

NORSKE statsunderstøttede



Folke-
Bok =
Samlin-
=ger



Denne bok tilhører:

Bede folkeboksamling

98sd 37450

KRISTINE BONNEVIE

ORGANISK UTVIKLING

II.

ER DEN LEVENDE NATUR VESENSFORSKJELLIG
FRA DEN DØDE?

VITALISTISK-MEKANISTISK NATURBETRAKTNING

UTGITT MED BIDRAG AV UNIVERSITETETS
JUBILEUMSFOND

Bodø folkeboksamling

577 B64 029



OSLO 1929
OLAF NORLIS FORLAG

NIKOLAI OISENS BOKTRYKKEL, OSLO

Forord.

Det her foreliggende annet hefte av min lille bok om „Organisk utvikling“ slutter sig naturlig til det i 1925 utkomne første hefte som behandlet „Gamle og nye livsproblemer“. På grunnlag av det historiske overblikk som der søktes gitt over den biologiske videnskaps sprangvise fremskritt, og særlig også over skiftende opfatninger angående det organiske livs utvikling på jorden, skal i dette hefte behandles spørsmålet om forholdet mellom den levende natur og den døde, — et spørsmål som er like gammelt som selve forskningen, som stadig har vært søkt besvaret men som også alltid har dukket frem på ny.

To hovedretninger har, like overfor dette spørsmål, til alle tider gjort sig gjeldende i forskernes naturbetraktning, på den ene side den *vitalistiske* som hevder at den levende natur nødvendigvis må være vesensforskjellig fra den anorganiske, døde natur, og på den annen side den *mekanistiske* opfatning av hele naturen som en samlet enhet hvor de samme krefter overalt er virksomme men bare på forskjellig måte.

Under den historiske fremstilling av dette spørsmåls utvikling gjennom tidene har jeg, ved utarbeidelsen også av dette hefte, først og fremst bygget på *Erik Nordenskiöld's* „Biologiens Historia“ sammen med originalarbeider og andre historiske verker. — Fremstillingen av den moderne tids synspunkter og deres forskningsgrunnlag er overalt først og fremst bygget på originalavhandlinger blandt hvilke må nevnes i første rekke de teoretisk så betydningsfulle oversiktarbeider av *Hans Driesch* som representant for den vitalistiske, og av *Max Hertmann* som representant for den mekanistiske naturbetraktning.

Oslo, september 1929.

Kristine Bonnevie.

Litteratur.

- Nordenskiöld, Erik*: Biologiens Historia. Helsingfors 1920—24.
Rádl, E.: Geschichte der biologischen Theorien. Leipzig 1905—1913.
-
- Kant, Imm.*: Kritik der reinen Vernunft. Ausg. d. philos. Bibl.
Leipzig 1787.
Du Bois-Reymond: Untersuchungen über tierische Elektrizität.
Berlin 1848.
— „ — *Reden.* Leipzig 1886.
-
- Driesch, H.*: Vitalismus als Geschichte u. Lehre. Leipzig 1905.
— „ — Philosophie des Organischen. Leipzig 1922.
Hartmann, Max: Allgemeine Biologie. 2te Aufl. Jena 1921.
Hartmann, Nik.: Philosophische Grundfragen der Biologie.
Göttingen 1912.
Spemann, H.: Über Organisatoren in der tierischen Entwicklung.
Forsch. u. Fortschritte 3, No. 32.

Vitalistisk-mekanistisk naturbetragtning.

I første del av denne lille bok blev det ved eksempler fra historien vist hvordan den biologiske videnskap fra de eldste tider av har utviklet sig sprangvis. Et banebrytende fremstøt på det ene eller annet område er ofte nok blitt etterfulgt av en autoritetsdyrkende stagnasjonsperiode, i hvilken nye kjensgjerninger visstnok har kunnet klarlegges men uten å øve sin berettigede innflytelse på den teoretiske opfatning. Det neste fremstøt har derfor like ofte måttet arte sig som et slags oprør, et brudd med tidens hevdvunne opfatning, i dristig påvisning av at denne ikke lenger stemmer med de foreliggende kjensgjerninger.

Dette viste sig tydelig nok både på organlærens og på avstammingslærens område, og vi skal i det følgende se, hvordan opfatningen av individets utvikling og av livsprosessen som sådan i tidens løp har vært underkastet lignende svingninger.

Det er særlig det i overskriften nevnte motsetningsforhold mellem *vitalistisk* og *mekanistisk* naturbetragtning som her til alle tider har gjort sig gjeldende.

Hvordan er forholdet mellem den levende, *organiske*, natur på den ene og den døde, *anorganiske*, på den annen? Er det de samme krefter som er virksomme innen begge, eller er livsprosessen så vesens-forskjellig fra den anorganiske naturs fenomener, at den må antas knyttet til spesifikke, *vitale*, krefter som ikke er underkastet de almindelige lover for årsak og virkning?

Det er besvarelsen av disse spørsmål som gjennom tidene har skilt de biologiske forskere i to leire, dels så at de forskjellige synsmåter har vært hevdet av forskjellige samtidig levende forskere, men især også så at de to retninger vekselvis har vært ledende innen lengere tidsperioder.

Det som gir saken spesiell interesse er at disse vekslinger, enten de er skjedd i den ene eller den annen retning, hver eneste gang har betegnet et fremskritt forsåvidt som de har vært begrunnet i spesielle opdagelser på den konkrete forsknings område. Det er på selve forskningens grenseområde de reiser sig disse spørsmål om det organiske livs drivende krefter, spørsmålet om hvorvidt disse, som *vitalistene* mener, er av spesifikk art og står utenfor den årsakssammenheng som virker ellers i naturen, — eller om de, efter *mekanistisk* synspunkt, er knyttet til selve den levende substans, kompliserte og uforståelige som denne men ikke nødvendigvis vesensforskjellig fra den anorganiske naturs energiformer. Hver milepel som flyttes innen forskningen, hver ny landevinning som utvider dennes område vil derfor også virke til en forskyvning i problemstillingen m. h. t. spørsmålet om livets krefter.

Dette vil best illustreres ved en sammenligning mellom forskjellige tidsperioder både med hensyn til opfatningen på dette punkt og til det kunnskapsgrunnlag den til enhver tid bygger på.

I.

Som bakgrunn for senere tiders mer spesielt biologiske diskusjon har det sin store interesse først å kaste et blikk på *antikkens* altomfattende verdensforklaringer.

Selve det naturvidenskapelige grunnlag av kjensgjerninger var for de greske naturfilosofer meget litet, og fantasien hadde en desto større plass. Så meget mere

må man beundre den skarphet hvormed antikkens forskere på mange punkter har forstått å samle naturens fenomener under et felles synspunkt, og ikke minst den logiske konsekvens hvormed de hver for sig har formet sitt naturvidenskapelige verdensbillede.

Grunnprinsippene for den *mekanistiske* naturbetraktning finner vi klart uttrykt allerede i *Empedokles's* fantasifulle, og samtidig i *Demokrits* mere nøkternt-logiske verdensbillede. Det er for dem begge *kausalitets*-prinsippet som råder i naturen, de søker fenomenenes årsak, prøver aldri å forklare disse som rettet mot et bestemt mål, eller ved at de tilfredsstillter en bestemt hensikt. For dem begge har alt liv og all utvikling sin grunn i bevegelse av materielle partikler.

Hos *Empedokles* (495—435 f. Kr.) henføres disse til de fire elementer: ild, luft, vann og jord, som innbyrdes tiltrekkes eller frastøtes, drevet av naturens to motsatte krefter: kjærlighet og hat. Alle levende vesener er opstått ved forening av stadig hvirvlende materielle partikler; jo finere partiklene er og jo intimere foreningen, desto høiere står også det organ, eller det individ som fremgår av den. — Sanseførmelser beror, på samme måte, på en forening av fine partikler utgått fra den gjenstand som iakttas og tilsvarende partikler i selve sanseorganet. Også i tankens verden foregår det samme, — det er de fire elementers partikler, fra den tenkende og fra det tenkte, som møtes og former sig; den høieste tenkeevne finner man hos mennesker med den fineste blanding av elementene.

Demokrit var *atomteoriens* skaper, — for ham eksisterer intet uten atomene og det tomme rum. Atomene er uendelige i antall og form og deres bevegelse er evig. — Ved deres sammenstøt oppstår hvirvelbevegelser; verden dannes for senere atter å oppløses. Tingenes egenskaper beror på antall, form, størrelse og bevegelse av de atomer hvorav de er sammensatt. Mennesket er for

Demokrit et *mikrokosmos*, en verden i smått, hvor alle slags atomer er representert. Livet og sjelen er ett og det samme, bygget op av ildatomer, så lette og bevegelige at de uavladelig forlater legemet; gjennom åndedrettet skaffes nye forråd av disse. Også sanseintrykk beror på atombevegelser som utgår fra den gjenstand som iakttas. Verdensaltet beherskes, efter Demokrit, av en helt upersonlig nødvendighet, og kausaliteten råder uten innskrenkning.

Den *vitalistiske* naturbetraktning kom i antikken til orde omtrent hundre år senere gjennom *Aristoteles* (384—



Fig. 1.

Aristoteles (384—322 f. Kr.)

322 f. Kr.) den første av antikkens naturfilosofier som også virkelig kunde bære navnet naturforsker. Han ikke bare samlet hele sin tids viden om den levende natur, men øket den også selv med en mengde egne iakttagelser. At det i hans lære har innsneket sig både mange og store feiltagelser m. h. t. selve kjensgjeringene spiller liten rolle ved siden av den grunnleggende betydning av hans positive ydelser, — en betydning som blev ytterligere øket derved at Aristoteles's lære gjennom de følgende årtuseners stagnasjonsperiode praktisk talt representerte den hele naturvidenskap.

Som Platon's elev optok Aristoteles hans „idelære“, men han søkte gjennom sin vitalistiske sjelelære å knytte „ideene“ fast til selve naturen. Forholdet mellem ideen og materien sammenligner han med billedhuggerens forhold til bronzen eller marmorblokken: statuen *er*, den eksisterer som en virkelighet allerede i billedhuggerens sinn, mens materialet på sin side bare representerer muligheten for ideens utførelse. På denne måte også i naturen; materien representerer her alle de muligheter som blir til

virkelighet gjennom besjeling med tingenes idé, deres „entelechi“, som først og fremst gir sig uttrykk i deres form. Jo mere formen hersker over materien desto mer fullkommen er tingen, — og den høieste sjelelige eksistens er den hvor formen er helt løsrevet fra materien. Dette er den „høieste fornuft“, all bevegelses opprinnelse.

Aristoteles søkte ut fra sin sjel lære å forklare også den individuelle utvikling. Selve kimcellene, *egg-* og *spermatozoer*, kjente han naturligvis ikke, men antok at utviklingen tok sitt utgangspunkt i en forening av den hanlige og hunlige sæd. Den formgivende evne var, mente han, knyttet til den hanlige sæd som ved sin „besjeling“ virkeliggjorde de muligheter som slumret i den hunlige. Sæden er her bare en formidler for *entelechien*, den „i virkeligheten værende“, eller med andre ord for organismens „sjel“, som i og for sig er årsak og forklaring ikke bare for organismens eksistens, men også for dens egenart både i bygning og opreden.

Individets utvikling fra den „besjelede“ sæd sammenligner han atter med kunstverkets utformning. Fra et strukturløst stoff oppstår det, ikke del efter del i årsaksbunden rekkefølge, men som *et hele* og i kraft av noget „i virkeligheten eksisterende“ nemlig organismens *entelechi*. — Denne opfatning av utviklingen ut fra et strukturløst stoff, som senere, av *Harvey*, har fått betegnelsen *epigenese*, sees alltid påny å optre som ledd i den vitalistiske naturbetraktning.

Når Aristoteles's sjel lære må betegnes som vitalistisk, er det fordi han forutsetter at entelechien virker utenfor og uavhengig av kausaliteten. Naturnødvendighet og tilfeldige årsaker spiller visstnok en viss rolle her på jorden, hvor alt ennu er ufullkomment; men jo høiere man kommer op i himmelsfærene desto mer blir entelechien enerådende, — man nærmer sig mot alle tings opprinnelse, den „rene fornuft“. — Istedenfor kausaliteten kan Aristoteles derfor også oppstille et nytt moment som ledende prinsipp i na-

turen, nemlig *formålstjenligheten*. Da selve tilværelsen har sitt utspring i den høieste fornuft, er det jo også naturlig at alt som skjer har en fornuftig årsak og også tjener en fornuftig hensikt.

Av den berømte romerske læge, *Galenus* (131—210 eft. Kr., Del. I s. 26) hos hvem Aristoteles's lære inngikk som et ledd i hans religiøse opfatning, blev *formålstjenligheten* som forklaringsprinsipp drevet ut i den rene karikatur. Hans naturbetraktning arter sig som en høisang til Skaperens visdom, — og *formålstjenligheten* gir for ham den fulle forklaring på alle naturens fenomener. Den forklarer, f. eks. ikke bare hvorfor mannen har skjegg på haken, — „det gir ham et langt mere respektabelt utseende“ — men også hvorfor skjegget ikke vokser på nesen og i pannen; det vilde ha gitt ham et vilt og fryktelig utseende, samtidig som det vilde ha vært et misbruk av mannens tid om han skulde være nødt til stadig å barbere sig for at håret ikke skulde henge nedover øinene.

Lignende *teleologiske* forklaringer har, om enn i en mindre krass form enn hos Galen, spilt en meget stor rolle i de følgende årtuseners naturvidenskapelige teorier. Ja ennu den dag idag hører man ofte nok et lignende resonnement, såsnart man kommer utenfor de strengt videnskapelige kretser.

II.

I henimot 2000 år blev nu, som allerede nevnt, den aristoteliske lære praktisk talt enerådende på naturvidenskapens område, med den videre utbygning som Galen hadde gitt den. Hans lære blev betraktet som altomfattende og ufeilbar, — her måtte intet hverken legges til eller trekkes fra. Bare på de punkter hvor Galen hadde hevdet andre meninger enn Aristoteles kunde der være

tale om diskusjon, idet man sluttet sig til den ene eller den annen av disse to autoriteter.

