. Befruktes XX-eggene av Y-førende sedceller, dannes individer som på grunn av at de har to X-kromosomer blir til hunner, og som blir hvitøiete (>: undtagelseshunner) fordi begge X-kromosomene stammer fra den hvitøiete mor. — Dessverre viste det sig at undtagelseshannene var sterile. Bridges antok at dette skyldtes det manglende Y-kromosom. Undtagelseshunnene derimot var fruktbare, og det var krysningsforsøk med disse

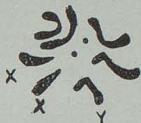


Fig. 6. Kromosombestanden hos en bananfluehun som ifølge den genetiske analyse må være av konstitusjonen XXY. (Efter Bridges). Forstør. 3800 \times .

individer som ledet Bridges til slutninger om »non-disjunction« av X-kromosomene. Da han var ferdig med den genetiske analyse, laget han mikroskopiske cellepreparater av dyr som, hvis hans forklaring var riktig, skulle være av XXY-konstitusjonen, og fant at de virkelig hadde et ekstra Y-kromosom (fig. 6). Senere har andre forskere laget mikroskopiske preparater av undtagelseshannene og funnet at disse som ventet, er av konstitusjonen XO.

Som skjemaet i fig. 5 viser, skulde man også kunne vente dyr med tre X og dyr uten X-kromosom. Bridges fant ingen slike i sine forsøk og sluttet herav at disse kombinasjoner ikke var levedyktige. Senere oppdaget han imidlertid individer som etter sitt forhold å dømme måtte ha tre X-kromosomer i sine celler. Han laget mikroskopiske preparater av dem og fant at dette var så.¹⁾

¹⁾ Disse XXX-individer har vist sig å være lite levedyktige; individer *uten* X-kromosomer er ikke levedyktige.

Dermed var det bevist at X-kromosomet er bærer av de kjønnsbundne faktorer. På grunnlag av rent arvemessige kjensgjerninger blev det forutsagt at de og de bestemte dyr måtte fly rundt med et X- eller Y-kromosom for meget i sine celler, og derefter blev det i de mikroskopiske preparater påvist at dette var tilfelle.

En alvorlig anstøtsten for kromosomteorien i dens første år var Mendels 2nen regel, regelen om faktorparrenes innbyrdes uavhengighet under nedarvingen. Efter denne skulde der i hvert kromosom bare kunne ligge en eneste faktor (se fig. 2!). Da de fleste planter og dyrs kromosomtall er forholdsvis lavt syntes det umulig. Enten måtte kromosomteorien være gal eller Mendels 2nen regel ha en bare begrenset gyldighet.

Efter hvert som stadig flere egenskapers nedarving blev undersøkt, viste det siste sig å være tilfelle. I 1906 opdaget Bateson og Punnett hos vikken *Lathyrus odoratus* arvefaktorer som viste en sterk tendens til å holde sammen under nedarvingen. I krysninger mellom individer av konstitusjonen AABB og aabb fant de at bastarden Aa Bb dannet langt flere kjønnsceller av konstitusjonen AB og ab enn av Ab og aB. Ikke lenge etter blev lignende tilfeller av sterkere eller svakere sammenkobling av faktorer funnet hos de forskjelligste organismer, og det ble klart at koblet nedarving er en almindelig foreteelse.

Denne opdagelse blev det som endelig skulde føre arvelighetsforskerne og celleforskerne sammen. Av de teorier som ble opstillet til forklaring av koblingsfenomenet, syntes ingen så overbevisende som kromosomteoriens, nemlig at de sammenkoblede faktorer ligger i samme kromosom.¹⁾ Av den største betydning var det at denne forklaring samtidig innebar en mulighet til å prøve dens riktighet. Ligger nemlig de sammenkoblede faktorer i samme kromosom, så må alle en arts arvelige karakterer arvemessig sett falle i distinkte koblingsgrupper, hvis tall må være likt eller i allfall ikke overskride tallet av artens kromosompar.¹⁾. Innen én

¹⁾ På hvilken måte koblingsbruddene forklares skal vi se senere.

²⁾ Y-kromosomet ser vi her bort fra.

og samme gruppe må alle medlemmer vise kobling, med medlemmer av de øvrige grupper derimot, må de vise fri mendelsk spaltning.

Hos de arter med hvilke den genetiske analyse har kunnet drives langt nok, har dette vist sig å holde stikk. Således har:

<i>Drosophila melanogaster</i>	4	par kromosomer og 4 kobl.grupper				
— <i>simulans</i>	4	"	—	"	4	"
— <i>virilis</i>	6	"	—	"	6	"
— <i>obscura</i>	5	"	—	"	5	"
— <i>willistoni</i>	3	"	—	"	3	"
— <i>funebris</i>	6	"	—	"	6	"
<i>Lathyrus odoratus</i>	7	"	—	"	7	"
<i>Zea mais</i>	10	"	—	"	10	"

Hos de andre former som har vært benyttet til arvelighetsundersøkelser, er tallet av hittil påviste koblingsgrupper mindre enn antall kromosompar. Dette må vi anta skyldes at det hos disse former ennå ikke har været mulig å prøve et tilstrekkelig antall faktorer. Bare den almindelige erteplante *Pisum sativum* syntes en tid lang å skulle danne en undtagelse. Efter de nyeste undersøkelser ser det imidlertid ut til at også denne forholder sig som de øvrige organismer.

Til de 4 kromosompar hos den almindelige bananflue svarer altså 4 koblingsgrupper. En av disse består av kjønnsbundne karakterer. Som vi har sett, lykkedes det B r i d g e s å levere det direkte bevis for at disse faktorer ligger i X-kromosomet. Av de tre andre grupper inneholder den ene bare nogen få karakterer, og det lå derfor nærlig å tro at disse hadde sine faktorer i det lille kuleformete kromosompar. Dette har også virkelig latt sig bevise: Der blev funnet individer som i krysningforsøkene forholdt sig som om de bare hadde ett av de kuleformete kromosomer i sine celler. B r i d g e s laget preparater av dyrene og fant at de bare hadde syv kromosomer. Og det kromosom som manglet, var nettopp et av de kuleformete. Senere blev der også funnet individer som etter deres genetiske forhold å dømme måtte ha *tre* kuleformete

kromosomer i sine celler istedenfor *to*. De mikroskopiske preparater som blev laget, viste at dette var så. — Også for de to andre koblingsgrupper har det, på en måte som det her vil føre for langt å gå inn på, latt sig vise at hver av dem har sin plass i hver av de to V-formete kromosompar.

Disse resultater måtte bringe selv den største skeptiker til taushet. Det kunde nu ikke lenger herske tvil om at de mendlende arvefaktorer befinner sig i kromosomene.

I en følgende artikkel i næste hefte av »Naturen« skal vi se hvorledes det også har latt sig gjøre å bestemme det innbyrdes forhold mellom faktorene innen ett og samme kromosom.

(Forts.).

Hvordan fiskene har lært sig å svømme.

Av Anatol Heintz.

De siste års undersøkelser av de eldste kjente hvirveldyr har bragt forbausende meget nytt for dagen. Det er ikke bare beskrevet en rekke nye ordener, familjer, slekter og utall av nye arter, men, hvad viktigere er, man har klart å ordne alle de nye og gamle funn i et temmelig sikkert system og har i store trekk klarlagt det innbyrdes slektskap mellom alle disse former.

På første figur har jeg prøvet å fremstille den nyeste systematiske inndeling av både fisk og fiskelignende former, hovedsakelig grunnet på undersøkelser av Kiær, Stensiø, Broili, Gross og andre. Vi ser at første klasse dannes av *Ostracodermer* eller skall-hudede former, som er nærmest beslektet med de nulevende *Cyclostomer* eller rundmunner. De florerte i øverste silur og gjennem hele devontiden og døde helt ut med denne formasjon. Karakteristisk for så å si alle paleozoiske former er tilstedeværelsen av et mer eller mindre sterkt utviklet panser (derav navnet), som dekket hodet og ofte også den forreste del av kroppen.

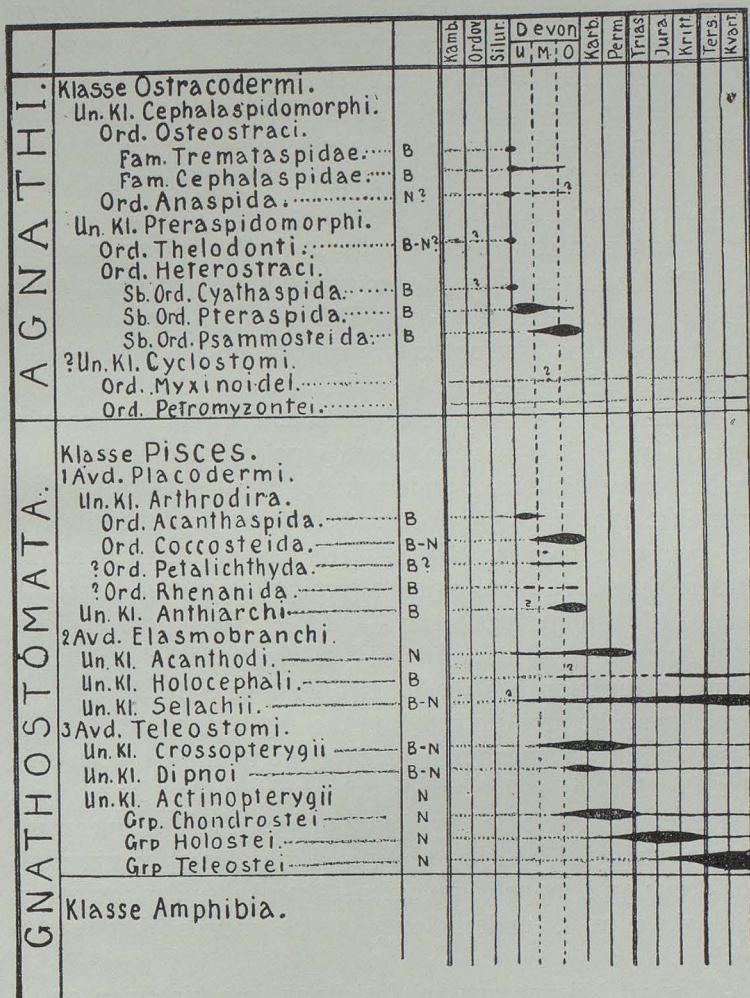


Fig. 1. Systematisk inndeling av fiskelignende former og fisk, basert på de seneste undersøkelser. *Agnather* — de kjeveløse former, omfatter bare en klasse — *Ostracodermi*. *Gnathostomer* — eller former med ekte kjever, omfatter foruten fisk også alle andre hvirveldyr (padder, krypdyr, fugler og pattedyr).