Når vi derfor nu gjør spranget fra antikken frem til *renessansen* kan vi ta vårt utgangspunkt i det ennu herskende aristoteliske syn både på organismenes vitalistisk arbeidende „sjel“ og på „formålstjenligheten“ som det ledende prinsipp i naturen. Skjønt forskningens materiale av kjensgjerninger gjennom middelalderens senere århundrer var øket umåtelig, var det dog ingen som ennu for alvor hadde våget å reise sig mot Aristoteles's autoritet. Selv banebrytere som *Vesal* (1514—1564, Del I. s. 29), den moderne anatomis grunnlegger, og *Harvey* (1578—1657, Del I. s. 33), opdageren av blodets kretsløp, bøiet sig på det teoretiske område helt inn under Aristoteles.

Harvey søkte også, med utgangspunkt i kyllingens utvikling i egget, å utbygge Aristoteles's lære om utvikling fra et strukturløst egg gjennom en fremadskridende vekst og utformning. Denne *epigenetiske* utvikling, som efter hans opfatning var karakteristisk bare for mennesket og de høiere dyr, blev ledet av en utenforstående kraft, „livsvarmen“ eller „sjelen“.

Den moderne naturopfatnings gjennombrudd var imidlertid allerede forberedt på annet hold. *Kopernikus* (1473—1543) hadde i sitt nye verdensbillede hevdet, at det var jorden som sammen med planetene beveget sig omkring solen, og ikke omvendt som man før hadde trodd. *Gordano Bruno* (1548—1600) bryter troen på Aristoteles's himmelsfærer som, den ene utenfor den annen, skulde begrense verdensrummet. For Bruno var dette ubegrenset, uendelig som guddommen selv. Og det „guddommelige vesen“ som ligger til grunn for bevegelse og utvikling, det er å finne ikke utenfor men inne i selve materien, som en indre kraft karakteristisk for denne. Bruno hevdet også våre sanseinntrykks relativitet; likesom horisonten forandrer sig med iakttagernes synspunkt, så er det

også med alt hvad vi tror å kunne se eller iaktta omkring oss.

Francis Bacon (1561—1626) gjorde med sin „nye metode“ oprør mot skolastikernes teoretiske spekulasjoner. Den sanne, *induktive* naturforskning må bygge på iakttagelse og eksperiment; forskeren må stille sine spørsmål direkte til naturen og få sitt svar fra den.

Men først og fremst er det *Galileo Galilei* (1561—1642) som gjennom sine epokegjørende opdagelser på fysikkens område har lagt grunnen for den *induktive* forskning og derigjennem for den moderne naturvidenskap. Han påviser den *lovmessige nødvendighet* som ligger til grunn for alle naturens fenomener, og setter den istedenfor Aristoteles's styrende „fornuft“. Vil man studere naturen, sier han, så gjelder det „å måle alt som kan måles, og gjøre målbart alt det som ikke kan måles“. Men Galilei er også på det rene med at det naturforskningen må strebe etter, det er ikke å *forstå* selve naturens krefter, men meget mer å konstatere hvordan de virker. Man kan vel studere lovene for stenens fall, men man vet ikke hvad det er som drar den mot jorden.

De banebrytende tanker som her var fremsatt, var som bekjent, for dristige for tidens opfatning. Men selv om Bruno blev brent for sine meninger, og selv om Galilei under forholdenes trykk til slutt valgte å avsverge sine „kopernikanske villfarelser“ så var dog deres gjerning gjort, og den tankesæd som nu var sådd kunde ikke undgå å spire.

Galileis *mekanistiske* naturbetraktning blev av *Descartes* (1596—1650) overført på den organiske verdens område. Harvey's lære om blodets kretsløp blev for ham impulsen til å betrakte den levende organisme som en maskine hvor blodkar og nerver representerer ledningsrørene. Descartes søker i denne sin *maskinteori* fremfor alt en fornuftig forklaring på livsfenomenene. Dyrene var efter hans mening rene refleksmaskiner, mens mennesket

ved siden herav hadde en „immateriell sjel“ som gav sig uttrykk gjennom forestillinger, forstand, sprog o. s. v. Sjelen hadde dog ikke annet å gjøre med det maskinmessig virkende legeme enn at den hadde sitt sæte i *epifysen*, et litet tappformig fremspring på hjernen, som senere har vist sig å være en eiendommelig kjerteldannelse (*glandula pinealis*).

Større innflytelse på den biologiske tenkning, både i sin samtid og i eftertiden, hadde dog *Leibnitz* (1646—1716) hvis opfatning først og fremst var basert på hvad de første primitive mikroskoper kunde vise ham. Han fikk øie på livet i en vanddråpe, det myldrende liv av mikroskopiske organismer som utvikler sig i stillestående vann, — og han følte sig ikke tilfredsstillet ved tanken på fysikernes døde atomer, som gjennom sin bevegelse skulde danne grunnlaget for alle livsfenomener. Selve disse minste smådeler, *monader*, var for ham levende med en iboende kraft som betinger livets utfoldelse. Monadene kan være av forskjellig slags, lavere og høiere; også sjelen er en monade, og den aller høieste monade, guddommen selv, har evne til å lede de øvriges livsutfoldelse i harmoniske baner. Sjelens og legemets monader fungerer uten å gripe inn i hverandres virksomhet, men dog innbyrdes parallelt „som to ur der går aldeles likt“.

Mikroskopet betegner selv i sin opprinnelige, primitive form en ny epoke i biologiens historie. Forskere som *Malpighi* (1628—1694) og *Swammerdam* (1637—1680, Del I. s. 20) kunde ved hjelp av dette trenge stadig dypere inn i organismenes indre bygning, og stadig lenger tilbake i deres utvikling. Hvor man før hadde trodd å

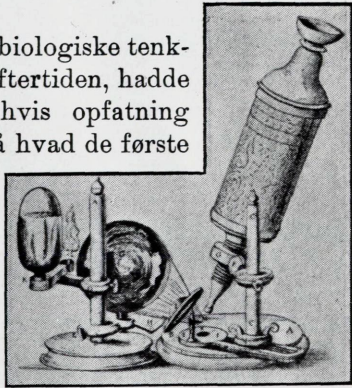


Fig. 2. Mikroskop fra 1665.

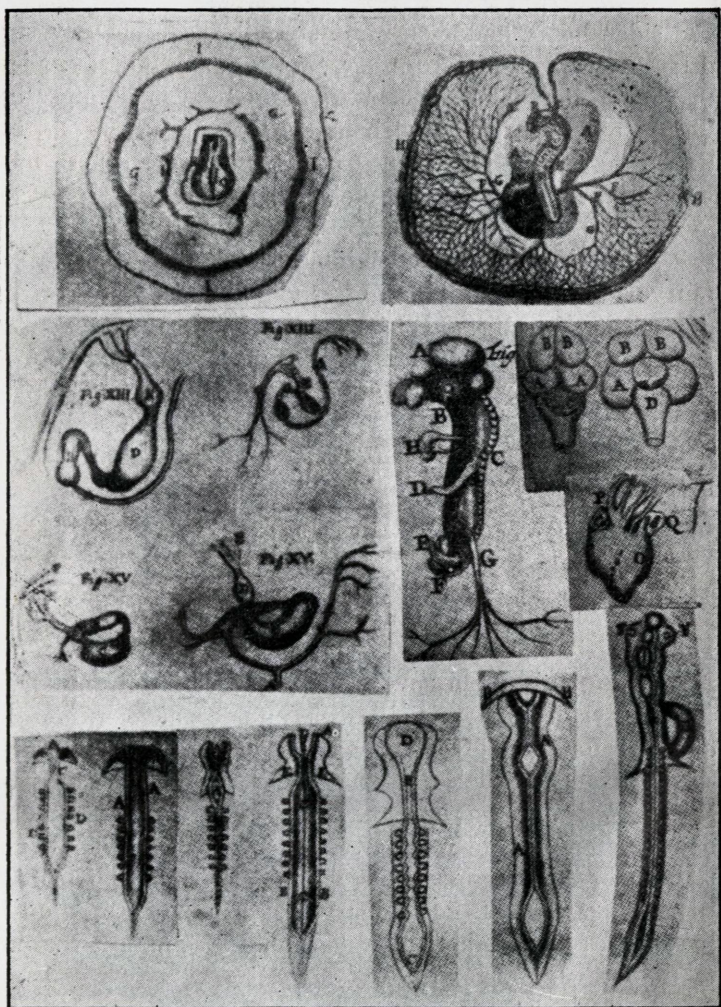


Fig 3. *Malpighi's* illustrasjoner (1672) av hønseegetts kimskive og kyllingens første utviklingsstadier.

De to øverste bilder viser hele kimskiven med dens blodkar og med embryonalanlegget i midten. — I annen rekke vises detaljer fra anlegget til hjerte- og hjerneanlegg og i nederste rekke ser man centralnervesystemets utvikling, på begge sider begrenset av kroppens „ursegmenter“.

se strukturløs masse fant man nu overalt kompliserte strukturer. Tanken om den epigenetiske utvikling måtte derfor også ganske naturlig vike plassen for en ny opfatning, den nemlig at utviklingen foregår gjennom „evolusjon“ av allerede forhåndenværende „preformerte strukturer“ som i og for sig betinger en lovmessig fremadskridende og uforanderlig utvikling av det vordende individ.

En sterk støtte fikk denne *evolusjons-* eller som den ofte kalles, *preformasjons-* læren gjennom *Bonnet's* opdagelse av bladlusenes „parthenogenetiske“ utvikling, d. v. s. utvikling fra ubefruktede egg. Generasjonene følger her så hurtig på hverandre

at man i et nyfødt individ allerede kan se tydelige anlegg til den næstfølgende generasjon, og kanskje i denne atter spor av den tredje. En klarere illustrasjon av preformasjonen kunde man vel ikke ønske, og *Bonnet* utformer læren til en slags „innkapslingsteori“, efter hvilken hvert individ i sitt indre bærer anlegget til de følgende generasjoner, på samme måte som en serie av esker kan passes inn i hverandre. *Bonnet* gjør uttrykkelig opmerksom på at billedet ikke må tas for bokstavelig. Anleggene er ikke å opfatte som miniatuurindivider med vel utviklede strukturer; disse kan tvertimot være meget utydelige, og man vilde ikke på forhånd kunne avgjøre om anleggene skal utvikle sig til pattedyr, fugler eller insekter.

Kjennskapet til disse preformerte strukturer, som grunnlag for utviklingen, gjorde de utenforstående vitali-

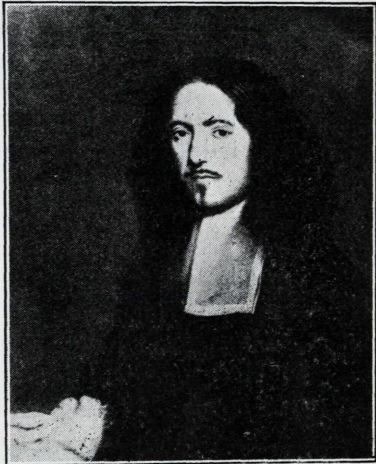


Fig. 4. Malpighi (1628—1694).

stiske krefter unødvendige. Det passet langt bedre inn i Leibnitz's lære om de levende monader, som gjennom sine egne iboende krefter holder en årsaksbunden utvikling vedlike. Samtidig med at *epigenesen* var fortrent av *preformasjonslæren*, har derfor også den aristoteliske *vitalisme* uten kamp måttet vike plassen for en *mekanistisk* opfatning av livsfenomenene.

Vi er nu rykket inn i det 18de årh., en tidsalder som ikke bare i de sociale forhold men også på forskningens område for en stor del var preget av overfladiskhet. I denne tid var det Bonnet's „esketeori“ blev ført ut i sine ytterste konsekvenser av mindre kritiske forskere enn han selv, og dette leder snart til en eiendommelig utvekst på videnskapen, striden mellom *ovister* og *animalkulister*.

Et viktig ledd i denne strid var *Vallisnieri's* spekulasjoner over eggets bygning. Det skulde jo inneholde en preformasjon av det vordende individ og alle dettes organer, deriblandt også eggestokken, *ovariet*, hvis egg hver for sig atter representerer et preformert individ, og så videre i det uendelige. Han gjorde sig megen møie med å regne ut innholdet av Eva's ovarium, hvor jo hele menneskeslekten måtte foreligge i sin vorden, den ene generasjon inne i den annen.

Nettop ved denne tid hendte det imidlertid, at også de hanlige kimceller, *spermatozoene*, blev opdaget under mikroskopet. Disse blev beskrevet av *Anton von Leeuwenhoeck* som små livlige dyr, „*animacula*“ med et rundt hode og en lang trådformig hale. Han fant det sannsynlig, at det ikke var eggene, men heller spermatozoene som inneholdt i sig det vordende individ, — og hermed har man striden gående mellom *ovistene*, som holder på eggene, og *animalkulistene* som hevder spermatozoens betydning som det preformerte individ, mens de mener at egget bare gir næring og beskyttelse under utviklingen. — En støtte for denne opfatning så animalkulistene

i menneskets misdannelser, som de tenkte sig opstått ved at, av og til, mer enn én spermatozo var kommet til å trenge inn i egget. Det var da ganske naturlig at konkurransen om plass og næring førte til en hurtig opvåknen av den stridbare menneskenatur med derav følgende slagsmål mellom konkurrentene. Heller ikke kunde man undre sig over om den lykkelige seierherre tross sin overlegenhet hadde mottatt hårde støt som satte sitt spor i en eller annen uheldelig misdannelse.

Samtidig med dette var også selve Descartes's „maskinteori“ av *de la Mettrie* (1709—1751) og andre ført ut i livet i form av den krasseste materialisme.

Det sier sig selv at videnskapelige utskjeielser, som de her omtalte, måtte bidra sterkt til å bringe den mekanistiske naturbetraktning i miskreditt. Et omslag i oppfatningen var også allerede forberedt gjennom nye fremskritt på videnskapens område.

Georg Ernst Stahl (1660—1734), professor i medisin i Halle, hadde på kjemiens område bevirket et veldig fremstøt ved sin teori om eksistensen av et flyktig stoff, *flogiston*, som skulde finnes både i metaller og i brennbare stoffer, men som forlot disse ved forbrenningen eller ved hvad han kalte metallenes „forkalkning“. På en tid da man ikke kjente noget til surstoffets eksistens eller dets rolle under oksydasjon og forbrenning, kunde en sådan arbeidshypotese nok danne grunnlaget for en dypere forståelse av en mengde foreteelser.

Også på det organiske livs område overførte Stahl sine erfaringer fra kjemien. Han skiller skarpt mellom begrepene *mekanisme* og *organisme*; det som karakteriserer organismen er, ved siden av dens eiendommelige struktur, også dens kompliserte kjemiske sammensetning, først og fremst dens tilbøielighet til kjemisk spaltning så snart „sjelen“ — organismens „flogiston“ — ikke lenger holder den sammen.

Sjelen er, efter Stahl's lære, det vesentlige i organismen: den hersker over kroppen, som imidlertid også er nødvendig som et middel til å utføre sjelens funksjoner. Sykdom og død beror på at sjelen helt eller delvis forlater kroppen. — I en *mekanisme* beveger de enkelte deler sig, drevet av en årsak men uten indre sammenheng, og uten noget samlet mål som begrunner hvorfor bevegelsen skjer, og hvorfor den nettop foregår på denne måte. I *organismen* derimot gir bevegelsene sig uttrykk i en rekke prosesser, som har sin betydning først og fremst som ledd i en samlet plan, som skritt henimot et bestemt mål. Mekanismens bevegelser *foregår* men organismens *frembringes*, og den drivende kraft som frembringer dem er organismens *sjel*. For mekanistene var sjel og legeme uavhengig av hverandre, deres funksjoner gikk parallelt uten på noget punkt å gripe inn i hverandre. I Stahl's *organisme* danner de et intimt samarbeidende hele.

Det var den *vitalistiske* retning som gjennom Stahl's lære hadde reist sig til motstand mot tidens altfor vidt drevne mekanisme.

Vitalismen blev nu ført videre først og fremst av Caspar Friedrich Wolff (1733—1794) som samtidig også — likeoverfor den herskende preformasjonslære — atter bragte en *epigenetisk* utviklingslære i forgrunnen. Han gjorde sine iakttagelser på kyllingens utvikling, likesom Malpighi og andre før ham, men gikk et skritt videre enn disse. Han festet sig ikke så meget ved selve de embryonale organer, de ferdige strukturer som hadde dannet grunnlaget for mekanistenes preformasjonslære. For Wolff var det disse strukturers tilblivelse som var hovedsaken, — slik som han mente å kunne se den ute i kimskevns perifere deler. Ved hjelp av en indre kraft, Wolff's *vis essentialis*, dannet sig efter hans opfatning her, ved en slags koagulasjon av den strukturløse masse, grunnlaget for den senere formdannelse.

Nogen nærmere karakteristikk av den „vesentlige

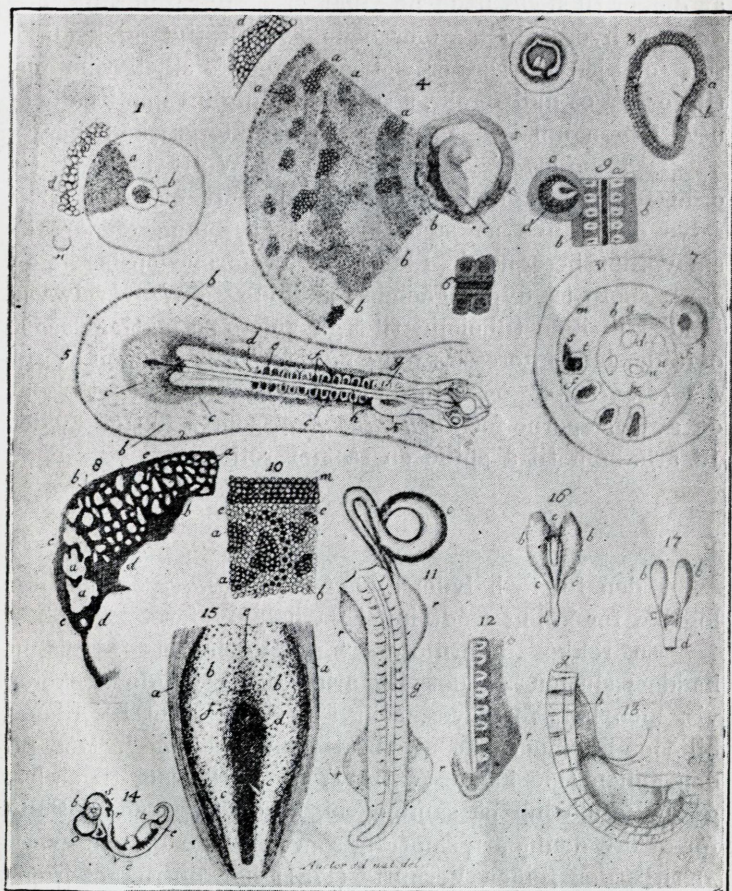


Fig. 5.

C. F. Wolff's illustrasjoner (1759) til hønsseggets utvikling (smlg. fig. 4). Hovedvekten legges av ham ikke på selve de embryonale organanlegg, men meget mere på de nettformige strukturer, han mente å finne i kimskiven forut for organdannelsen.

krafts“ natur og virkemåte gir Wolff ikke; men han hevder at den er til stede både hos planter og dyr, samtidig som den for hver enkelt art er både kvantitativt og kvalitativt forskjellig. Det er nettop denne forskjell som må til, for fra et indifferent, strukturløst utgangspunkt å lede utviklingen inn i de for hver art karakteristiske baner.

Den *epigenetiske* utvikling som Wolff her tok til orde for representerte dengang absolutt et fremskritt; selve den tanke at strukturene skal kunne studeres i sin vorden betegner jo, likeoverfor preformasjonslæren, en sterk spore til dyperegående forskning. — Wolff selv var imidlertid ikke tilbøielig til å gå videre på iakttagelsenes område, han interesserte sig mer for utbygningen av sin *vis essentialis*; og han kommer derved til å stå som en av forløperne for *naturfilosofien*, som i slutten av det 18. årh. kom til å spille en så stor rolle.

III.

I den første halvdel av *det 19. århundre* er den biologiske forskning trådt inn i en helt ny fase.

En rekke „naturfilosofer“ med Schelling i spissen hadde i slutten av det 18. årh. på de gamle grekeres vis, men helt forgjeves, søkt å skape klarhet i verdensbilledet gjennom sine altomfattende „systemer“. Men på den annen side hadde *Kant* (1724—1804), som til en begynnelse slo inn på samme vei, kastet hansken mot alle forsøk av denne art, samtidig som han i sitt berømte verk „*Kritik der reinen Vernunft*“ (1781) har optrukket grensene for naturforskningens område og klarlagt både dens mål og dens midler. Betydningen av Kants rydningsarbeide på dette område illustreres best ved at man ennu den dag idag ser de Kant'ske prinsipper gå som den røde tråd gjennom hele det naturvidenskapelige resonnement.

Uklarheten i de tidligere forskeres resultater har, sier Kant, sin vesentlige årsak i at de ikke skarpt nok skiller

mellem objektiv viden og den subjektive opfatning eller tro. „Sjelen“ og dens betydning diskuteres med samme sikkerhet, hvormed man også drøfter de enkelte organers bygning og funksjon, og den ene teori fremsettes efter den annen i håp om å kunne løse alle livets gåter.

Naturvidenskapen arbeider, sier Kant videre, med naturen og dens fenomener, bare sådan som vi fornemmer dem gjennom våre sanser; ut over disse vet vi intet, og tingene selv („Das Ding an sich“) kjenner vi ikke. Det fins derfor meget som vi ikke forstår, men heldigvis også meget som vi ikke behøver å forstå; for naturvidenskapen gjelder det å koncentrere sig om løsbare oppgaver, idet man først og fremst bygger på erfaringer gjennom sanseintrykk. — Utenfor dette, de objektive erfaringers område, *vet* vi i virkeligheten intet. Her har vi tumleplassen for subjektive opfatninger som har sin gyldighet for den enkelte, og som ingen annen kan hverken benekte eller bekrefte. Tro og viden danner derfor også to helt adskilte områder; naturvidenskapen kan intet uttale om religionenes trosinnhold, og like lite kan religionen utrette på videnskapens område.

Våre sanseintrykk danner altså, efter Kant, det nødvendige grunnlag for naturforskningen, selv om også disse på mange punkter er subjektive. Opfatningen av farver, f. eks., som er knyttet til bestemte elementer i øiets netthinne kan variere noget fra det ene individ til det annet, og likedan er det med våre øvrige sanser.

Men alle disse spredte sanseintrykk må, sier han, knyttes sammen ved hjelp av selve grunnlaget for den menneskelige erkjennelse, ved forestillingene om *rum* og *tid*, om *kausaltitet* og *substans* o.s.v., — disse Kant'ske „kategorier“ som har vært betegnet som „tanker som har gyldighet, enten man tenker dem eller ei“.

Med *substans* mente Kant imidlertid (kfr. Hartmann) ikke det samme som „materie“, men kanskje heller „energi“. Livet, og hele naturen, er i virkeligheten en

ustanselig rekke av forandringer; intet øieblikk er et annet likt. Men bak alle disse forandringer som vi kan iakttå og studere, ligger hos alle mennesker forestillingen om et „noget“ som varer ved og som alltid eksisterer. Loven om „energiens bevarelse“ er et uttrykk for Kant's substansbegrep.

Også forestillingen om *kausalitet*, om årsakssammenhengen mellom alle disse forandringer, ligger dypt grunnfestet i selve vår natur. Ikke så å forstå at en enkelt bestemt årsak skal kunne påvises for hver ting som skjer. Hele den situasjon som foreligger i det ene øieblikk, i og utenfor organismen, kan være medbestemmende for de forandringer som danner overgangen til det neste øieblikk. — Naturfenomenene er i virkeligheten kun et uendelig kompleks av *kausalrekker*, og forskningens oppgave er det å føre fenomenene tilbake på alltid dypere liggende årsaker i disse rekker.

Naturvidenskapens område strekker sig da, ifølge Kant, så langt som våre sanse-erfaringer i forbindelse med disse erkjennelsens „kategorier“ kan bære den frem. Ut over dette grunnlag tør den ikke gå uten å miste karakteren av videnskap. — Heri ligger naturligvis ikke, at man ikke tør opstille *arbeidshypoteser* som utgangspunkt for videre forskning; men det gjelder alltid å være klar over hvor langt vår viden rekker, og hvor hypotesens område begynner.

Viktige opdagelser var samtidig gjort, ikke bare på biologiens men også på fysikkens og kjemiens område, som nok kunde bidra til å sette spørsmålet om den hemmelighetsfulle „livskraft“ i et nytt lys. — Inntil nu hadde man ment å kunne sette et skarpt skille mellom de levende organismer og den anorganiske natur. Nu så det ut til at gjerdet mellom disse to verdener holdt på å brytes ned. Opdagelsen av de elektriske krefters virksomhet også i de levende organismer, studiet av hypnotiske fenomener (den såkalte „animale magnetisme“), og

ikke minst Wøhlers epokegjørende opdagelse (1828) da han i det kjemiske laboratorium for første gang kunde fremstille et så spesifikt organisk stoff som „urinstoff“ — alt dette bidrog i høi grad til å utjevne den før så skarpe motsetning mellem den „levende“ natur og den „døde“.

Problemet *mekanisme-vitalisme* hadde herigjennem fått et helt nytt grunnlag å bygge på, et grunnlag som også var blitt i vesentlig grad sikret gjennom store fremskritt på den biologiske forsknings område. *Lamarck* (1744—1828) og *Cuvier* (1769—1832) hadde, tiltross for at deres synspunkter stod i skarp strid innbyrdes (Del. I, s. 43—50), hver på sin måte innvunnet et rikt nytt land for forskningen, og mange var de som nu fulgte i deres fotspor.

Det er først og fremst en intens „spesial-forskning“, som karakteriserer den første halvdel av det 19de århundre. Den ene opdagelse fulgte efter den annen på alle biologiens områder; nye dyreformer blev opdaget både på land og i hav, deres ytre og indre bygning blev studert og sammenlignet. Nye og forbedrede mikroskoper tillot en dypere inntrengen i de finere vevstrukturer hos dyr og planter, og deres opbygning av enkelte *celler* blev påvist, — kort sagt, det var en nybrotts-tid som aldri før, og man gav sig under dette intense forskningsarbeide liten tid til teoretiske spekulasjoner. Dog ser vi også i denne spesialforskningens periode spor av det samme motsetningsforhold mellem *mekanistisk* og *vitalistisk* naturbetraktning, som både tidligere og senere har gjort sig så sterkt gjeldende.

Vitalismen representeres bl. a. av den franske forsker *Bichat* (1771—1802) som har innlagt sig stor fortjeneste ved sin lære om organismens vevstrukturer. Hvert enkelt organ er, påviste han, opbygget av et eget slags vev med karakteristisk struktur, og det er dette — ikke som man før hadde trodd legemets „safter“ — som er livets bærer. Bichat bygger videre på Stahl's lære om organismenes kompliserte kjemiske bygning og deres tilbøie-

lighet til kjemisk spaltning; for ham er det dog ikke „sjelen“ som holder legemet sammen, men det er selve *livet*. Han definerer dette som „summen av de funksjoner som motstår døden“. Livet er imidlertid ikke identisk med vevstrukturene, og det kan ikke betraktes som en rent mekanisk prosess. „Livets virkelige vesen er ukjent,“ sier han, „og det kan kun studeres gjennom sine ytringer.“ Det er livets lover det gjelder å utforske, ikke ved spekulasjoner men gjennom eksperiment og iakttagelser. — Ut fra disse sunde prinsipper planlegger han da også sine eksperimenter, særlig over muskelkontraksjoner; men det blir allikevel spekulasjonene over livskraften som holder hans interesse sterkest fangen. Organene innordnes i et slags rangsystem etter sin betydning for livsprosessen, og han antar to slags liv, et lavere, ubevisst „organisk“ liv, og et høiere „animalt“ liv som er underkastet viljens herredømme.