De ekte fisk som danner den annen klasse av kraniate hvirveldyr er opdelt i tre store avdelinger: *Placodermi* eller panser-hudede, *Elasmobranchii* eller hai-lignende og *Teleostomi* eller benfisk. Av størst interesse for oss er *Placodermer* — den best kjente gruppe av de eldste ekte fisk. Den begynner såvidt i øverste silur, men er egentlig karakteristisk for devon-formasjonen. Ved overgang til karbon forsvinner alle *Placodermer*. Også de hadde et kraftig benpanser som dekket både hode og fordre del av kroppen.

De første rester av former som tilhører de to siste avdelinger — *Elasmobranchii* og *Teleostomi* —, er også kjent fra devon. Men bare nogen få grupper av dem opnådde sin blomstring så tidlig som i paleozoikum.

Helt siden de klassiske undersøkelser av Kovalevski og særlig Döllö har man også i paleontologien prøvet å innføre mere biologiske undersøkelses-metoder. Det vil si at man ikke bare nøjet sig med en beskrivelse av de fossile rester, men mere inngående har prøvet å analysere dem og rekonstruere ikke bare deres skelett-bygning, men også deres utseende, tilpasninger og levevis — med ett ord — deres biologi. Man forsøkte da først og fremst å klarlegge forholdet mellom form og funksjon hos de forskjellige fossile dyreformer, og for å løse dette problem benyttet man sig i meget stor utstrekning av en sammenligning mellom de fossile og nulevende dyr. I den siste tid har blandt mange andre Osborn i Amerika og Abel i Tyskland arbeidet meget intensivt i denne retning, Abel har til og med introdusert et nytt navn for denne gren av paleontologien — han kaller den for paleobiologi, d. v. s. undersøkelser av de utdøde dyreformers biologi.

Jeg vil i denne artikkelen fortelle litt om biologien av de eldste kjente hvirveldyr — fiskelignende former og fisk. Ved å analysere deres kroppsbygning kan man prøve å klarlegge de gradvise forandringer i deres tilpasninger og dessuten trekke en del generelle slutsatser herav. Undersøkelser over biologien av forskjellige grupper paleozoiske fisk er blitt utført før av mange andre (bl. a. Kiær, Jækel, Abel). Men så vidt jeg vet er der ikke tidligere gitt et sammenhen-

gende billede av den gradvise utvikling av de forskjellige tilpasninger hos disse merkelige former. Jeg skal altså fortelle litt om biologien av de eldste kjente fisk og fiskelignende former, d. v. s. om biologien av *Ostracodermer* og *Placodermes*. De har alle levet og beveget sig i vann, og derfor er det av stor interesse å prøve å klarlegge deres tilpasning til livet og til bevegelsen i vannet — til svømning.

Imidlertid, før vi går over til å beskrive disse former nøyere, vil jeg i all korthet minne om de forskjellige tilpasninger til svømning, som vi finner hos andre hvirveldyr.¹⁾

Hos alle svømmende dyr kan vi skille mellom tre forskjellige organkomplekser: de som forårsaker selve bevegelsen i vannet (lokmosjons-organene), de som besørger balansen og endelig styre-organene som bestemmer bevegelsens retning — op eller ned, til høire eller til venstre. Som sedvanlig finner vi at hos forskjellige former er disse organer meget varierende utviklet, og varierende fullkommen tilpasset. Imidlertid lar alle de forskjellige tilpasninger til bevegelse i vannet føre tilbake til *fire hovedtyper*.

Første type — som samtidig representerer den mest fullkomne — er best representert hos frittsvømmende fisk (fig. 2 A, B, C). Som eksempel kan vi se på en *makrel*. Kroppen er lateralt sammenpresset (B), torpedoformet (A), helt glatt. Det viktigste lokmosjons(bevegelses)-organ er halefinnen. Kraftige slag av halen, forårsaket ved bølgeformede bevegelser av hele kroppen, (C), driver fisken fremover med stor hastighet. Som balanse-organer tjener de dorsale og ventrale median-finner og ofte også bukfinner. Brystfinnene og delvis bukfinnene tjener som styreorganer. Takket være alle disse høit utviklede tilpasninger er de nektoniske, d. v. s. frittsvømmende fisk de mest fullkomne svømmere vi kjenner. Med forbausende eleganse beveger de sig i alle retninger i vannet. Omrent samme tilpasnings-type finner vi hos nulevende hval og utdøde fiskeøgler.

¹⁾ Mere utførlig beskrivelse av de forskjellige tilpasningstyper hos svømmende hvirveldyr kan f. eks. finnes i Abel's bok „Palæobiologie“, 1912.

Den annen type, som nærmest kan sammenlignes med en robåt, er praktisk talt ukjent blandt fisk, men derimot finner vi den ofte hos marine reptilier (fig. 2 D, E) og dykkefugler. Den er mindre fullkommen. Her tjener de forreste,

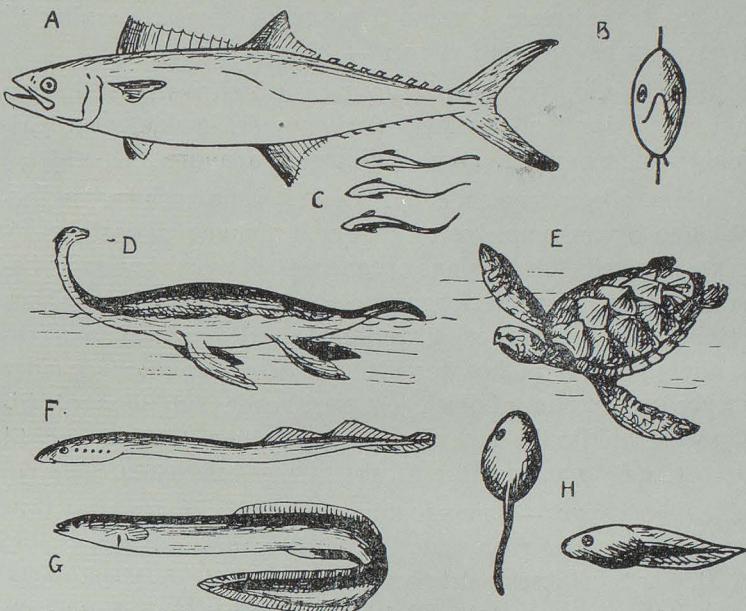


Fig. 2. De fire forskjellige tilpasningstyper til bevegelse i vann.

Første type — den mest fullkomne type. Torpedoformet kropp, med halefinne som lokomosjonsorgan. A og B. Makrel fra siden og forfra. C bevegelse av fisken under svømning. — Annen type. Plump, bred kropp, ekstremitetene som lokomosjonsorganer. D. Plesiosaurus fra kritt-tiden. E. Nulevende sjø-skilpadde. — Tredje type — slange typen. Hele kroppen tjener som lokomosjonsorgan. F. Niøie, G. Ål. — Fjerde type — rumpetroll typen, den minst fordelaktige type. H. Rumpetroll ovenifra og fra siden.

de forreste og bakre eller sjeldnere bare de bakre ekstremiteter som årer. De driver det plumpe og korte legeme gjennem vannet med kraftige slag, som kanskje best kan sammenlignes med fuglenes vingeslag. Som regel mangler slike former spesielle balanse- og styre-organer, da ekstremitetene samtidig tjener både som lokomosjons-, balanse- og styre-or-

ganer. Imidlertid kan de bakre ekstremiteter eller halen ofte tjene som side- eller høideror. Som de beste eksempler for denne gruppen kan nevnes den marine skildpadde (E), de utdødde store svaneøgler (D) og pingviner.

Den tredje type må betraktes som ennu mindre godt tilpasset til svømning. Det er slange-typen, (fig. 2 F, G). Dyret svømmer ved bølgende bevegelser av hele kroppen. Som balanse-organer tjener som oftest de mer eller mindre tydelig utviklede mediane finner. Spesielle styre-organer mangler som regel, da den myke — i alle retninger bøielige — kropp besørger styringen uten spesielle finner. Som type for denne gruppen kan nevnes de nulevende rundmunner (F), ål og endelig en rekke andre fisk. Mange av de utdøde og nulevende amfibier og reptilier nærmer sig dessuten mer eller mindre fullkommen til denne typen.