Også den berømte Berliner-professor *Johannes Müller* (1801—1858), som inntok en ledende stilling på praktisk talt alle områder av den biologiske forskning, har hevdet vitalistiske synspunkter. — Som livets nødvendige betingelse forutsetter han en „organisk skaperkraft“ som fins som en hemmelighetsfull makt i alle organismer, i de laveste som i de høieste. Den er tilstede i embryonalanlegget ennu før dette begynner sin utvikling, og den er bestemt karakteristisk for hver enkelt art. Den „organiske skaperkraft“ spilte i Johs. Müller's resonnement i det hele den samme rolle som „genekomplekset“*) et halvt århundre senere kom til å overta. Men han var ennu helt ubunden av senere tiders erfaringer på dette område, og kunde med desto større letthet benytte sin „skaperkraft“ til å forklare alt hvad han ikke forstod.

På den annen side reiser sig nu også sterke røster for en mere nøktern betraktningsmåte. Som eksempel

*) Det materielle grunnlag for arvelige anlegg.

kan nevnes den svenske forsker *Berzelius* (1779—1848) en av banebryterne på den organiske kjemis område. Han bygger sin betraktning av livsprosessen for en vesentlig del på *Bichat's* undersøkelser, men tar skarpt avstand fra hans vitalistiske syn. Heller enn å benytte hypoteser til å dekke over et hull i vår viden, foretrekker han åpent å erkjenne sin uvidenhet. Intet er, efter hans mening, vunnet ved å forklare livet som noget fremmedartet som utenfra er nedlagt i organismene. Livets opprinnelse må søkes i grunnstoffenes almindelige krefter, og livsprosessen er en nødvendig følge av de meget kompliserte forhold hvori nettop den levende organismes elementer er forenet. Den vitalistiske forklaring er i virkeligheten ingen forklaring; begrepet *egen vitalitet* betyr for *Berzelius* intet annet enn „en endnu ukjent mekanisk-kjemisk prosess“.

Skarpest blev dog vitalismen angrepet av *Du Bois-Reymond* (1818—1896) som under sitt lange forskerliv har utdypet kjennskapet til de elektriske strømningsfenomener i nerve- og muskelsystemet. I innledningen til sitt store verk om den dyriske elektrisitet redegjør han for sin opfatning av livsphenomenenes innerste vesen, og underkaster herunder de vitalistiske synsmåter en flengende kritikk. „Livskraften“, i vitalistenes betydning, mister under hans skarpe granskning den ene støtte efter den annen. „Kraft“ er i og for sig intet annet enn en egenskap hos materien; de hører sammen som forskjellige sider av samme sak, de utfyller hverandre på samme tid som de forutsetter hverandre. — Selv hevder *Du Bois-Reymond* at grensen mellem organisk og uorganisk natur er helt vilkårlig; han har jo under sine undersøkelser over den dyriske elektrisitet påvist at livsphenomenene, iallfall delvis, lar sig måle og beregne efter fysikkens almindelige metoder. De levende organismers eiendommelige omsetninger som på mange punkter endnu er utilgjengelige for forskning beror, sier han, på at deres grunntoffer — i og for sig de samme

som også forekommer i den anorganiske natur — har inngått nye forbindelser med hverandre. — Tross dette sitt nøkterne syn på livets krefter har *Du Bois-Reymond* dog, i et meget berømt foredrag („Über die Grenzen des Naturerkennens“ 1872), advart mot troen på å kunne nå frem til en definitiv løsning av livets gåte. Selv om man en gang skulde komme til å forstå livets lover like klart og sikkert som astronomene kan beregne himmellegenenes bevegelser, så vil videnskapen dog aldri kunne avgjøre *hvad* selve materien er, eller hvad bevisstheten er. Likeoverfor disse to grunnforutsetninger gjelder ikke bare et „ignoramus“ („vi vet ikke“) men også et „ignorabimus“ („vi vil ikke få vite“).

IV.

Motsetningsforholdet mellom vitalistisk og mekanistisk naturbetraktning i *moderne* forstand kan føres tilbake til 1880-årene. Det arter sig, i sin intime tilknytning til det saklige grunnlag, vesentlig forskjellig fra tidligere tiders mer teoretiske diskusjoner — en forskjell som også har vært markert i de to retningers navn: man taler i våre dager ikke simpelthen om vitalisme og mekanisme, men om *ny-vitalisme* i motsetning til den *kritiske mekanisme*.

På den biologiske videns område hadde man ved denne tid oplevet veldige fremskritt. Efter den intense spesial-forskningens periode som karakteriserte første halvdel av det 19de århundre fulgte Darwin's og Haeckel's opptreden, som samlet hele forskningens interesse om avstammingsproblemet og om det „naturlige utvalg“ som dens drivende prinsipp (Del I. s. 53 flg.). Også denne diskusjon virket ytterligere inspirerende på spesial-forskningen, — kjensgjerninger blev på alle hold klarlagt, til støtte for, eller til angrep på, avstamning og seleksjon,

og alltid søkte man å trenge dypere inn i strukturer og livsfenomener og lenger tilbake i organismenes utviklingsgrunnlag.

I 1870-årene hadde også *celleforskningen* gjort sine første, meget betydningsfulle fremstøt. Ved hjelp av nye forbedrede mikroskoper hadde forskere som *Flemming*, *Strassburger*, *Van Beneden* o. fl. inne i de enkelte celler, som man hittil hadde betraktet som organismenes minste deler, påvist nye og finere strukturer, *kromosomene*; disses lovmessige optreden særlig under cellenes deling tydet sterkt i retning av at man her så for sig det virkelige grunnlag for de enkelte arters eiendommelighet.

Kromosomenes optreden i bestemt karakteristisk form og antall i hver eneste celle hos en og samme art, like- som deres variasjon fra den ene art til den annen, (Fig. 6) deres nøiaktige lengdespaltning før cellens deling og det kompliserte strålingsapparat som trer i virksomhet for å sikre disse lengdehalvdelers lovmessige fordeling på dattercellene, — alt dette tydet på at kromosomene måtte være av den største betydning ikke bare for den enkelte celle men for organismen og arten som sådan.

Wilhelm Roux (1850—1925) var det som først uttalte at hele denne kompliserte celledelingsmekanisme og kromosomenes lengdespaltning kunde finne sin forklaring, hvis man antar at kromosomene representerer et materielt grunnlag for cellenes og organismens iboende *kvaliteter*, og at dets partikler ligger ordnet i rekke ved siden av hverandre i kromosomenes lengderetning. Ved lengdespaltning av kromosomene vilde da også hver eneste av disse partikler bli spaltet, og hver eneste celledeling vilde således bety en, ikke bare kvantitativt, men også kvalitativt likelig fordeling av kromosom-substansen på de to datterceller.

Den teoretiske utformning av dette problem om kromosomene som de arvelige kvaliteters bærere blev ført videre først og fremst av *Aug. Weismann*: Kromo-

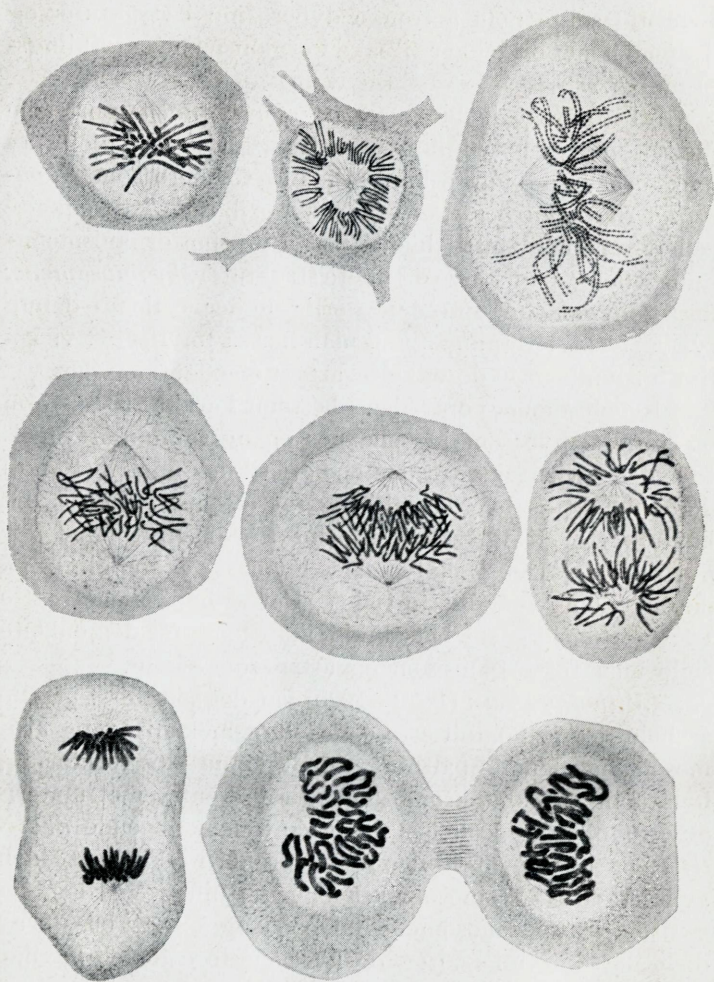


Fig. 6.

W. Flemming's illustrasjoner av cellenes kromosomer og disses forhold under celledelingen. I øverste rekke ser man kromosomene innstilles i ett *ekvatorialplan*; i annen rekke foregår deres lengdedeling, og datterkromosomene fjernes fra hverandre. Tredje rekke viser hvordan kromosomdelingen efterfølges av hele cellens deling.

somene representerte for ham det *kontinuerlige kimplasma*, som gjennom celledelinger og befruktning overføres ikke bare fra celle til celle men også fra den ene generasjon til den annen, og hvis enkelte bestanddeler, *determinantene*, var bestemmende for individenes utvikling. -- Denne lære er på vesentlige punkter blitt bekräftet og videre utbygget gjennom vår tids eksperimentelle arvelighetsforskning: istedenfor determinanter taler vi nu om *gener*; og selv om man vet litet om disses innerste natur og virkemåte, så har man dog all grunn til å tro at de, som Roux og Weismann hadde forutsagt, er innordnet i rad og rekke i kromosomenes lengderetning.

Roux selv la imidlertid sitt arbeid over på et annet felt, utforskning av utviklingens mere mekaniske side; han blev grunnleggeren av en forskningsretning som har særlig interesse for vårt problem, nemlig *utviklingsmekanikken*. — Han søkte ved mekaniske midler å få et innblikk i cellenes iboende krefter og muligheter: ved kunstige inngrep prøvet han å tvinge utviklingen inn i nye baner, samtidig som også forskjellige ytre forholds innflytelse på utviklingen blev undersøkt.

Berømt er Roux's grunnleggende forsøk med inngrep i froskeeggets utvikling, idet han med en glødende nål drepte den ene av de to celler som opstod ved det befruktede eggs deling. Han så da den annen celle gjennomgå sin normale utvikling til den ene halvpart av en larve. (Fig. 7) Roux drog herav den, som det snart viste sig, noget forhastede slutning at de to celler som opstår ved det befruktede eggs første deling, hver for sig bare har evnen til å utvikle en halvpart av det vordende individ, hver av de fire første celler bare en fjerdepart o. s. v. — eller med andre ord at det fullt utviklede individ var å opfatte som resultatet av et *mosaikk*-arbeide, som summen av de enkelte delers på forhånd *determinerte* ydelser.

Det ligger i sakens natur at det var den *mekanistiske* naturbetragtning som med Roux's eksperimentelle forsk-

ning atter trådte i forgrunnen. Og mange var de forskere som fulgte i hans spor både i hans eget laboratorium og i andre universiteter verden over, mens stadig nye objekter også blev gjort til gjenstand for undersøkelser.

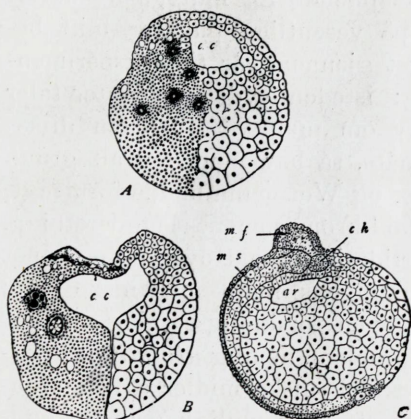


Fig. 7.

W. Roux's eksperiment med froskeegg. På to-celles stadium blev den ene celle drept (venstre side av A og B og høire side av C), og den annen celle utvikler sig videre til en halv larve med typiske organanlegg.

lers iboende muligheter så skarpt *determinert* og begrenset, at det var praktisk talt umulig ved ytre inngrep å avbøie deres utviklingsretning. Andre derimot viste en mer eller mindre sterk evne til *regulering* efter forholdene, og utviklingen kunde her ofte komme i normal gjenge igjen selv efter ganske alvorlige inngrep på de tidligste stadier.

Blandt utviklingsmekanikkens mest fremskutte forskere i dens første periode må nevnes professor E. B. Wilson i New York og Th. Boveri i Würzburg, som vel mer enn nogen annen har æren av å ha gitt oss et innblik i disse variasjoner i cellenes utviklingsmuligheter. —

Det viste sig snart at den normale embryonalutvikling kan oppløses i en rekke kausalt sammenhørende prosesser, som beror dels på cellenes iboende krefter, på deres *selvdifferentiering*, men dels også på en *avhengig differensiering*, idet cellenes forhold til omgivelsene i mange tilfelle viste sig å være avgjørende.

Man fant også at de enkelte dyreformer i dette stykke forholdt sig forskjellig. Hos nogen av dem syntes eggets og de første furingscel-

Som foregangsmann på et annet område må nevnes *Otto Bütschli* i Halle som i forskjellige væsker, sukkerløsninger, oljeemulsjoner o. lign., med stort hell søkte å etterligne de levende cellers strukturer. Han påviste på denne måte hvordan en hel del av cellenes indre og ytre forandringer under livsprosessen kan finne sin direkte forklaring i fysikkens almindelige lover, idet de f. eks. skyldes forandringer i det osmotiske trykk i eller utenfor protoplasmaet, eller overflatefenomener som allerede er vel kjent i den anorganiske verden.

Alle disse forskere, og den store mengde av deres elever og etterfølgere verden over op til våre dager, kan sies å repre-

sentere den *kritisk mekanistiske* naturbetraktning, hvis innhold nedenfor skal bli nærmere presisert.

Blandt Roux's mest fremragende elever var imidlertid også *Hans Driesch*, *nyvitalismens* skaper og ypperste representant. Han arbeidet fra først av i Roux's egen linje, dog ikke med frosk men med sjøpinnsvin, og kom her til resultater som stod i strid med Roux's generelle opfatning angående *mosaikk*-utviklingen. — Det lyktes for Driesch for det første å få hele, normalt byggede larver utviklet fra embryonale celler som under normale forhold bare skulde utvikle sig til en bestemt brøkdell

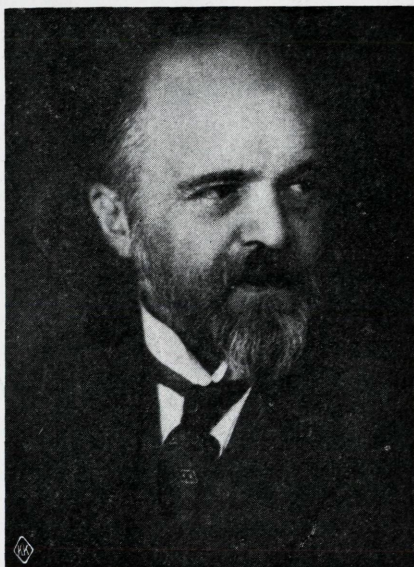


Fig. 8.

Professor Dr. *Hans Driesch*, Leipsig f. 1867.

av larven. Videre fant han at man, ved å la sjøpinnsvineggenes første utvikling foregå under et visst press, kunde tvinge cellene ut av sin normale innbyrdes stilling, og allikevel fikk han harmonisk byggede larver istedenfor, som man efter Roux's opfatning skulde vente, en feilaktig sammensatt mosaikk av de enkelte deler, (Fig. 9).

Driesch innførte begrepene den *prospektive betydning* om cellenes rolle under den normale utvikling, i motsetning til deres *prospektive potens*, d. v. s. innbegrepet av alt hvad en celle overhodet kan yde, — noget

som først vil dokumentere sig når cellen bringes ut av sine normale forhold. Undersøkelsen av denne prospektive potens, eller med andre ord av organismenes evne til å re-

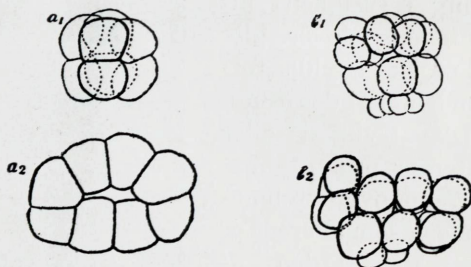


Fig. 9.

Driesch's eksperiment med sjøpinnsvinegg: Ved et svakt press med en tynn glassplate bragte han de embryonale celler til å forandre plass, så at han istedenfor cellekulaen *a1* fikk en flat cellering (*a2*), og på et senere stadium *b2* istedenfor *b1*. Ikke destomindre resulterte utviklingen i en normal sjøpinnsvinlarve. *Driesch* kalte det *restitueres*, efter forstyrrende inngrep, så at et normalt resultat allikevel tilslutt opnås, — dette er det som for *Driesch* legger grunnen til hans *vitalistiske* naturbetraktning.

Det viser sig nemlig at slike restitusjoner for en stor del ikke kan forklares ved en simpel summasjon av de enkelte cellers, eller delers, på forhånd determinerte mosaikk-ydelser; det er „det hele“ som her i en påfallende grad gjør sig gjeldende og som synes å dirigere delenes arbeide. — Et par eksempler fra *Driesch's* egne undersøkelser vil best belyse dette.

Han arbeidet med *Tubularia larynx*, en liten, blomsterlignende hydroide, som fins i store mengder langs våre kyster. Den står festet til underlaget ved en lang tynn stilk og har to kranser av fangarmer, *tentakler*, omkring sitt munnparti. Skjærer man her stilken i flere stykker, så har hver av disse stykker evne til fra sårflatene å *regenerere* de manglende deler. Dette har lenge

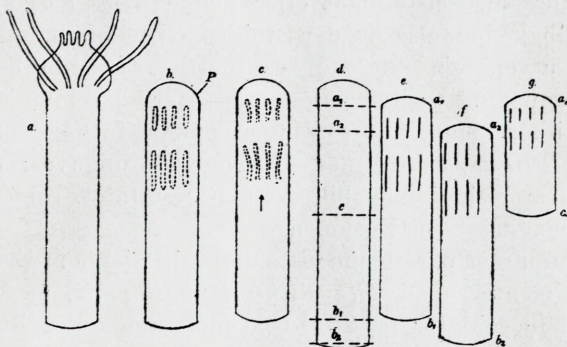


Fig. 10.

Driesch's eksperiment med *Tubularia*. Hvis hydroidens hode *a* klippes av, *restitueres* de to kranser av fangarmer fra stilkens øverste del (*b—c*). At dette ikke skjer fra dertil forutbestemte kim bevises ved at restitusjonen foregår fra forskjellig materiale eftersom snittene legges høit oppe eller langt nede på hydroidstilken, og eftersom stilkstykket er stort eller litet (smlg. *d, e, f* og *g*).

vært kjent, og Weismann hadde søkt å forklare denne og lignende regenerasjoner ut fra den forusettning at der i organismenes forskjellige deler, ved siden av de „determinanter“ som blev benyttet ved deres normale oppbygning, også fantes en reserve av ubrukte kim som trådte i virksomhet ved regenerasjonen.

Driesch påviste nu at denne hypotese ikke kunde holde stikk, og at forholdet var mer komplisert enn man hittil hadde vært opmerksom på. Ved modifikasjon av stilkstykkenes lengde kunde han tvinge restitusjonen inn i forskjellige baner, (se fig. 10), idet anlegget til de to

tentakelkranser både m. h. t. sin stilling og sin størrelse alltid inngår i et harmonisk helhetsbillede. Er stilkstykket f. eks. kort så blir også de restituerte tentakler mindre enn på lange stykker. — Hvis restitusjonen avbrytes ved at den ene tentakelkrans påny fjernes, kan man se en sekundær regulering på en av tre forskjellige måter: enten dannes en ny krans av tentakler nedenfor den allerede eksisterende, eller denne deles i to kranser ved tilbakedannelse av dens midtparti, eller endelig som tredje utvei, den allerede restituerte krans blir helt tilbakedannet og to nye anlegges. — Her vilde man komme helt tilkort med forutsetningen om på forhånd eksisterende restitusjonskim med determinerte oppgaver; det er det harmoniske helhetsbillede, sluttresultatet, som er bestemmende for restitusjonen.

Ennu mer påfallende viste dette sig gjennom Driesch's eksperimenter med *Clavellina lepadiformis*, et kolonidannende sekkdyr på 2—3 centimeters lengde, hvor de enkelte individer er innbyrdes forbundet ved tynne rørformige tråder, *stoloner*. Dyrene har hver for sig en komplisert bygning med en gjelletarm gjennombrutt av fine porer, en fordøiende tarm delt i karakteristiske avsnitt, nervesystem, blodkar o. s. v. — Hvis et sådant dyr blev klippet over på midten, fant Driesch at delene, hver for sig, først blev tilbakedannet til en liten kule for derefter begge to å restitueres til helt harmonisk bygde individer. Det samme var tilfellet med stykker av stolonene, som også hadde evne til å utvikle sig til fullstendige individer.

Både *Tubularia* og *Clavellina* har her vist sig å være typer på det som Driesch selv kaller *harmonisk ekvipotentielle systemer*, — „ekvipotentielle“ fordi alle organismens deler viste sig å kunne det samme, og „harmonisk“ fordi resultatet stemmer med organismens *harmoniske helhetsbillede*.

Det er med vårt nuværende kjennskap til organismenes restitusjonsmuligheter ikke vanskelig å forflere

disse Driesch's eksempler på harmonisk-ekvipotentielle systemer. En utmerket illustrasjon gir f. eks. en undersøkelse som ganske nylig er utført ved Universitetets Zoologiske laboratorium av kand. real. Bjørn Føyn.

Hos forskjellige individer av en annen hydroide, *Clava squamata* (fig. 11), blev stilkene skåret i stykker av forskjellig lengde, og disse blev blandet sammen og finhakket for så til slutt å bli presset gjennom den fineste silkeduk (fig. 12, øverste rekke). Bittede små kuler, eller dråper, av protoplasma blev på denne måte samlet på bunnen av en glassskål, og nu kunde Føyn i løpet av timer og dager se den uregelmessige hop rundes av til en mer eller mindre glattvegget kule, som efter en tids forløp begynte å skyte knopper (fig. 12, annen og tredje rekke). Disse formet sig enten direkte til normalt bygde hydroide-individer, eller individene skjøt først senere frem fra lange rotformige utløpere (fig. 12, fjerde og tredje rekke). Slike restituerte individer kunde så danne grunnlaget for utviklingen av store frodige kolonier.

Hvad er det vel som bringer slike isolerte smådeler, som til og med skriver sig fra forskjellige individer, til å samarbeide til opnåelsen av et så fullkomment og harmonisk resultat?

Dette spørsmål er det som, for Driesch, finner sitt svar i hans *ny-vitalistiske* lære. Slike „harmonisk-equipotentielle systemer“ vilde, sier han, ikke kunne opstå som resultat av nogen determinert mosaikk-utvikling, — det er her „det hele“ som dirigerer restitusjonen, og dette „hele“ må, sier han, ha eksistert allerede fra begynnelsen av.

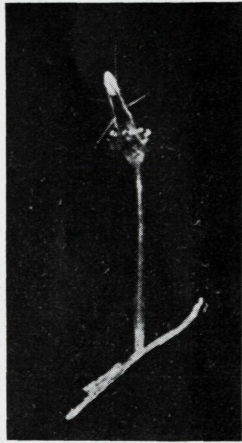


Fig. 11

Clava squamata, en liten hydroide som blev benyttet til det i fig. 12 avbildede eksperimenter.

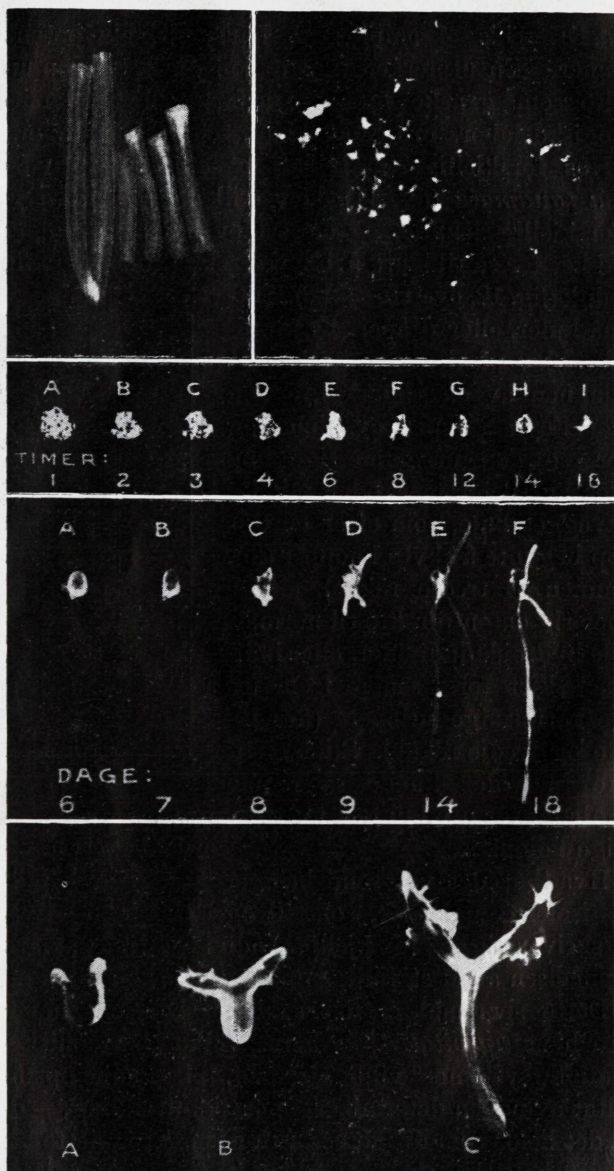


Fig. 12.

Fig. 12 (smlg. teksten).

Føyn's eksperiment med *Clava*: Stilkstykker av hydroiden (øverst til venstre) blir sonderdelt og presset gjennom silkeduk. Øverst til høire sees fotografi av resultatet av en slik presning. De spredte smådeler blev nu med en nål skjøvet sammen på bunnen av en glass-skål med sjøvann og derefter overlatt til sig selv.

I annen rekke sees (A—I) fotografier av den uregelmessige klumps omdannelse til en glattvegget *restitusjonskule*; tallene under figurene betegner antall timer efter presningen.

I tredje rekke (A—F) sees en rekke fotografier av restitusjonskulens videre utvikling, tatt så mange dager efter presningen som tallene angir.

Nederste rekke (A—C) viser, fra et annet tilsvarende eksperiment, hvordan restitusjonskulen også direkte kan danne grunnlag for vel utviklede hydroid-individer.

Hvor et „slutt-hele“ opstår gjennom restitusjon, der må et „ur-hele“ allerede på forhånd ha vært tilstede, og dette urhele er det Driesch søker en forklaring for ved å anta at ganske spesielle „vitale“ naturfaktorer er virksomme i de levende organismer ved siden av de almindelig og overalt virkende kausalitetsrekker. — Enhver arts spesielle harmoni, dens „ur-hele“, cellenes iboende „prospektive potens“, alt dette oppfatter han som uttrykk for en kraft av ganske spesiell art og karakteristisk for de levende organismer. Denne sin vitale kraft gir Driesch, i tilslutning til Aristoteles, betegnelsen *entelechi*.