Den fjerde type står noget for sig selv. Den har aldri været definert som en selvstendig type før. I rendyrket form finnes den hverken blandt fullutviklede fisk, amfibier eller reptilier. Men vi treffer den hos tunicata og amfibie-larven. Den representeres best av *rumpetroppen*, (fig. 2 H). Den store, lite flate avrundede »cephalothoraks« (hode og forkropp) mangler alle antydninger til finner eller nogen andre ekstremiteter eller balanse-organer. Halen er sterkt lateralt sammenpresset, temmelig lang, med en svakt fortykket central-akse og brede bremmer på begge sider. Hos rumpetroppen forener halen i sig alle tre funksjoner — den er lokomosjons-organ, balanse-organ og styre-organ. Den tunge, plumpe »cephalothoraks« deltar helt passivt i svømningen. Den tjener kanskje bare som et slags sveve-plan. Alle som har iaktatt rumpetroppen, vet at de ikke kan regnes til gode svømmere. Deres tilpasning til svømning er meget mangelfull, og de tilbringer da også størstedelen av tidenliggende på bunnen. Men så snart de bakre ekstremiteter utvikles og blir litt større, benytter froske-larven dem som balanse- og styre-apparat — og da går svømningen betraktelig bedre.

Rumpetropp-fasongen, med stort hode og forkropp (»cephalothoraks«) og en tynn, flat hale finner vi ikke så sjeldent hos bunnfisk, men da har de alltid parrede og uparr-

ede finner som hjelper til med å holde balansen og styre kroppen, slik at disse fisk er bedre tilpasset til svømning enn rumpetroll.

Efterat vi nu har beskrevet de fire viktigste tilpasnings-typer på svømning, skal vi se på utformningen av de forskjellige gamle paleozoiske fisk og fiske-lignende former og prøve å fastslå til hvilken av disse fire typer deres forskjellige representanter hører.

Vi begynner da med den første klasse *Ostracodermer*, som deles i to underklasser — *Cephalaspidomorphi* og *Pteraspidomorphi* (fig. 1).

Cephalaspidomorphi er kjent helt fra øverste silur og gjennem hele devon. Vi adskiller her to tydelig begrensede ordener *Osteostraci* og *Anaspida*.

Osteostraci som er særlig godt kjent takket være Stensiøs nyeste undersøkelser, begynner i øverste silur med nogen merkelige, flate former, som vi ser avbildet øverst til venstre på fig. 3. Det er såkalte *Tremataspis* fra oversilur i Estland (fig. 3 A).

Hodet og den forreste del av kroppen er dekket med et sammenhengende panser. Øverst på dorsalsiden (fig. 3 A, 2) finner vi to tøtsittende øiner, et pineal-organ mellom dem og en uparret neseåpning foran. På siden av panseret er plassert merkelige sanseorganer, som Stensiø mener er elektriske organer. På ventralsiden (fig. 3 A, 1) er forrest en stor åpning — den såkalte oralo-branchiale åpning, (munn-gjelleåpning) dekket med mindre plater. Her finner vi forrest munnen, bakerst på siden gjelleåpningene. Halen er smal og tynn, dekket med store skjell — i tverrsnitt tydelig trekantet (fig. 4 A). Den flate buken danner den nederste siden av trianglet og de laterale sider de to øverste. Der hvor sidene møtes er utviklet nogen merkelige kamformige skjellrekker, som danner tre langsløpende frynser. Disse skjellrekker representerer sikkert de første anlegg til de mediandorsale og laterale finne-folder. Selve halefinnen er forholdsvis liten, heteroserkal (den øverste flik størst) dekket med skjell.

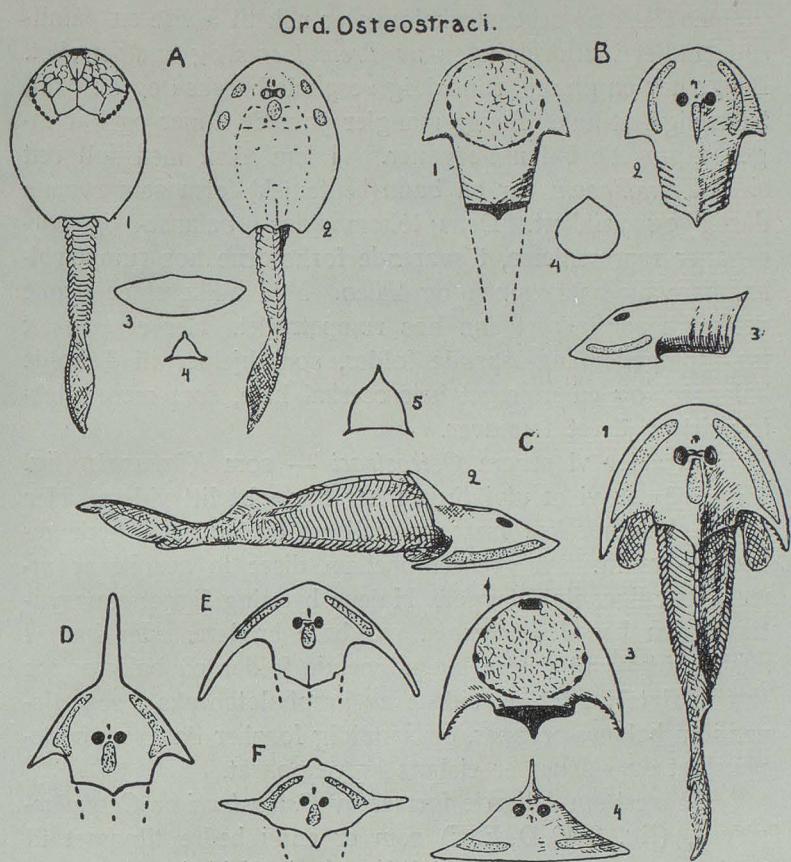


Fig. 3. Forskjellige representanter fra ordenen *Osteostraci*. (Efter Patten og Stensiø). — A. *Tremataspis* fra Estland, underifra (1), ovenifra (2), tverrsnitt av kroppen (3) og av halen (4). — B. *Kiøraspis* fra Spitsbergen, „cephalothoraks“, underifra (1), ovenifra (2), fra siden (3), og bakre del i tverrsnitt (4). — C. *Cephalaspis* fra England. Ovenifra (1), fra siden (2), hode underifra (3) og forfra (4). — D. *Boreaspis* fra Spitsbergen. — E. *Hoeleaspis* fra Spitsbergen. — F. Langpigget *Cephalaspis* fra Spitsbergen.

Hvordan har så denne skapning kunnet bevege sig i vann?

Et blikk på rekonstruksjonen er nok til å vise en påfallende likhet i utformningen av *Tremataspis* og rumpetrollet. Begge har en plump, rundaktig »cephalothoraks« og en tynn, temmelig flat hale. Begge mangler parrede finner og har ingen utpregede balanse-organer. Vi kan altså med full rett si at *Tremataspis* var en bunn(bentonisk)-form som svømte dårlig og usikkert. Dens lokomosjons-, balanse- og ror-organer representeres, tilsvarende forholdene hos rumpetrollet, bare av bakkroppen og halen. Men allikevel er denne del mere spesialisert enn hos rumpetrollet. Her er utviklet tre utpregede langsløpende folder, som hjelper til å holde balansen, og en utpreget heteroserkal hale, som mere effektivt driver dyret fremover.

Betrakter vi senere *Osteostraci* — som *Kiæraspis* (fig. 3 B), så ser vi at utviklingen her har gått litt videre. Her er »cephalothoraks« mere spesialisert og opdelt i hode og kropps-avsnitt. På grensen mellom disse to avsnitt er utviklet tydelige, flate tagger. Halens bygning lignet sannsynligvis den hos *Tremataspis*, var bare bredere. Her har vi altså i tillegg til de tre langs-løpende folder på bakkroppen fått to flate tagger på sidene av »cephalothoraks«, som tjener som balanse-organer, og samtidig forøker flaten av hodepanseret og således er etslags sveveapparat.

De mest spesialiserte former av *Osteostraci* er *Cephalaspidene*, (fig. 3 C, D, E, F) som er ennu bedre tilpasset til svømming. Her er praktisk talt bare hodet dekket med panser, forøvrig er hele kroppen dekket med skjell og derfor bevegelig. Halen er stor, de lateral-mediane folder er sterkere utviklet.

Dessuten har de fleste former en tydelig utviklet ryggfinne.

Taggene på siden av hodet som allerede var antydet hos den forrige form, er her blitt store — hos enkelte også meget store. På den bakerste del av hodet er den tredje medianetagg tydelig utviklet, hos enkelte former kan den være meget stor. Dertil finner vi i vikene mellom sidetaggene to

merkelige lappetformete organer — en slags parrede, bevegelige brystfinner.

Alt dette tyder på at *Cephalaspis* var en betraktelig bedre svømmer enn *Tremataspis*, den har ikke så stor likhet med et rumpetroll, men nærmer sig mere den ekte fisketypen. Halen er fremdeles det viktigste lokomosjons-organ, de laterale og mediane folder, ryggfinnen på kroppen, side- og mediantaggene på hodepanseret, er utmerkede balanse-organer.

Ord. Anaspida.

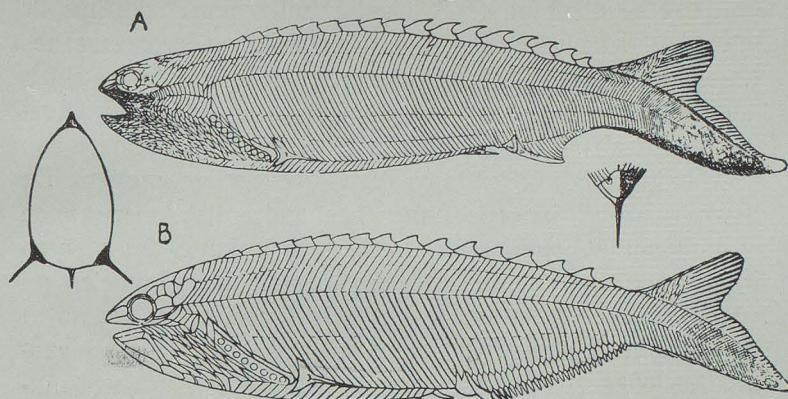


Fig. 4. To representanter for ordenen *Anaspida*, *Pterolepis* (A) og *Remigolepis* (B). Tverrsnitt av kroppen og analfinnen forfra (alt etter K i æ r).

Endelig tjener de parrede brystfinnene som gode ror-organer. Selv om *Cephalaspis* var en utpreget bunnform, kunde den sikkert svømme like så godt som f. eks. en ulke.

Vi ser således tydelig hvorledes de forskjellige *Osteostaci* gradvis bedre og bedre har tilpasset sig til svømning. Parallelt hermed foregikk en gradvis reduksjon i tykkelsen av det ytre skjelett: hos de eldste former, *Tremataspis*, er panseret tykkere, hos de yngre reduseres det sterkere og sterkere, et fenomen som S t e n s i ø særlig har fremhevret. Med reduksjonen blir hele fisken lettere — og egner sig da til svømning.

Den annen gruppe av *Cephalaspidomorphi* (fig. 1) er de

såkalte *Anaspider*, som først blev ordentlig kjent efter Kiær's grundige undersøkelser av norske former. *Anaspidene* (fig. 4) kjennes med sikkerhet bare fra øverste silur, nogen usikre rester er imidlertid også beskrevet fra overdevon. De har en utpreget lateralt-sammenpresset, torpedoformet kropp med en spiss snute og kraftig, såkalt *hyposerkal* hale, d. v. s. halens nederste flik er sterkest utviklet. Kroppen og hodet er dekket med fine, tynne skjell. Alt tyder derfor på at vi her har for oss en forholdsvis god svømmer — en høit spesialisert form. Imidlertid er *Anaspidenes* tilpassning til svømning allikevel ikke så fullkommen som hos de nulevende frittsvømmende fisk. Balanse-organene består hos *Anaspidene* bare av en rekke pigg-lignende fulkra-skjell langs med ryggen, og en forholdsvis kraftig analfinne. Dessuten er der på begge sider av kroppen, umiddelbart bak gjelleåpningene, to eiendommelige, ubevegelige pigger. De tilsvarer sikkert parrede finner hos andre fisk, men kunde tvilsomt spille nogen større rolle som balanse- eller styreorganer da de var altfor tynne og smale. Mangelen på balanse-organer er et meget merkelig fenomen. Vi vet jo at alle torpedo-formede, frittsvømmende fisk befinner sig i vannet i labil likevekt, da den nederste del av kroppen (med innvollsekkene) er lettere enn den massive, muskuløse ryggsiden. Tydeligst ser vi dette på syke eller døde fisk, som alltid svømmer eller flyter med siden eller buken op. I levende tilstand opprettholder de stillingen i vannet ved å bevege halen, de uparrede og hovedsakelig de parrede finner. For *Anaspidene* måtte det være vanskelig å holde balansen uten nevneverdig utviklede finner. Kanskje den eiendommelige hyposerkale hale med den nedoverbøiede, massive kroppsakse hjalp til med å holde den riktige stilling i vannet. Tross alt dette må vi dog regne med at *Anaspidene* var forholdsvis gode svømmere, selv om deres tilpasning til svømning ikke var så fullkommen som vi finner den hos de yngste ekte fisk.

Den annen store underklasse av *Ostracodermer* (fig. 1), *Pteraspidomorphi*, har en mere eiendommelig bygning. Nogen av de eldste former som er kjent helt fra ordovicium, er de såkalte *Thelodonti* (fig. 5). Hele deres kropp, innbefattet

hode, hale og finner, er jevnt dekket med små, tettsittende skjell. Hodet og den forreste del av kroppen, »cephalothoraks«, er brede og flate, den bakre del er derimot smal, halen sannsynligvis hyposerkal. De bakerste sidehjørner av forkroppen er uttrukket til nogen flate, bremaktige »finner«. På bakkroppen finnes en liten anal- eller dorsalfinne. I sin form minner de påfallende både om de eldste *Osteostraci*, som vi nettop har beskrevet, og om rumpetroll. Vi har her sikkert å gjøre med

Ord. *Thelodonti*

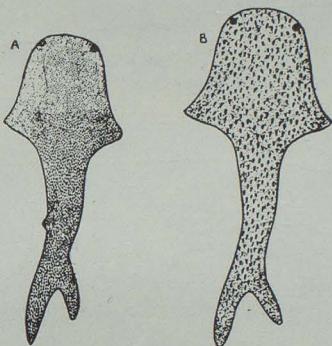


Fig. 5. To representanter for ordenen *Thelodonti* (etter Traquair). — A. *Lanarkia* fra Skotland,
B. *Thelodus* fra Skotland.

bentoniske-(bunn)-former, som svømte omtrent som en froske-larve, selv om de hadde balanse-organer i form av sidefliker og en median finne.

Mere interessant er utviklingen av den annen gruppe av *Pteraspidomorphi* de såkalte *Heterostraci*, som er kjent helt fra øverste silur til devon.

De eldste (*Cyathaspider*) som er inngående beskrevet av Kiær minner i sin utformning ikke så lite om de eldste *Osteostraci* (fig. 6). Hode og forreste del av kroppen er også her dekket med et panser, som imidlertid ikke består av en sammenhengende kapsel, som hos *Tremataspis*, men av to store plater — en dorsal og en ventral. Formen av bakkroppen og halen er ikke så godt kjent, da man bare hos en art (funnet på Spitsbergen) har disse deler full-

Sub. Ord. Cyathaspida.

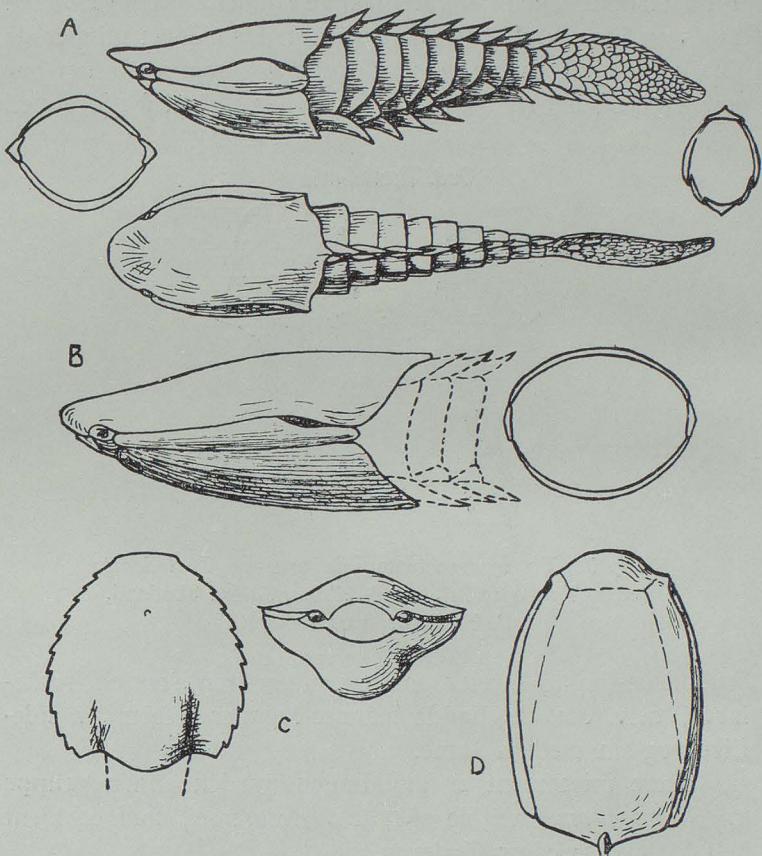


Fig. 6. Forskjellige representanter for Sub-Ordenen Cyathaspida (etter Kiær). — A. *Anglaspis* fra Spitsbergen. Fra siden, ovenfra, tverrsnitt av forkroppen og av halen. — B. *Poraspis* fra Spitsbergen, fra siden, og tverrsnitt av panseret. — C. *Ctenaspis* fra Spitsbergen, hodepanseret ovenfra og forfra. — D. *Cyathaspis*, cephalothorax ovenfra.

stendig opbevart. Bakkroppen og halen var sannsynligvis betraktelig kortere og tykkere enn hos *Tremataspis*, og dekket med meget solide, tykke skjell. Utformningen av hodekropps (»cephalothoraks«) panser varierer ganske sterkt hos de forskjellige former. Hos enkelte er det mere ovalt og temmelig flatt, (fig. 6 A, B) hos andre snarere avlangt ofte næsten cylindrisk, rundt i tverrsnitt.

Hvordan kunde nu disse former bevege sig i vann? De hadde sikkert ingen parrede finner og heller ingen uparrede, og mer eller mindre tydelige tagger manglet de også. Den eneste bevegelige del av dyret — bakkroppen og halen, var dekket med usedvanlig solide og tykke skjell, som utelukket muligheten for en sterk og livlig bevegelse. Vi ser altså at de primitive *Cyathaspider* hverken hadde balanse eller styreorganer, og dessuten var lokomosjons-organet — bakkroppen og halen — heller ikke så bøielige og bevegelige som hos rumpetroll eller de eldste *Osteostraci*. Vi kan herav slutte at *Cyathaspidene* var meget dårlige svømmere og hovedsakelig holdt til på bunnen, kanskje delvis nedgravet i sand og slam.