Driesch's *ny-vitalisme* skiller sig for så vidt meget vesentlig fra de eldre vitalisters lære, som han lar sin *entelechi* virke helt utenfor kausaliteten uten på nogen måte å gripe inn over dennes område. Han levner samtidig også den mekanistisk arbeidende naturforskning fritt spillerum; entelechien trekker sig tilbake fra grenseområdet, efterhvert som den naturvidenskapelige erkjennelse utvides. — Man vilde derfor vanskelig kunne gjøre nogen vesentlig innvending mot Driesch's opfatning, så lenge den bare gir uttrykk for hans subjektive forestilling om det ennå ubekjente, selv om det fra mekanistisk synspunkt intet er vunnet ved å gi dette ubekjente

et navn. Man setter sig, tvert imot, derved i fare for å glemme at dette navn i virkeligheten ikke betyr nogen ny eller øket erkjennelse, og man mister den spore for alltid videre forskning som ligger i dette å stå likeoverfor det helt ukjente.

Det gikk da også med Driesch, som med så mange vitalister før ham, at hans interesse snart blev trukket fra utforskningen av de levende organismer over til refleksjonene over entelechiens natur og virkemåte. Naturforskeren som med så stort hell hadde begynt sine eksperimentelle undersøkelser, gikk med andre ord over til *metafysikken*, som fra nu av kom til å representere hans hovedinteresse.

Driesch nøide sig imidlertid ikke med å hevde *muligheten* av at de ennå ukjente sider av livsprosessen kunde skyldes vitale krefter. Han mente å kunne levere *beviser for nødvendigheten* av en slik antagelse, og på dette punkt er det hans ny-vitalisme er kommet i et skarpt motsetningsforhold til de *kritiske mekanister's* naturbetraktning.

Driesch's *første* bevis for nødvendigheten av å anta entelechiens virksomhet ved siden av kausaliteten baseres på de nettop omtalte *harmonisk-ekvipotentielle systemer*, disse organismer hvor hver enkelt liten del viser sig å kunne yde „det hele“, men hvor allikevel alle disse ekvipotentielle deler hver især bare overtar en liten del av restitusjonen, harmonisk innordnet i helhetsvirkningen.

En sådan utviklingsprosess, mener han altså, kan kun settes i verk gjennom *vitale* krefter, ved at organismens *entelechi*, dens „ur-hele“, dirigerer delenes arbeide. Uten disse vitale krefter blir organismen for ham bare en „3-dimensjonal maskine“, og en sådan kan ikke tas i stykker uten at delene mister sin helhetsvirkning. „Hele det kompliserte maskineri måtte i så fall inneholdes i hver enkelt liten del av organismen.“ sier Driesch; og dette anser han for helt utenkelig. De „harmonisk ekvipotentielle systemer“ leverer derfor hans „*første bevis*“ for

nødvendigheten av den antagelse at vitale krefter er virksomme i organismene.

Av lignende art er også det *annet bevis*, idet han ikke finner det forenlig med maskin-opfatningen at organismens kimceller, som jo hver for sig kan utvikle sig til „det hele“, i virkeligheten allesammen er opstått ved deling av en eneste modercelle. Hvis denne hadde representert en „maskine“ vilde den ikke kunne deles uten at helhetsvirkningen samtidig går tapt.

At disse „beviser“ kunde fremsettes omkring århundreskiftet kan man vel forstå; men når Driesch ennu i dag hevder deres beviskraft til fordel for entelechiens nødvendighet, kan dette bare forklares ved at interessen for utformningen av entelechiens begrep har fanget hans sind i en sådan grad, at han ikke samtidig har kunnet følge fullt ut med i den moderne forsknings resultater.

For det første vil jo i vår tid ingen forsker, hvor „mekanistisk“ hans innstilling enn måtte være, betrakte hverken organismen eller dens enkelte bestanddeler som hørende til et stivt maskineri. Meget heller ser man på den levende organisme som noget ustanselig reagerende, ustanselig foranderlig, hvis kontinuitet i virkeligheten bare beror på en dynamisk likevekt mellom de opbyggende og nedbrytende prosesser som er karakteristiske for all levende substans. Fremskrittene særlig på *kolloid-kjemien*s område har lært oss å betrakte hver levende celle ikke som en stabil og uforanderlig struktur, men som en substans — eller rettere en komplisert blanding av mange forskjellige substanser — med karakteristiske *reaksjons*-muligheter som i sin realisasjon vil kunne variere med de innflytelser organismen utsettes for. Så lenge livet varer er det aldri et øieblikk ro i organismen.

Driesch tar i sitt „bevis“ heller ikke hensyn til *kromosom*-forskningens og den eksperimentelle arvelighetsforskningens resultater, som nu med full sikkerhet har vist, — hvad man, da han først fremsatte sine beviser

ennu bare kunde ane, — at hver enkelt liten del av organismen, hver eneste celle, i sitt kromosomkompleks med dets *gene*-innhold, i virkeligheten inneholder „det hele maskineri“, og at dette ved hver eneste celledeling overføres på dattercellene uten å miste sitt helhetspreg. — Kromosomkomplekset gir nettopp det „ur-hele“ som Driesch forutsetter; uten dette, i kjerneløse deler av organismen, foregår ingen *restitusjon*, og ingen „entelechi“ har ennå formådd å restituere et kromosomkompleks som på en eller annen måte er blitt defekt. — Det viser sig da også, ved *Føyn's* ovenfor refererte eksperimenter på *Clava*, at alt defekt cellemateriale i restitusjons-kulen utskilles enten for å utstøtes eller for å benyttes som næring for de kjerneholdige celler; disse siste er det som etterhånden samler sig ved overflaten og inngår i dannelsen av regelmessige cellelag.

Livets gåte er visstnok i og for sig ikke kommet sin løsning stort nærmere, fordi om „maskineriet“ koncentrerer i kromosomkomplekset; men som bevis for „entelechien“s nødvendighet faller her Driesch's *raisonnement* til jorden, og *muligheten* for en mekanistisk, d. v. s. for en kjemisk-fysikalsk forklaring av livsfenomenene ligger åpen som før.

Man må her også ta i betraktning at heller ikke den *anorganiske* verdens fenomener i sin innerste grunn er *forståelige* ut fra de kjente naturlover. Atomsystemer, planetsystemer, krystallstrukturer o. s. v. danner også sluttede enheter hvis egentlige natur ligger utenfor grensen for forskerens erkjennelse. Også disse restitueres til nye helheter, om enkelte av deres bestanddeler sprenges bort, men ingen kjenner de krefter som her er virksomme.

Det *uforståelige*, det ikke erkjennbare, finner vi som bakgrunn for hele vår naturforskning, naturfenomenets innerste natur kjenner vi ikke; og forskningen må, enten det gjelder den levende eller den døde natur, nøie sig

med å studere løvmessigheten i fenomenenes opptreden og virkemåte.

Vil man gi dette store ubekjente et navn for lettere å kunne trekke det inn i sitt resonnement, så er det altså ingen grunn til her å skille den levende natur fra den døde; men Driesch's vitale *entelechi* gjelder bare for de levende organismer.

Det *tredje* og siste „bevis“ for sin vitalistiske lære tar Driesch fra *hensiktsmessigheten* i den levende natur, ikke bare i former og utviklingsmuligheter, men særlig i organismens bevegelser og deres funksjonelle tilpasning. Det er den samme *teleologiske* betraktningmåte som vi kjenner allerede fra *Aristoteles* og *Galen*, selv om den hos Driesch viser sig i en ganske annen forfinet og kritisk form. Han føier ikke, som tidligere vitalister „hensiktsmessigheten“ inn som ledd i kausalrekker, men hevder at den i og for sig forutsetter og beviser eksistensen av *entelechien*, dette på forhånd eksisterende „urhele“ som samtidig også representerer utviklingens mål og hensikt.

Vår tids *kritiske mekanister*, som i *Max Hartmann* har fått en utmerket talsmann, ser på „hensiktsmessigheten“ i de levende organismer som noget der er uløselig knyttet til selve livsprosessen, til det uendelig kompliserte samspill mellom hinannen kryssende kausalrekker. Det karakteristiske skille mellom levende og dødt ligger nettop i livets *evne til selvbevarelse*; uten muligheten for hensiktsmessig innpassen i omgivelsene kan intet levende eksistere. Dette gjelder ikke bare for de fullt utviklede organismer, men like meget for hvert enkelt trin i hele utviklingsprosessen. Ja selv for den enkelte celle, for kromosomene, og for de enkelte *gener* gjelder det at de må forutsettes å stå i en ustanselig vekselvirkning med sine omgivelser, — en vekselvirkning hvori det i hvert eneste øieblikk kan gjelde et „være“ eller „ikke være“.

Også i den anorganiske naturs systemer, planet-,

atom-systemer sees en tilsvarende „hensiktsmessig“ vekselvirkning, kun at den i den levende substans kan gi sig langt mer kompliserte uttrykk. Liv kan overhodet ikke tenkes uten hensiktsmessighet, og hensiktsmessigheten er hverken mer eller mindre uforklarlig enn livet selv; likeoverfor dette problem kan forskningen idag ikke komme lenger enn til å konstatere at *livsprosessen fortsettes kontinuerlig*. Liv oppstår av allerede eksisterende liv; aldri har man oplevet å se livsprosessen oppstå i naturen, og alle de mangfoldige forsøk som har vært gjort på å frembringe liv er løpet ut i ingenting. Livets former kan man nok efterligne, og mange av livets ytringer har man kunnet analysere og til dels eftergjøre også på dødt materiale; men *evnen til selvbevarelse* som karakteriserer livets egentlige vesen, den eksisterer kun i den levende substans og overføres kontinuerlig. Man kunde si at *livets bevarelse* må opfattes som et komplisert *spesialtilfelle av energiens bevarelse*.

Både hensiktsmessigheten og den eiendommelige helhetsvirkning som ytrer sig ved organismens restitusjon har i den siste tid fått en ny og overraskende belysning gjennom den eksperimentelle forsknings resultater.

Det er først og fremst professor *H. Spemann*, Weismann's efterfølger i Freiburg, som her har brutt nye baner. Han hadde helt siden århundreskiftet koncentrert sitt eget og sitt laboratoriums arbeide på studiet av utviklingsprosessen hos forskjellige amfibier, især vannsalamandre, men også frosk og padder. Disse dyr har, særlig på sine tidligste utviklingsstadier, en ganske fenomenal grokraft, så at større eller mindre stykker av de små, ennu ubevegelige, kim kan flyttes fra det ene sted til det annet, ja til og med *transplanteres* fra den ene kim til den annen, uten derved å miste sine utviklingsmuligheter. Den transplanterte cellegruppe kan i mange tilfelle vise sig å være *determinert* i sin utviklingsretning, så at den utvikler

sig videre ganske uanfektet av de nye omgivelser; i andre tilfelle har det vist sig at transplantatet er *indifferent*, idet det meget snart reguleres inn som en del av vertsorganismen og inngår i dennes helhetsbillede.

Et illustrerende eksempel på determinert utvikling har man i Spemann's eksperiment med å skjære ut små firkantede stykker av den vor dende hjernevegg og dreie dem om 180° , så at stykkets for- og bakkant byttet plass. Hver liten del av et sådant stykke viste sig på transplantasjonsstadiet å være determinert i sine utviklingstendenser, og de forskjellige avsnitt av dyrets hjerne kom derfor etter dreiningen til å følge efter hverandre i gal orden.

Det hendte også at forreste snittlinje kom til å gå gjennom de cellegrupper som normalt inngår i øiets utvikling; at også disse allerede var determinert viste sig ved at han da fikk larver med fire øianlegg, de to forreste på sin normale plass mens de to bakerste som stammet fra det dreiede stykkes forkant var flyttet lenger bakover på hodet (fig. 14–15). Hvis samme operasjon blev foretatt på et tidligere stadium, fant Spemann cellevevet indifferent, og larvens normale helhetsbillede blev da ikke forstyrret ved omdreiningen.



Fig. 13.

Professor Dr. Hans Spemann, Freiburg,
(f. 1869).

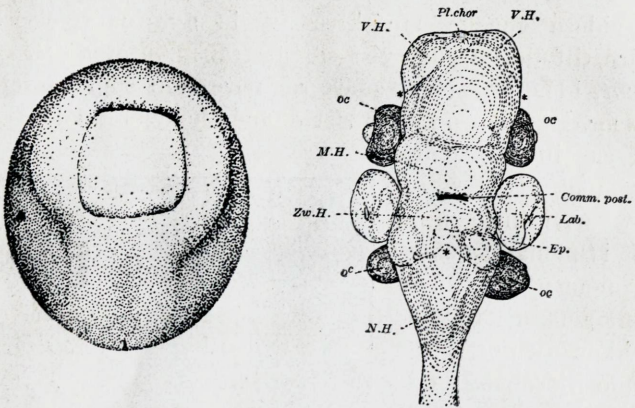


Fig. 14—15

Spemann's eksperiment (se teksten) med dreining av et stykke av hjerneanlegget hos en salamanderlarve. Fig. 14 viser hjerneanleggets omkrets som et buformet ophøiet parti, og midt i dette sees det firkantede stykke som er løsnet for derefter å bli dreiet om 180°. Stykkets forrand som inneholder en del av øinenes anleggsmateriale kommer derved til å gro fast ved utsnittets bakre rand.

Fig. 15 viser resultatet av dette eksperiment. På begge sider av hjernen ser man her tre utbuktninger: i midten anlegget til det indre øre, og både foran og bak dette sees øianlegg, et forreste par på øinenes normale sted anlagt fra materiale som lå foran utsnittet, og et bakerste par utviklet fra anleggsmateriale som ved dreiningen av det firkantede stykke var flyttet bakover.