De næste tilpasnings-trin av *Heterostraci* finner vi blandt den store gruppe av de egentlige *Pteraspis*-former, (fig. 7). De er alle flatere, mere utpregete dorso-lateralt sammenpresset. Det hos *Cyathaspidene* udelte, hele, dorsale panser er her spaltet i flere enkelte plater. Av større interesse for oss er imidlertid utviklingen av de forskjellige pigger og tagger.

For det første finner vi bak gjelleåpningene (fig. 7 A, 3) på hver side av panseret tydelige *side-tagger*. Som man ser kan de variere sterkt hos forskjellige former, og hos enkelte anta næsten fantastiske dimensjoner (fig. 7 D, E) hos etter andre bli næsten helt redusert, (fig. 7 C). Det er klart at tilsvarende taggene hos *Cephalaspis* tjener de først og fremst som balanse-organer, men dessuten også, og da særlig hos former med store tagger, som et slags sveveapparat, et slags glide-plan. Foruten disse to symmetriske sidetagger er der hos de fleste *Pteraspider* utviklet en median-dorsal pigg, som er plasert bakerst på ryggpanseret og løper på skrå bakover og olover, (fig. 7 A, B, C, D). Den tilsvarer fullstendig det

Sub Ord. Pteraspida & Sub Ord Psammosteida.

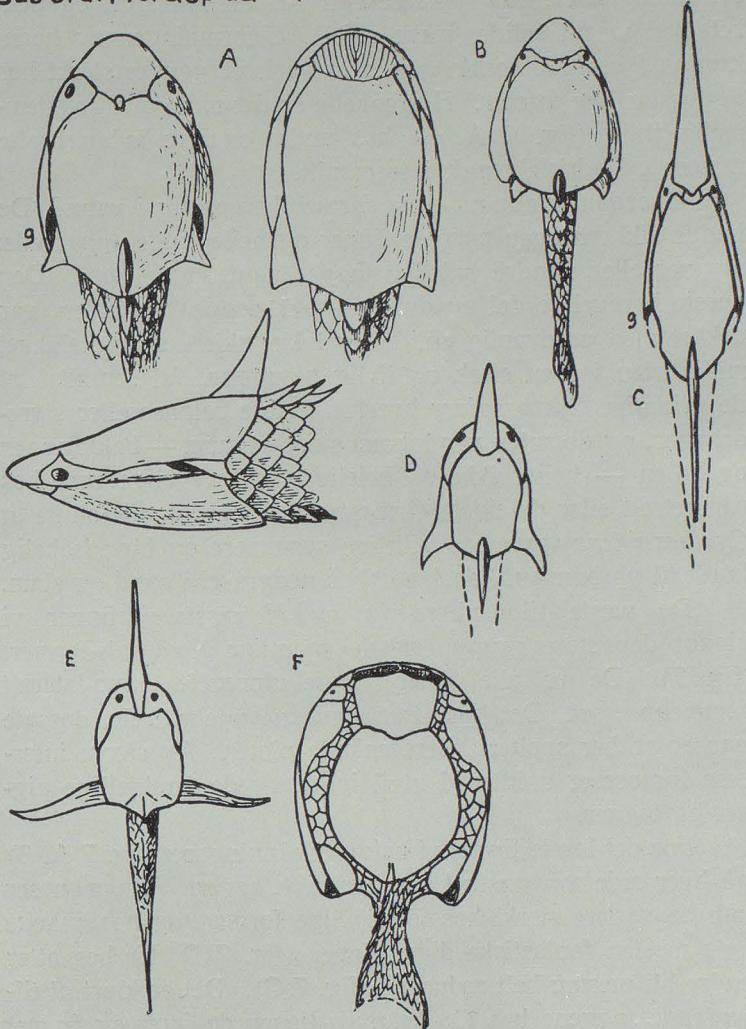


Fig. 7. Forskjellige representanter for Sub-Ordinene *Pteraspida* og *Psammosteida* (etter Kiær, Bryant, Gross, Lerich, Traquair og Woodward). — A. En liten *Pteraspis* fra Spitsbergen, ovenifra, underifra og fra siden. — B. *Protaspis* en form fra Amerika, sett ovenifra. — C. *Pteraspis* fra Tyskland. — D. *Pteraspis* fra Frankrike. — E. *Dyreaspis* en ny form fra Spitsbergen. — F. *Drepanaspis* fra Tyskland. — G. *Phyllolepis* en form som er kjent bl. a. fra Grønland.

kamformet utviklede bakhode hos *Cephalaspis*, og tjener sikkert også som balanse-organ.

Parrede finner kan heller ikke bli påvist hos *Pteraspidene*. Derimot er deres bakkropp og hale meget mere bevegelig og slankere enn de hos *Cyathaspidene* (fig. 6 A). De store tykke *Cyathaspis*-skjell har her spaltet sig i en mengde små rombiske skjell, som også dekker den store, hyposerkale hale-finne (fig. 7 A, B, E). I tversnitt er halen mere eller mindre rund-oval, ikke trekantet som hos *Cephalaspidene*, fig. 3 A 4, C 5) og uten antydning til de laterale sidefolder.

I det store og hele var altså *Pteraspidene* bentoniske, bunnformer, som ved hjelp av sterke hale-slag hevet sig op fra bunnen og svevet på sine store, brede tagger gjennem vannet som et annet glidefly.

Parrallelt med denne utvikling, igjen helt tilsvarende forholdet hos *Cephalaspidene*, foregår der en sterkere reduksjon av panserets tykkelse, som hos de yngste *Pteraspider* (fra under-devon) var helt papirtynt og lett. Man ser altså at *Cyathaspis*—*Pteraspis*-linjen i sin tilpasning til svømning ikke har nådd så langt som linjen *Tremataspis*—*Cephalaspis*, som vi omtalte før. De siste skaffet sig litt etter litt både balanse-organer, i form av tagger og laterale og mediane hudfolder, og styre-organer, i form av bevegelige parrede finner. *Pteraspidene* nådde ikke lengere enn til å utvikle sveve-tagger. Ingen antydning til parrede finner eller laterale finne-folder er kjent i denne gruppen.

En annen gruppe av *Heterostraci* — *Drepanaspider* og *Psammosteider* (fig. 7 F, G) har slått inn på andre baner — og forble typiske, flate bentoniske former, med kort hale, svakt utviklede side-tagger og ingen dorso-median pigg. Vi kjenner former av denne typen helt fra under- til overdevon. Enkelte av dem har opnådd en betraktelig størrelse — over 1 meter.

De nulevende *Cyclostomer*, rundmunner, som vi nevnte før, er nær beslektet med de fossile *Ostracodermer*. De har heller ikke nådd særlig langt i sin tilpasning til svømning. De er utpreget »slangeformet« (fig. 2 F), slik at de bukter sig gjennem vannet. En median finnefold løper på bakre

del av ryggen, rundt halespissen og et stykke på buksiden. Men heller ikke *Cyclostomene* fremviser noget spor av parrede finner. De har altså hverken spesielle lokomosjons- eller styre-organer, og balanse-organene er bare representert med de mediane finnefolder.

Vi ser således at de primitive fiskelignende former *Agnather* (fig. 1), ikke har opnådd nogen spesielt høi til-

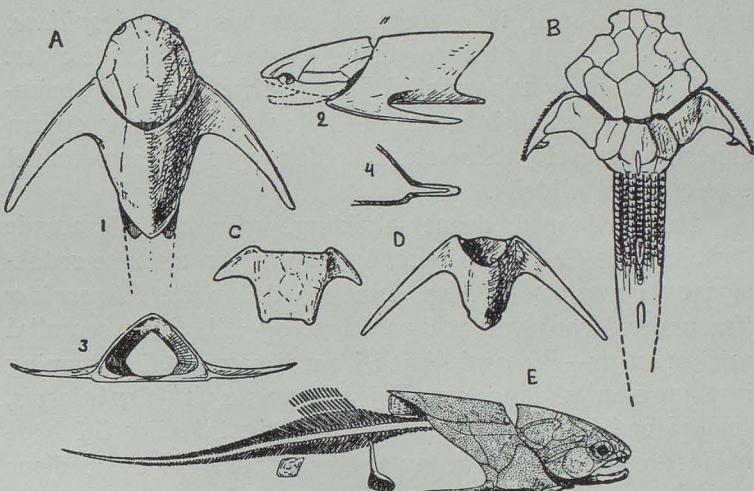


Fig. 8. Forskjellige Arthropoda (etter Broili og Heintz). — A. *Acanthaspis* fra Spitsbergen, 1 ovenfra, 2 fra siden, 3 kroppspanser forfra, 4 tverrsnitt av piggen og siden av kroppspanseret. B. *Acanthaspis* fra Tyskland med fullstendig opbevart bakkropp. — C og D to forskjellige typer av kroppspanseret av *Acanthaspider* fra Spitsbergen. — E. *Coccosteus*, en Arthrodire fra mellom devon. Indre skjelett er sterkt forkalket.

pasning til svømning. Bare en familie, *Cephalaspidene*, har tydelig differensierte styre-, balanse- og lokomosjons-organer, men til gjengjeld er deres kropp ikke torpedoformet, men typisk flat, bentonisk. En annen gruppe, *Anaspidene*, har torpedoformet kropp, men til gjengjeld er både styre- og balanse-organene meget ufullstendig utviklet.

Når vi nu vender oss til klassen *Pisces*, den *ekte fisk* (fig. 1), så er det spesielt de såkalte *Placodermer* — eller

panserhudedede — som er av meget stor interesse. Ved siden av *Elasmobranchii* hører de til de eldste kjente ekte fisk — deres første rester er funnet allerede på overgangen mellom silur og devon.

Disse eldste former hører til underklassen *Arthrodira* og ordenen *Acanthaspidida*, som er blitt særlig godt kjent takket være funnene i under-devon på Spitsbergen.

Un. Kl. Arthrodira.

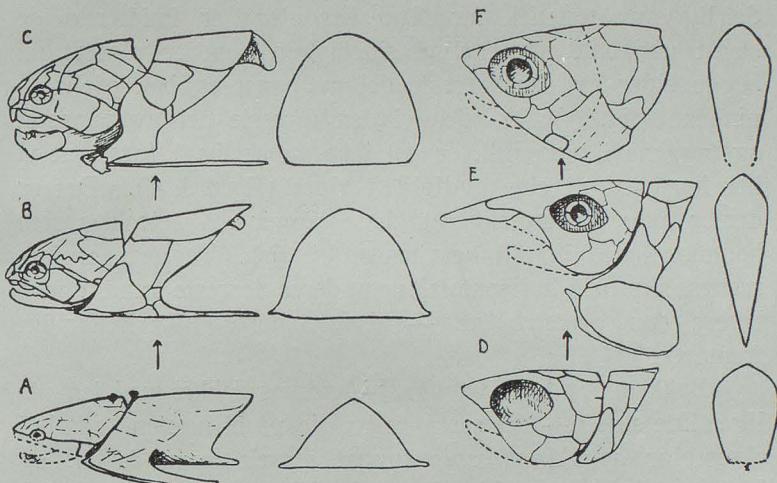


Fig. 9. Gradvis utvikling av *Arthrodira* fra rene bunnformer til frittsvømmende. — A. *Acanthaspis*, B. *Coccosteus*, C. *Dinichthys*, D og E flate frittsvømmende former fra Tysk over-devon. — F. *Solenosteus* en over devonisk form som har mistet leddet mellom hodet og kroppen.
(Efter Gross og Heintz).

Alt tyder på at denne orden må betraktes som en central blandt *Arthrodirene*, fra hvilken alle de forskjellige andre familier har sprunget ut.

Hodet og forreste del av kroppen hos *Acanthaspidene* (fig. 8 A, B) som hos alle andre *Arthrodira* (fig. 8 E; fig. 9), var dekket med et solid panser. Men mens vi hos *Ostracoderme* finner at hodet og forkroppens panser er smeltet sammen til en enhet — »cephalothoraks« — er pansret hos *Arthrodira* opdelt i to isolerte deler: hodeskjold og

kroppspanser, som er bevegelig forbundet med hverandre ved hjelp av et dobbelt ledd, som tillater en mer eller mindre fri op ned bevegelse av hodet i forhold til kroppen. Hodet hos *Acanthaspis* er flatt, de små øiner er lateraltstillete, plasert langt frem på hodet. Like foran dem er neseåpningene. De eiendommelige kjever mangler ekte tenner.

Kroppspanseret hos *Acanthaspidene* er temmelig lavt (fig. 8 A 2, 3; fig. 9 A), ganske flatt på buksiden, hvelvet på ryggsiden og skarpt bøjet langs den mediane linje. Særlig karakteristisk for *Acanthaspidene* er imidlertid de sterkt utviklede ubevegelige sidetagger, som er plasert på begge sider av den forreste del av panseret, bak gjelleåpningene (fig. 8 A, D). Ser vi den forreste del av panseret og taggene i tverrsnitt, er det ikke vanskelig å forstå at vi her har med en ekte hudfold å gjøre (fig. 8 A, 4). Det er derfor ganske naturlig at disse tagger må betraktes som homologe med brystfinner hos andre fisk. Taggene er forresten ikke helt horisontale, men deres forreste rand ligger lavere enn deres bakre — d. v. s. deres flate heller litt fremover.

Bakkroppen hos *Acanthaspidene* var dekket med temmelig solide skjell — det ser man tydelig på et næsten komplett eksemplar av *Acanthaspis* funnet i tysk under-devon, og beskrevet av Broili (fig. 8 B). Det samme eksemplar viser oss at *Acanthaspidene* manglet parrede finner, og bare hadde svake median-dorsale finner, eller tagger. Særskilt halefinne synes også å mangle, da kroppen tilsynelatende løper ut i en spiss. Det kan ikke være tvil om at *Acanthaspidene* var typiske bunnformer som svømte dårlig. Under svømning brukte de bakkroppen som lokomosjons-organ. Balanse-organene finner vi i deres kraftige tagger og dorsale finner. Spesielle styre-organer i form av parrede finner manglet de helt. Taggene tjente sikkert ikke bare som balanse-organer, men i likhet med forholdene hos *Cephalaspis* (fig. 2) og *Pteraspis* (fig. 7) også som sveveapparat. Med kraftige slag av halen hevet *Acanthaspis* sig fra bunnen og senket sig etterpå langsomt ned igjen, glidende på sine tagger.

Acanthaspidene forsvinner i mellem-devon og blir erstattet av en skare andre *Arthrodira*-former, som viser de forskjelligste tilpasninger. Enkelte tilpasset sig mere og mere fullstendig til et bentonisk levevis, og fikk et ganske flatt hode og kroppspanser, andre derimot blev mere fritt-svømmende. En meget godt kjent form fra mellem-devon *Coccosteus* (fig. 8 E; fig. 9 B) står *Acanthaspidene* temmelig nær, men viser tydelige tilpasninger til bedre svømning. Kroppen blir nu meget høyere, selv om bukpanseret fremdeles er flatt (fig. 9 B). De store tagger er sterkt forminsket og kan ikke mere tjene som effektive sveve-organer. Til gjengjeld er bakkroppen sterkere utviklet. Skjellene er helt redusert og der er dannet et solid, forkalket indre skjelett (fig. 9 E). Av dets bygning kan vi slutte oss til at halen fremdeles var spiss, uten spesiell halefinne, men til gjengjeld hadde *Coccosteus* en kraftig dorsal finne, en anal finne og dessuten parrede bukfinner. Med andre ord *Coccosteus* har allerede, foruten balanse-organer i form av de små sidetagger og mediane finner, fått et effektivt styre-apparat i form av parrede bukfinner. Hele dens kroppsform tyder også på at den var en bedre svømmer enn *Acanthaspis*, til tross for at den ennu var en typisk bentonisk form.

Den videre utvikling hos svømmende *Arthrodira* går i den retning at kroppen blir mere lateralt sammenpresset, bukpanseret smalere, bakkroppen og halen kraftigere (fig. 9 A—E). Det er heller ikke utelukket at brystfinnen var utviklet hos yngre former. Parallelt med alle disse forandringer — akkurat tilsvarende forholdet hos *Ostracodermer* — går reduksjonen av panserets tykkelse, som hos de yngste over-devoniske former er blitt ganske papirtynt.

Det siste skritt i tilpasning til fri svømning finner vi hos en gruppe fra over-devon, hvor også den for *Arthrodirene* så karakteristiske ledd-forbindelse mellom hode og kropp forsvinner, idet hodet og kroppspanseret er helt vokset sammen (fig. 9 F). Denne eiendommelige måte å bevege hodet på er ellers praktisk talt ukjent hos andre fisk, da den bare skulde forstyrre svømningen. Hos bentoniske *Arthrodira* er dette hode-kropps-ledd bevaret inntil siste over-devoniske

former, men hos de mere frittsvømmende representanter av gruppen forsvinner bevegeligheten av hodet.

Vi ser altså også innen denne gruppe, hvordan de typiske bentoniske former litt etter litt erobrer havet og lærer sig å svømme.

Den annen gruppe av *Placodermer* (fig. 1), de såkalte *Antiarchi* (fig. 10), er sikkert nogen av de merkeligste skapninger som nogensinne har levet i havet. De minner med

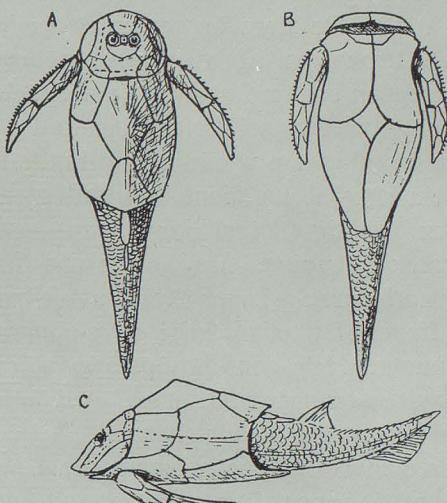


Fig. 10. En representant for sub-klassen
Antiarchi (etter Traquair). *Pterichthys*
fra engelsk mellom devon. — A. Oven-
fra, B. underfra, C. fra siden.

sin sterkt bepansrede kropp og hode ikke så lite om *Arthropoda*. Hodepanseret er også her ledd forbundet med kroppspanseret (fig. 10 A, C). Vi har her igjen for oss typiske bentoniske-(bunn)-former — med flatt bukpanser, og sterkt hvelvet ryggpanser. Det merkelige er utviklingen av brystfinnene, som er forandret til bepansrede, tykke tagger eller nærmest pigger (fig. 10). Ved hjelp av et meget innviklet ledd er de bevegelig forbundet med kroppspanseret. Det er meget fristende å betrakte disse organer som en slags ører ved hjelp av hvilke dyret kunde svømme i vannet. I midlertid

er denne forklaring meget usannsynlig da leddforbindelsen mellom kroppen og piggene er alt for komplisert bygget til å tillate nogen rask bevegelse, dessuten er selve »årene« alt for tykke og smale, de danner på ingen måte effektive svømmeredskaper. Derimot kunde de utmerket godt tjene som styre-organer. Den bakre del av kroppen og selve halefinnen som var heteroserkal, må betraktes som det eneste virkelige lokomosjons-organ. Hos de eldste former var bakkroppen og halen meget korte, dekket med skjell, hos yngre var de betraktelig lengere og slankere og skjellene var helt redusert. Ingen *Antiarchi* opnådde en fullkommen tilpasning til fri svømning — alle forblev bentoniske former, som bare mere eller mindre lett kunde heve sig fra bunnen.