Det var et rikt forskningsområde Spemann her hadde slått inn på; den ene oppdagelse fulgte på den annen, og kjennskapet til den større eller mindre innbyrdes avhengighet mellom organanleggene er i de siste ti-år hurtig blitt øket. — Et viktig fremskritt var det, at man til transplantasjonene benyttet salamanderarter hvis egg har innbyrdes forskjellig farve. Vår store og lille vannsalamander egner sig f. eks. utmerket, da den store vannsalamanders egg er betydelig lysere enn eggene av den lille art. Farveforskjellen holder sig også efter transplantasjonen, og man har nu anledning til å følge utformningen av det transplanterte stykke selv om det ligger innleiret

mellem vertens organanlegg (fig. 16). Et ytterligere og meget viktig teknisk fremskritt betegner *W. Vogt's* metode med *vitalfarvning* av bestemte cellegrupper hos de unge amfibielarver. Det viste sig at både *nilblått* og *neutralrødt* kan optas av de levende vev uten å skade disse; på en meget sindrig måte — ved å la farven opsuge i små gelatin-stykker (agar) som derefter ved hjelp av tinfoliumstriper blev plassert på bestemte steder av larvens overflate — lyktes det ham å dekorere denne



Fig. 16

Fra *Spemann's* laboratorium: Eksempel på overflytning, *transplantasjon*, av materiale fra en lysere kim (den store vannsalamander) til en mørkere (den lille vannsalamander) hvorved man kan konstatere de enkelte cellegruppers skjebne og rolle under den videre utvikling. Til venstre sees det normale anlegg til centralnervesystem; til høire sees, på samme kims bukside et sekundært anlegg, *indusert* omkring den innplantede *organisator* (se teksten s. 45—50).

sin vidtrekkende betydning kom til å overskygge alle andre fremskritt på dette område. Sammen med en av sine elever, *Hilde Mangold*, fant *Spemann* nemlig at det var et lite parti av salamanderkimen, den såkalte *dorsale urmunnlebe*, som langt overgikk de omgivende partier m. h. t. styrken eller arten av dets iboende krefter. Ved transplantasjon over på en annen kim viste denne cellegruppe sig istand til, ikke bare å oprettholde sin egen determinerte utviklingsgang, men også å influere på sine nye omgivelser så at disse istedenfor å spille sin normale rolle, som ledd i vertskimens helhetsbillede, nu kommer

til å bøie sig inn under den innplantede fremmede *organisators* ledelse, og innordne sig i et annet, konkurrerende, helhetsbillede som denne søker å skape omkring sig i de nye omgivelser.

Før vi går nærmere inn på betraktningen av Spemann's *organisator*, dens rolle under utviklingen og dens betydning for vårt problem, er det imidlertid nødvendig å se litt på hovedtrekkene av salamandereggets normale utvikling. (Pl. I).

Salamanderegget inneholder betydelige mengder av næringsmateriale, blomme, som vesentlig ligger samlet i dets nedre, *vegetative* halvdel, mens de viktigste utviklingsprosesser foregår i den blomfefattige, *animale* del. — Etter befruktningen følger først en rekke celledelinger (Pl. I, 1—2). som resulterer i det såkalte *blastula*-stadium, en hul cellekule, hvis vegg på den animale side er dannet av små celler, mens store blommerike celler begrenser hulrummet omkring den vegetative pol (3—4). Overgangen mellom disse to soner av blastulaveggen er markert også ved overflatens farve som er mørkere på den animale del enn på den vegetative.

Det næste karakteristiske trin i utviklingen er *gastrula*-stadiet, som nåes ved at et større parti av blastulaens vegg buktes inn og fortrenger det oprinnelige hulrum til en smal spalte mellom denne innbuktete del og resten av blastulaveggen; man kan lettest forestille sig dette når man tenker på en innklemt gummiball. Gastrulaen blir på denne måte dobbeltvegget og kommer til å omslutte et nytt hulrum, gastrulahulen eller *urtarmen*; inn i dette fører *urmunnen* som begrenses av den ombøiede cellevegg, *urmunnsleben* (10). Urmunnen er fra først av stor og vid, delvis utfylt av store vegetative celler hvis innbuktning går langsomt for sig; men etterhvert blir urmunnen mindre, idet leberanden fra alle kanter vokser sammen over den (7—9). — Den ferdig utviklede gastrula vil etter dette komme til å representere en hul kule like-

som blastulaen; men hulrummet, urtarmen, er her omgitt av et dobbelt cellelag, et ytterste lag, *ektodermen* som helt og holdent kan føres tilbake på blastulaens små, animale celler, og et indre lag, *entodermen*, hvori bl. a. dens vegetative celler er inngått.

Gastrulasjonsprosessen er dog ikke fullt så enkel som her fremstillet, idet der allerede fra første stund viser sig en vesentlig forskjell på den del av gastrulaen som svarer til larvens senere dorsale side (ryggsiden) og dens ventrale del. — Innbuktningen til urtarm begynner først på dorsal siden; man ser den som en liten sigdformig fordypning nettop på grensen mellom den mørke animale del av blastulaen og den lysere vegetative del (5). Den øvre rand av denne fordypning representerer den *dorsale urmunnlebe*, som kommer til å spille en ledende rolle under hele gastrulasjonsprosessen. Her foregår celledelingene meget livlig, og lukningen av den først så store urmunnåpning skjer vesentlig ved tilvekst av denne dorsale rand av urmunnen, — ja det skjer til og med på dette sted en stadig forskyvning av cellemateriale fra overflaten, over urmunnranden, inn i det indre av gastrulaen, så at begge de cellelag som til slutt begrenser urtarmen på dorsal siden kan føres tilbake på blastulaens animale cellemateriale. Tilveksten av urmunnleben er samtidig meget liten på ventralsiden, og på begge sider øker innbuktningens dybde i retning fra ventral til dorsalranden. Mens urmunnen på denne måte blir stadig trangere og til slutt lukkes på en liten stripeformig åpning nær (*primitivstripen*) (11), begynner samtidig også utformningen av larvens organanlegg; også her er det omkring den dorsale urmunnrand den største virksomhet utfoldes.

Ektodermen hever sig like foran denne til en hestekoformet voll, hvis ombøiningssted representerer larvens forreste ende og hvis armer tiltar i lengde bakover eftersom urmunnleben overdekker urmunnen (9, 11). Denne *medullarfold*, som anlegges på samme måte hos alle

hvirveldyr, er anlegg til *centralnervesystemet* hvis videre utvikling først og fremst ytrer sig ved, at høire og venstre halvdel av medullarfolden nærmer sig til hverandre med sin fri rand for til slutt å vokse sammen til et rør, *medullarrøret*; dette strekker sig da fra urmunnranden fremover langs midten av larvens ryggside; rørets forreste del er utvidet og representerer hjerneanlegget.

Gastrulaens indre cellelag har nu også begynt sin virksomhet, og i umiddelbar tilslutning til medullarrøret ser man foruten ryggstrengen, *chorda dorsalis*, også anleggene til kroppsmuskulatur og andre organer i form av symmetrisk beliggende *ursegmenter* som snart tydelig kan skjelnes på begge sider av centralnervesystemet. Også øien- og øreanlegg viser sig som blæreformige dannelser ved siden av *hjerneanlegget*. (Smlg. fig. 17).

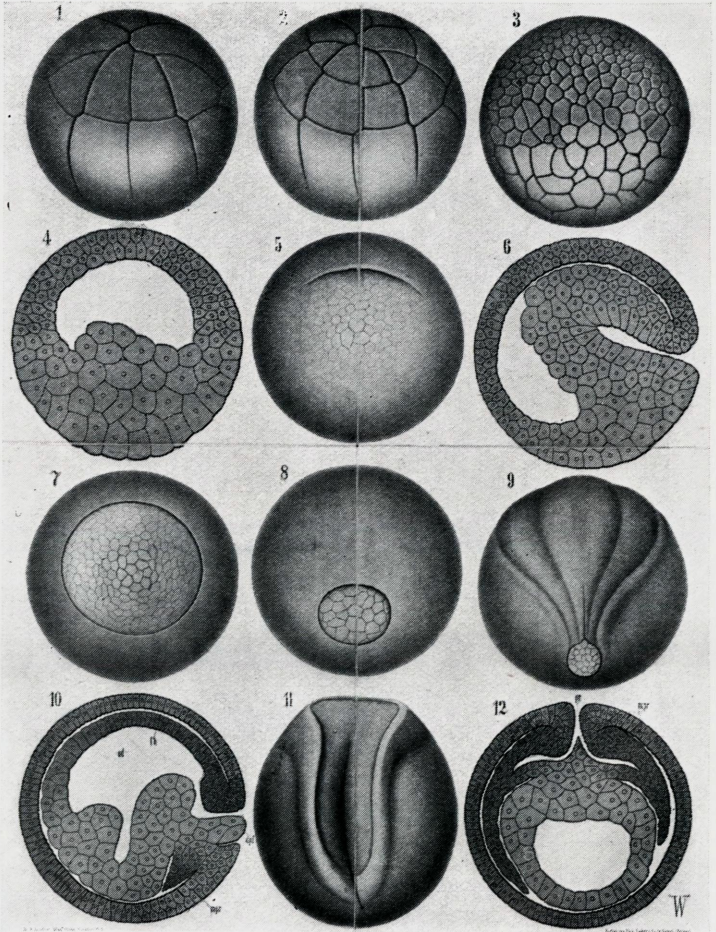
Mens hele denne virksomhet foregår på salamanderkimens dorsalside i umiddelbar tilslutning til urmunnlebens utfoldelse, forholder ventralsidens cellelag sig mer passivt; først litt etter litt, eftersom dorsalsidens organanlegg brer sig utover blir også ventralsiden trukket med inn i utformningen av larvens bukvegg.

Under den normale utvikling følger de enkelte stadier slag i slag etter hverandre, den ene prosess griper inn i den annen, uten at det er mulig å avgjøre hvad som i det enkelte tilfelle er årsak og hvad virkning. Først når prosessen på en eller annen måte tvinges inn i nye baner, — hvis et av livsmekanismens hjul går i stå, eller hvis det flyttes over i en ny forbindelse, — først da har man anledning til å studere hvad en sådan forandring fører med sig, først da kan man få et dypere innblikk i de årsaksrekker som under sitt kompliserte samspill karakteriserer livs- og utviklingsprosessen.

Nettopp dette er det jo utviklingsmekanikken søker å gjøre, og Spemann's transplantasjonsforsøk har her vist sig mer lovende enn noget annet. Han fant, som allerede



Plansje I.



Forklaring til Pl. I.

Forskjellige stadier av salamanderkimens første utvikling (smlg. teksten). Ved en stadig fortsatt celledeling (1—3) dannes en hulkule, *blastula* (4); hvis vegg på den ene halvdel er dannet av små, *animale*, celler mens den annen halvdel består av blommerrike *vegetative* celler. — Overgangen fra *blastulaen* til det såkalte *gastrula*-stadium viser sig først som en sigdformig innbuktning på grensen mellom den mørkere, *animale*, og den lysere, *vegetative* del av *blastulaen*. Fig. 5 viser dette, sett utenfra, mens fig. 6 viser et snitt gjennom samme stadium. Man ser her hvordan en spalte, *urmunnen*, fører inn i det ved innbuktningen dannede hulrum, *urtarmen*, mens den oprinnelige blastulahule fortrenkes til en smal spalte (se også 10). — Urmunnens øvre, konkave rand, betegner larvens ryggside (*dorsal*-siden) og denne *dorsale urmunnrand* spiller senere en ledende rolle under organdannelsen.

Innbuktningen brer sig fra den dorsale rand langs høire og venstre side ned til ventralsiden, og urmunnranden kommer derved til å danne en fra først av stor sirkel omkring de ennå ikke innbuktete vegetative celler (7); den trekker sig nu litt etter litt sammen over disse (8—9) inntil urmunnens til slutt bare viser sig som en fin stripe (11, nederst) den såkalte *primitiv*-stripe. På begge sider av denne fortsetter ennå lenge nydannelse av cellemateriale til grunnlag for larvens lengdetilvekst. Fig. 10 viser et mediansnitt gjennom et stadium som fig. 9; man ser (til høire) den lille propp av vegetative celler som ennå fyller urmunnens, og under og over denne ser man henholdsvis den ventrale og den dorsale urmunnrand. Innbuktningen er dypest ved den dorsale rand, og her fører *urmunnen* inn i *urtarmen*, hvis vegg på oversiden (larvens ryggside) består av to småcellede lag, mens de store vegetative celler allesammen ligger på buksiden. Begge de småcellede lag på ryggsiden stammer oprinnelig fra cellemateriale som lå ovenfor den *dorsale urmunnrand* (5), idet cellene under gastrulasjonen litt etter litt er forskjøvet over denne rand, som over en rulle (smlg. Pl. II a—e).

Samtidig med urmunnens lukning er også larvens organdannelse begynt. Anlegget til centralnervesystemet viser sig ovenfor den dorsale urmunnrand som en hestekoformet voll (fig. 9) *medullarfolden*, hvis side-render litt etter litt blir høiere og nærmer sig mot hverandre (fig. 11) for til slutt å lukke sig sammen til dannelsen av et rør langs midtlinjen av larvens rygg (*medullar-røret*).

Fig. 12 viser endelig et snitt tvers over primitivstripen (nederst på fig. 11, øverst fig. 12), hvor nydannelsen av cellemateriale stadig pågår.

nevnt, at det ikke er nogen tilfældighet når larvens organ-
anlegg både m. h. t. tid og sted viser sig å stå i et bestemt
forhold til den *dorsale urmunnlebe*, men at det er dennes
iboende krefter som, iallfall for en vesentlig del, er *årsak*
til organdannelsen.



Fig. 17.

Spemann og Hilde Mangold: Ved inn-
plantning, på buk-
siden av en salaman-
derlarve (dens hode
vender opover og
ryggsiden mot høire),
av en *organisator*, d.
v. s. et stykke av den
dorsale urmunnlebe,
fra en annen larve,
bevirket her utviklin-
gen av et litet, *sekun-
dært*, individ. Man ser
medullarrøret og an-
legg til kroppens *urseg-
menter* på begge sider
av dette (smlg. fig. 16).

Hvis nemlig et stykke av denne ur-
munnrand blev skåret ut og flyttet over
på en annen kim, på dennes ventralside,
så viste sig det forbausende resultat at
den her optrådte som en kraftig *organi-
sator* like over sine nye omgivelser, som
normalt bare skulde inngå i dannelsen
av vertslarvens bukvegg. I stedet for å
utføre denne forholdsvis passive rolle
begynte nu disse samme celler å ordne
sig til anlegg av medullarrør, urseg-
menter o. s. v., kort sagt til et litet indi-
vid med alle dets forskjellige organ-
anlegg, og dette til tross for at den
normale utvikling av disse samme an-
legg allerede var i full gang på vertslarvens
dorsalside, omkring dennes egen
organisator, dens dorsale urmunnlebe.
— Resultatet blev da en slags dobbelt-
larve med det oprinnelige, *primære* indi-
vidanlegg normalt beliggende på sala-
manderkimens dorsalside, og dessuten
et *sekundært* individanlegg opstått av
ventralsidens cellemateriale under inn-
flytelse av den fremmede *organisator*.