Jeg skal ikke nøiere gjennemgå de to største og i nytiden viktigste grupper av fisk — *Elasmobranchii* og *Teleostomi*. *Elasmobranchii* er kjent helt fra øverste silur, de første *Crossopterygii* sikkert fra undre devon.

Også de eldste *Teleostomi* kunde sikkert svømme relativt godt (fig. 11 A, B) — deres kropp var mer eller mindre avlang, de hadde både den store halefinne, og mediane- og parrede finner. Jeg skal imidlertid ikke diskutere deres bygning, men gå over til et annet problem.

Det er almindelig anerkjent at den oprinnelige, så å si *primære* form hos fiskene var mer eller mindre torpedolignende, en form godt tilpasset for fri svømning i vann. Imidlertid har fiskene senere — *sekundært* — tilpasset sig til andre levevis og tilsvarende forandret sin form: f. eks. enkelte blev til flygefisk, andre forandret sig til bentoniske(bunn)- og nogen enkelte til dypvannsformer. Saken er temmelig klar såfremt vi betrakter de nulevende og fossile høiere benfisk. Her kan vi som regel påvise, at f. eks. bunnformene alltid stammer fra frittsvømmende former.

Nu har vi imidlertid betraktet en rekke av de gamle paleozoiske fisk og fiske-lignende former, og vet at de *begynner* med bentoniske former og bare litt etter litt *lærer* sig å svømme. Vi har sett at av en mengde *Ostracodermer* og *Placodermer* kan bare nogen ganske få, og da som regel de yngste, virkelig betraktes som nektoniske former, d. v. s.

Avd. Teleostomi.

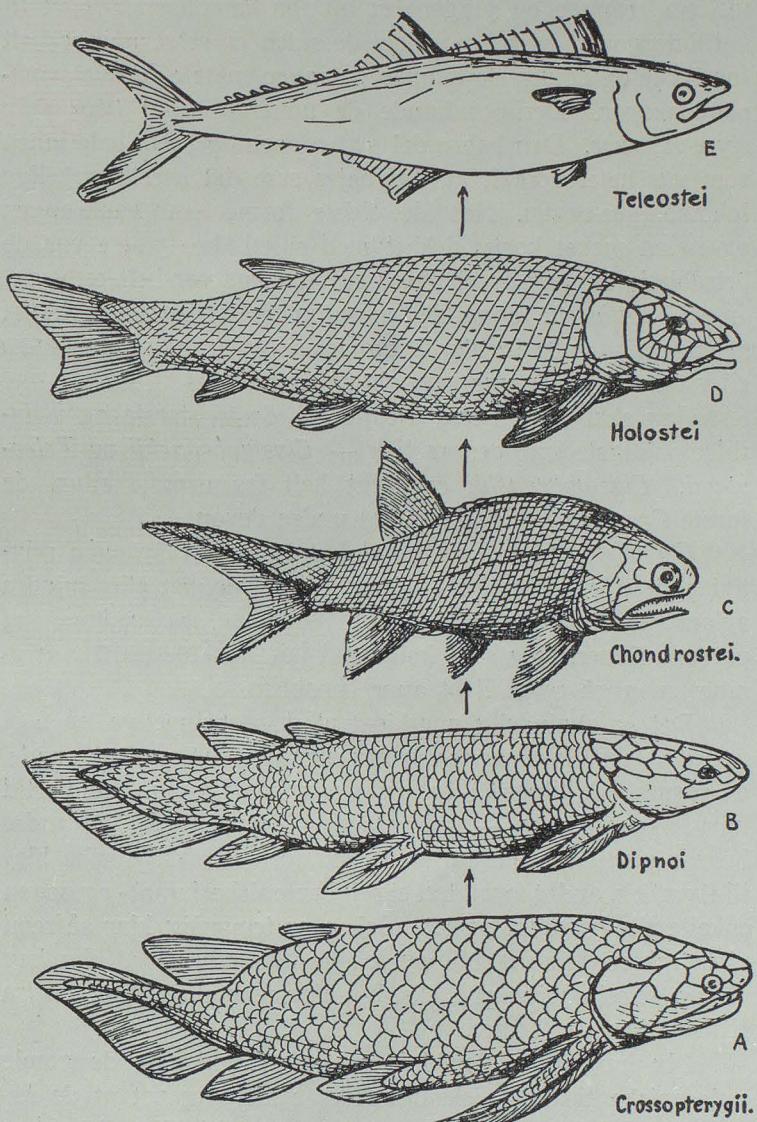


Fig. 11. Gradvis utvikling av forskjellige Teleostomi i retning av bedre og bedre tilpasning til svømning. — A. en Crossopterygii — (*Holopterus*) fra devon formasjonen. — B. en Dipnoi — (*Dipterus*) fra devon. — C. en Chondrostei — (*Amblypterus*) fra perm. — D. en Holostei — (*Lepidotus*) fra jura. — E. en Teleostei — en nulevende makrel. (Hovedsakelig etter Traquair og Woodward).

former som kan leve svømmende i vannet hele sitt liv, uten nødvendigvis å måtte søke til bunnen.

Skal vi virkelig betrakte alle disse gammel-paleozoiske former som *sekundær*-bentoniske? Skal vi virkelig anta at de stammer fra frittsvømmende former? For mig er den motsatte tanke meget mere naturlig: Altså at de eldste fiskelignende former og fisk var *primært* bentoniske.

Vi kjenner svært lite til hvirveldyrenes stamformer. Men allikevel må vi nok regne med som gitt, at de er opstått i vann. Og da er det også mest naturlig å anta at de første, primitive, former levet på bunnen og ennå ikke hadde spesialisert sig så høit at de kunde svømme. Hvis de eldste hvirveldyr var bentoniske eller kanskje sogar gravende former, må de ha *lært* seg å svømme, akkurat på samme måte som de på de senere utviklingstrin lærte seg å krype, gå, løpe og endelig å fly.

Efter min mening har de eldste hvirveldyr som vi kjenner — både fiskelignende former og fisk — *ennu ikke lært* seg å svømme, og vi kan hos dem *iakta* den gradvis overgang fra de bentoniske til frittsvømmende former. De plumpe former med stort »cephalothoraks« og kort, tynn hale, uten styre- eller balanse-organer kunde bare bevege sig hjelpeført i vannet og såvidt heve sig fra bunnen (fig. 3 A; fig. 5; fig. 6). Den videre utvikling gikk i retning av anskaffelse av balanse-organer og sveve-organer i form av mer eller mindre sterkt utviklede pigger eller tagger (fig. 3 B—F; fig. 7 A—E; fig. 8 A—D). Det næste trin var dannelse av effektive styre-organer i form av bevegelige, parrede finner (fig. 3 C; fig. 8 E). Da alle disse tekniske vanskeligheter var overvunnet — gikk den videre forandring bare i retning av en mere fullkommen tilpasning av hele kroppen og hvert enkelt organ til svømning.

Først og fremst ser vi den gradvis reduksjon av de tunge og tykke pansere og skjell, derpå forandring av kroppsformen, og så tilslutt en gradvis fullkommengjørelse av det viktigste lokomosjons-organ — halefinnen.

Parallelt med alle disse forandringer blir det indre skje-

lett sterkere og sterkere utviklet og danner en kraftig støtte for de sterke svømme-muskler (fig. 12).

Vi har hos *Ostracodermer* og *Placodermer* sett de første trin i denne utviklings-serie. Den velkjente utviklingsrekke hos *Teleostomi* viser oss tydelig de følgende trin (fig. 1; fig. 11, 12).

De eldste devonske *Crossopterygii* (fig. 11 A; fig. 12 A) har ennu en plump kroppsform, deres hode er dekket med tykke benplater, deres kropp med tykke, tunge skjell. Deres parrede finner er kvastformede og kan ikke klemmes tett til kroppen, hvorved hurtig svømning forhindres. Deres heteroserkale hale har en kraftig skjeldekket akse. De kan svømme bra, men er ikke gode svømmere, og har sikkert holdt sig fortrinsvis på bunnen. Deres indre skjelett var svakt forbenet. Omtrentlig det samme gjelder også *Dipnoi* (fig. 11 B; fig. 11 C, D, E; fig. 12 B, C og D).

Actinopterygii er allerede ved bygningen av sine parrede finner, som kan klemmes helt tett til kroppen, meget bedre tilpasset til fri svømning. Men hos de eldste former *Chondrostei* (fig. 11 C; fig. 12 B), som har sin blomstring i yngre paleozoikum, er ennu det indre skjelett svakt forbenet, kroppen dekket med tunge, tykke, ganoide skjell, halen sterkt heteroserkal med en lang skjeldekket kroppsakse løpende ut i øvre flik.