Hvad vil nu dette si for det spørs-
mål som her særlig interesserer oss,
spørsmålet om *vitalistisk* eller *mekani-
stisk* naturbetragtning?

I *ny-vitalismens* sprog måtte vel
det som her foregår nærmest uttrykkes

som en konkurransekamp mellom to *entelechier*, som hver for sig søker å realisere sitt helhetsbillede på grunnlag av det forhåndenværende, i og for sig indifferente celledmateriale, — og den dorsale urmunnlebe måtte fremfor nogen annen del av cellemassen betraktes som entelechiens sæte. Utviklingen vilde, tross cellenes indre kromosomstrukturer måtte karakteriseres som *epigenetisk* idet dens drivende krefter vilde være å søke *utenfor* disse strukturer, på en eller annen måte knyttet til organisatoren. — En vitalistisk opfatning av denne art vilde, hvis forskningen hadde slått sig til ro med det hittil vunne resultat, danne et utmerket grunnlag for interessante teoretiske deduksjoner angående entelechiens art og virkemåte. —

Spemann har dog, selvom han i første øieblikk syntes å ha sympati for en vitalistisk opfatning av organisatoren, allikevel uopholdelig fortsatt å analysere den ad *induktiv* vei og etter rent *mekanistiske* prinsipper, ved stadig videregående forsøk på å klarlegge årsaksforholdet mellom de enkelte faktorer i utviklingsprosessen. Han har, sammen med sine medarbeidere, med en beundringsverdig logikk og planmessighet forstått å stille det ene spørsmål etter det annet til naturen selv, og har også, ad eksperimentell vei, allerede fått svar på mange av sine spørsmål.

Først og fremst gjaldt det å komme på det rene med organisatorens *lokalisasjon*. Hvor stort er det område omkring den dorsale urmunnlebe som sitter inne med organisatoriske krefter, og hvorledes er den organiserende evne fordelt innenfor dette område?

Ved hjelp av den Vogt'ske vitalfarvning (Pl. II) har man nu kunnet konstatere at organisatorens *lokalisasjon* faller innenfor et omtrent halvcirkelformig felt av blastulaveggen, med centrum i den dorsale urmunnlebe på den første, sigdformige stadium (Pl. II a—b). Man har samtidig også funnet at de organisatoriske krefter avtar fra centrum av feltet utover mot periferien. — Men nettop

dette felt har under den normale utvikling en ganske bestemt oppgave å utføre. Dette parti av blastulaveggen er det som under lukningen av urmunnens blir forskjøvet over leberanden, som over en rulle, så det kommer til å representere det indre cellelag av den ferdige

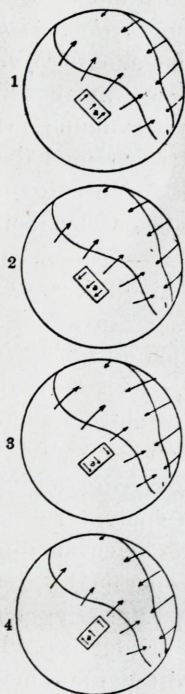


Fig. 18.

Efter Goertler: skjematisk fremstilling av hvordan bevegelsestendenser i det transplanterte stykke (den lille firkant) kan arbeide sammen med, eller komme i kollisjon med, bevegelsesretningen på vedkommende sted av vertslarvens overflate.

Den hesteskoformede bølge betegner centralnervesystemets anlegg, hvor der på dette stadium foregår en stadig cellevandring, i pilenes retning, innover mot ryggenes midtlinje. Hvis cellebevegelsen i det innplantede stykke også foregår i denne retning (1) fant Goertler at dette stykke ganske rolig fortsatte sin egen, opprinnelige utvikling. Hvis implantatets cellebevegelse derimot på en eller annen måte kom i konflikt med de nye omgivelseres bevegelsestendens (2-4) da bukket det under for den sterkere makt og føiet sig inn som et ledd i vertslarvens utvikling.

gastrulas dorsalvegg — det lag altså som ligger umiddelbart under centralnervesystemet (Pl. I 10) og gir opprinnelse til utviklingen av ryggstreng og ursegmenter (se ovenfor s. 48). — Det er altså under den normale utvikling et veldig arbeide som utføres av cellene i organisatorfeltet, og det er allerede herav klart at de måtte sitte inne med krefter som betinger denne *kvantitativt* så

sterke energiutfoldelse, — selv om man ikke på forhånd kan ha nogen begrunnet mening om hvorvidt de også er *kvalitativt* eiendommelige.

En videre planmessig, eksperimentell analyse har nu også godtgjort at organisatorfeltets deler er karakterisert ved en bestemt *polaritet*, d. v. s. man kan under transplantasjonen, gjennom plaseringen av organisatorstykkene, på forhånd vilkårlig bestemme det sekundære individs lengderetning i forhold til vertskimens akser. På samme måte ser det ut til at organisatoren også er i besiddelse av en *lateralitet* som bestemmer det vordende individanleggs høire og venstre side.

Så overmektig som organisatoren viste sig å være likeoverfor det omliggende cellelevv måtte man fra først av ganske naturlig få inntrykk av, at utviklingsprosessens krefter opprinnelig var centralisert i denne, og at de herfra efterhånden blev fordelt til det omkringliggende, i og for sig indifferente anleggsmateriale, — at organisatoren med andre ord optrådte som en utenforstående leder av en rent *epigenetisk* utformning. — De aller nyeste resultater av Spemann-skolens alltid videregående analyse tyder dog på at der ved siden av organisatoren også fins andre intimstrukturer, eller iboende tendenser, i den tilsynelatende indifferente kim.

I denne retning peker nye undersøkelser av Vogt som ved, på blastulastadiet, å fjerne bestemte deler av celleveggen utenfor organisatorfeltet kunde frembringe defekter i tilsvarende regioner av den larve, som utviklet sig. — I samme retning peker også *Goertler's* resultater angående betydningen av transplantatets orientering i forhold til den i vertslarvens cellemateriale fremherskende „*bevegelsestendens*“ på det sted hvor det innplantes. Hvis denne faller sammen med bevegelsesretningen i transplantatets egne celler (fig. 18, a), kan dette uforstyrret fortsette sin opprinnelige utvikling; men orienteres transplantatet så at disse bevegelsestendenser kommer i strid

med omgivelsenes (fig. 18, 2-4), vil dets videre utviklingsgang bli avbøiet og eventuelt føie sig inn som et ledd i vertsorganismens harmoniske hele.

Disse resultater er ennå av rent foreløbig art. Men de peker dog tydelig i retning av at organisatoren ikke er enerådende under utviklingen, men at dens ledende stilling overfor andre utviklingstendenser iallfall for en vesentlig del er av *kvantitativ* art, idet den skyldes den *større intensitet* av den innflytelse den øver på omgivelsene.

Skjønt vi ennå er meget langt fra å ha en virkelig *forståelse* av selve organisator-anlegget og dettes iboende krefter, så har dog kjennskapet til organisatorens eksistens og virkemåte ført oss et langt skritt fremover i forståelsen av utviklingsprosessens helhetsvirkning og de enkelte delers harmoniske samvirken. — Den styrkeforskjell som her har vist sig mellem delenes iboende krefter vil i og for sig være nok til å begrunne de svakere delers mer eller mindre fullstendige underkastelse under den sterkere makt, og dermed også til å sikre helhetsbilledets gjennomførelse.

Men kjennskapet til organisatoren står ikke i noget som helst motsetningsforhold til vår opfatning av *kromosomkomplekset* som den bærende struktur i alle levende organismer. Ingen celle, hverken i eller utenfor organisatorkomplekset, vilde kunde utføre sin rolle under utviklingen hvis den ikke inneholdt et komplett kromosomkompleks.

Skulde vi derfor i dag besvare spørsmålet om *preformasjon* eller *epigenese* i utviklingen, må vi først og fremst ta i betraktning at vi i kromosomene med *genekomplekset* har *preformerte strukturer* som vi ennå aldri har hatt anledning til å studere i sin vorden. De fortsetter sig og overføres fra den ene generasjon til den annen, like kontinuerlig som livet selv. Hvorvidt cellelegemet, *cytoplasmaet*, omkring kromosomene er mer eller mindre

indifferent, og på hvilket stadium dets enkelte deler blir determinert i sin videre utvikling, også dette vil uten tvil i siste instans kunne føres tilbake på innflytelser fra det preformerte genekompleks.

Men kromosomene er på sin side atter utsatt for tilbakevirkende innflytelser fra det omgivende cytoplasmas side. Eftersom dette varierer i sin kjemiske eller fysiske opbygning vil den ene eller den annen gruppe av de i genekomplekset bundne energimengder frigjøres og settes i virksomhet, og kanskje påny virke tilbake på en videre differentiering eller determinering av cytoplasmaet. — Utviklingen arter sig, såvitt vi idag kan se, som en ustandselig vekselvirkning fra kromosomer til cytoplasma og tilbake igjen; den blir hverken ren preformasjon eller ren epigenese, men en intim og komplisert blanding av begge, med utgangspunkt riktignok i det iallfall i sin ytre ramme preformerte kromosomkompleks.

En sammenligning endelig mellom *ny-vitalismen* og våre dagers *kritiske mekanisme* viser at spranget mellom dem i virkeligheten ikke er stort, selv om det fra forskersynspunkt kan være vesentlig nok.

Begge retninger gir *kausalteten* fritt spillerum, samtidig som de fullt ut innrømmer naturforskningens begrensning til det vi med våre sanser kan iaktta eller opfatte.

Begge retninger erkjenner også *livsprosessen*s egenart som naturfenomen, livets *autonomi*, som får sitt karakteristiske uttrykk i dets *evne til selvbevarelse*.

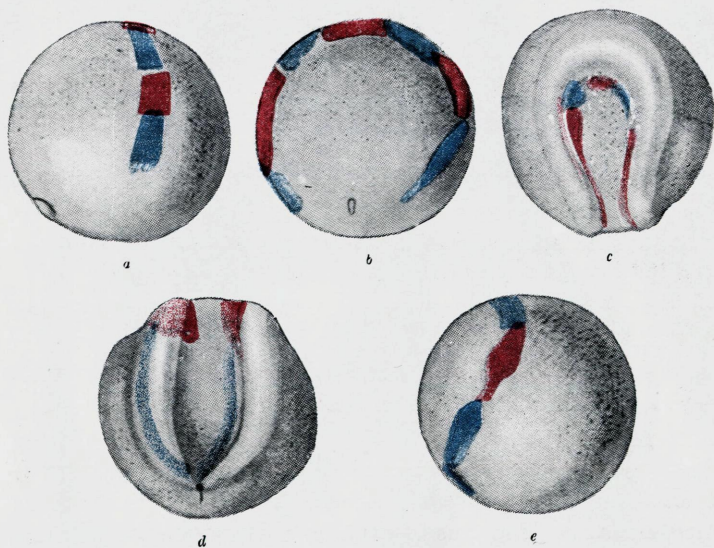
De to retninger skiller sig imidlertid fra hverandre m. h. t. det punkt hvor de finner å måtte trekke grensen for naturforskningens område. *Ny-vitalistene* trekker denne mellom den anorganiske og den organiske naturs krefter; *mekanistene* derimot trekker den, innenfor begge disse områder, på overgangen mellom det forståelige og det uforståelige, det *rasjonale* og det *irra-*

sjonale, eller man kunde kanskje si mellom det målbare, det *kvantitativt* fattbare, og de spesifikke *kvaliteter* som ligger bak kvantitetene. Også i den anorganiske natur er det jo meget som ligger utenfor vår virkelige forståelse. — For de levende organismers vedkommende trekker *Max Hartmann* naturforskningens grense ved *bevissthetslivet* ikke fordi dette kan tenkes å eksistere adskilt fra de fysiologiske fenomener — „den psyko-fysiologiske enhet må ansees som gitt“, — men fordi bevissthetslivet studeres ved helt andre metoder, enn de naturforskningen benytter. Virkelige erfaringer kan man bare gjøre over sitt eget bevissthetsliv, gjennom selvstudiets *introspektive* metoder, og kun gjennom analogi-slutninger kan så disse erfaringer overføres til også å gjelde andre.

Det annet og vesentligste skille mellom de to retninger ligger deri, at *vitalistene* anser det *nødvendig* å anta en spesifikk regulerende faktor utenfor kausalloven for å kunne forklare organismenes harmoni, deres helhetsvirkning. — *Mekanistene* derimot anerkjenner ikke denne nødvendighet. De anser organismenes helhetsvirkning, ikke som en uoverstigelig hindring for forskningen, men tvert imot som et stort og interessant problem, som gjennom forskning, langt mer enn gjennom teoretiske spekulasjoner, både bør og kan gjøres til gjenstand for analyse.

Overbevisningen om at det sikkerlig ennu alltid vil bli et *rest-problem*, en ukjent X, stående uopklart gjør intet skår i denne mekanistenes opfatning. Nettopp det åpne spørsmål, målets uendelige fjernhet, er for forskeren den evig virkende spore til stadig videre fremrykning.

Plansje II.



Vital-farvning (d. v. s. farvning av det levende cellevev) av amfibiekim efter *W. Vogts* metode. (Eft. Goertler.)

Billedene viser hvordan de blå- og rødfarvede stykker av salamanderkimen fra først av danner en stor bue omkring urmunnranden (nederst til venstre på fig. *a*). Under den videre utvikling (*b* og *e*) blir den farvede bue trangere ved at cellematerialet innenfor den for en stor del blir trukket inn over urmunnranden (smlg. fig. *a* og fig. *e*). Det farvede materiale inngår til slutt i dannelsen av centralnervesystemet, som viser sig (fig. *c*–*d*) som en hesteskoformet voll like over urmunn. (Smlg. teksten fig. 16 og Pl. I.)



INNBUNDET I
FOLKEBOK-
SAMLINGENES
EKSPEDISJON
OSLO

Bodø folkeboksamling

577 B 64 02 II



Depotbiblioteket



98sd 37 450

577 B6401

BONNEVIE, ORGANISK UTVIKLING II