Den næste gruppe — *Hondroctei* (fig. 11 D; fig. 12 C) som blomstrar op i mesozoikum, har fremdeles i stor utstrekning bevaret ganoide skjell, men det indre skjelett er meget sterkere forbenet, og halen er næsten blitt helt homoserkal, idet den skjeldekkede kroppsaksen i den øverste haleflik er sterkt redusert.

Tilslutt har så de nulevende *Teleosteit* (fig. 11 E; fig. 12, D) helt forbenet skjelett, deres skjell er meget tynne og lette — av og til helt reduserte, og deres hale er blitt helt homoserkal. Her har vi nådd den mest fullkomne type av svømmende former (fig. 2 A).

Den her fremstillede utviklings-rekke er selvfølgelig bare et skjema. Man kan naturligvis ikke betrakte f. eks. *Ostra-*

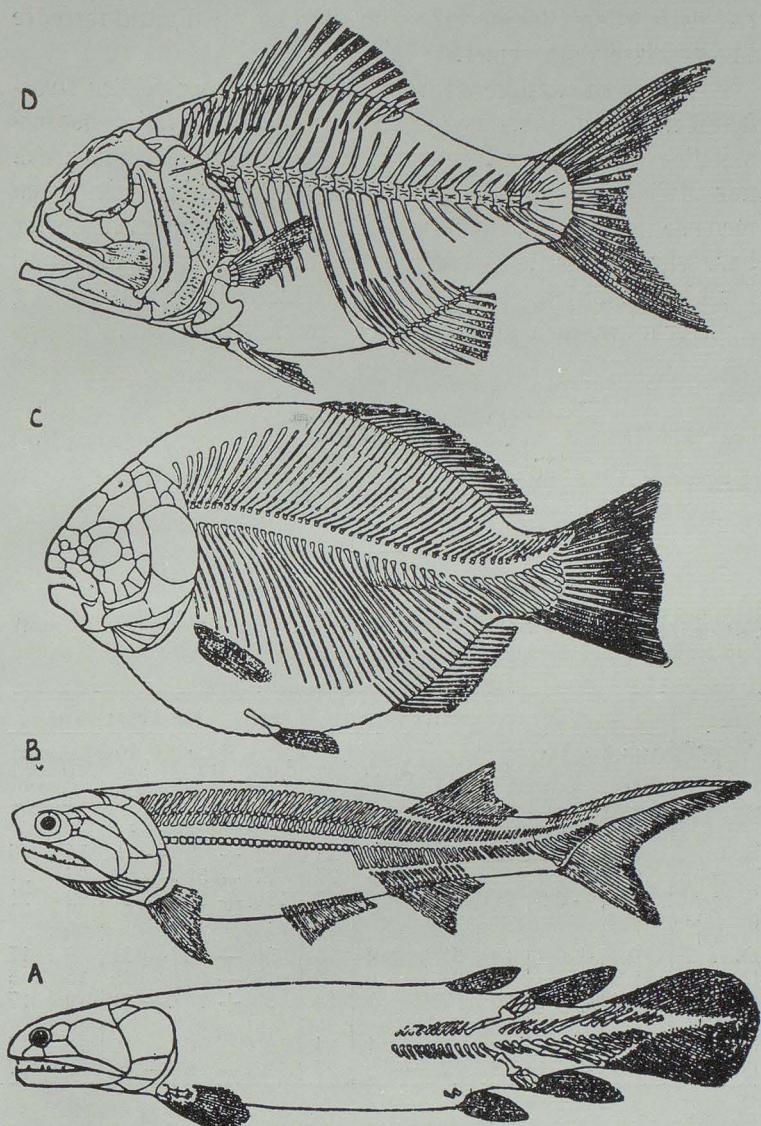


Fig. 12. Gradvis utvikling av forbeningen av skjelettet hos forskjellige Teleostomi. — A. hos en *Crossopterygii* — (*Thursius*) fra devon. — B. hos en *Chondrostei* — (*Palaeoniscus*) fra perm. — C hos en *Holoostei* — (*Dapedius*) fra jura. — D. hos en *Teleostei* — (*Hoplopteryx*) fra tertiær tiden. (Efter Woodward).

codermer eller *Placodermer* som virkelig og direkte forfedre til de yngre fiskeformer.

Men som utallige andre »trinrekker« viser rekken *hvorledes* utviklingen sannsynligvis har gått, *hvorledes* de forskjellige grunntyper har erstattet hverandre. I store trekk har utviklingen foregått parallelt og uavhengig innenfor en mengde forskjellige grupper. I skjemaet samler vi derfor bare våre eksempler for de forskjellige utviklingstrin fra de forskjellige linjer, som nok ofte utviklet sig helt uavhengig av hverandre, men allikevel etter samme grunnplan.

Småstykker.

Temperatur og nedbør i Norge.

(Meddelt ved *B. J. Birkeland*, meteorolog ved Det meteorologiske institutt)

Mai 1934.

Stasjoner	Temperatur						Nedbør				
	Mid-del	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
Bodø	7.4	+ 1.8	18	7	— 1	28	71	+ 2	+ 3	11	10
Tr heim	9.1	+ 1.4	24	8	0	27	77	+ 38	+ 98	29	31
Bergen (Fredriks-berg)	8.4	— 0.6	21	5	1	27	159	+ 54	+ 51	22	21
Oksø	9.4	+ 0.4	18	31	4	16	36	— 16	— 31	9	17
Dalen ...	9.8	+ 0.4	23	31	0	16	39	— 21	— 35	10	5
Oslo.....	11.4	+ 0.9	25	7	3	14	59	+ 14	+ 31	19	17
Lille- hammer	8.8	+ 0.3	23	7	— 1	14	50	0	0	16	17
Dovre ..	6.3	+ 1.1	18	7	— 5	27	21	— 5	— 19	6	17

Nye bøker og avhandlinger.

Til redaksjonen er innsendt:

Gunnar Holmsen: Lerfall i årene 1930—1932. Norges Geologiske Undersøkelse. Nr. 140. 36 s., 14 ill. Oslo 1934. (H. Aschehoug & Co.).

Det kongelige norske Videnskabers Selskab: Forhandlinger, bd. VI 1933. 221 s. med ill. Trondheim 1934. (F. Bruns Bokhandel).

Skogforsøksvesenet: Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen. Nr. 17, bd. V, hefte 2. 348 s. med ill. og tab. Oslo 1934. (Grøndahl & Søns Boktrykkeri).

R. Hørring: Fugle. III. Måkefugle, alkefugle og rovfugle. Danmarks Fauna. Udgivet af Dansk Naturhistorisk Forening. 39. 310 s. med 80 ill. København 1934. (G. E. C. Gads Forlag).

Arthur Christiansen: Fugleriget i Vesterhavet. Indtryk fra et kystfuglefristed. 110 s. med ill. København 1934. (G. E. C. Gads Forlag).

E. Rosenberg: Oset och Kvismaren. Strøvtåg och studier i Mellansvenska fågelmarker. 230 s. med ill. Stockholm 1934. (Wahlström & Widstrand).

C. Raunkiær: Botaniske studier. 1. heftet. 84 s. med ill. København 1934. (J. H. Schultz Forlag).

Norges Vassdrags- og Elektricitetsvesen: Hydrografiske undersøkelser i Norge. (Utdrag av det hydrografiske materiale for 30-års perioden $\frac{1}{2}$ 1900— $\frac{1}{2}$ 1930). Utgitt ved Vassdrags- og Fløtningsdirektøren. 197 s. + tallrike grafiske blad og karter. Oslo 1934. (I kommisjon hos H. Aschehoug & Co.).

Sverre Bruun og Olaf Devik: Fysikk for realgymnasiet. Mekanikk, 135 s., 125 ill. Oslo 1934. (Olaf Norlis Forlag).

Fra
Lederen av de norske jordskjelvsundersøkelser.

Jeg tillater mig herved å rette en inn tren gende anmodning til det interesserte publikum om å innsende beretninger om fremtidige norske jordskjelv. Det gjelder særlig å få rede på, når jordskjelvet inntraff, hvorledes bevegelsen var, hvilke virkninger den hadde, i hvilken retning den forplantet sig, og hvorledes det ledsgagende lydphenomen var. Enhver oplysning er imidlertid av verd, hvor ufullstendig den enn kan være. Fullstendige spørsmålslist til utfylding sendes gratis ved henvendelse til Bergens Museums jordskjelvsstasjon, hvortil de utfylte spørsmålslist også bedes sendt.

Bergens Museums jordskjelvsstasjon i mars 1926.

Carl Fred. Kolderup.

Nedbøriakttagelser i Norge,

årgang XXXVIII, 1932, er utkommet i kommisjon hos H. Aschehoug & Co., utgitt av Det Norske Meteorologiske Institutt. Pris kr. 2.00.

Dansk Kennelklub.

Aarskontingent 12 Kr. med Organ *Tidsskriftet Hunden* frit tilsendt.

Tidsskriftet Hunden.

Abonnem. alene 6 Kr. aarl.; Kundgjørelser opt. til billig Takst. Prøvehefte frit.

Dansk Hundestambog. Aarlig Udstilling.

Stormgade 25. Aaben fra 10—2. Tlf. Byen 3475. København B.

Dansk ornitologisk Forening

er stiftet 1906. Formanden er Overlæge I. Helms, Nakkebølle Sanatorium, Pejrup St. Fyen. Foreningens Tidsskrift udkommer aarlig med 4 illustrerede Hefter og koster pr. Aargang 8 Kr. og faas ved Henvendelse til Kassereren, Kontorchef Axel Koefoed, Tordenskjoldsgade 13, København, K.