



D.W.

NATUREN

ILLUSTRERT MÅNEDSSKRIFT FOR
POPULÆR NATURVIDENSKAP

utgitt av Bergens Museum

redigert av prof. dr. phil. Torbjørn Gaarder

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

JOHN GRIEGS FORLAG - BERGEN

Nr. 9

59de årgang - 1935

September

INNHOLD

BJØRN FØYN: Problemet om artenes omdannelse sett i den moderne forsknings lys.....	257
OSCAR HAGEM: Virusforskning og virussykdommer ...	264
J. BJERKNES: Utforskingen av de høiere luftlag	278
SMÅSTYKKER: B. I. Birkeland: Temperatur og nedbør i Norge.....	288

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

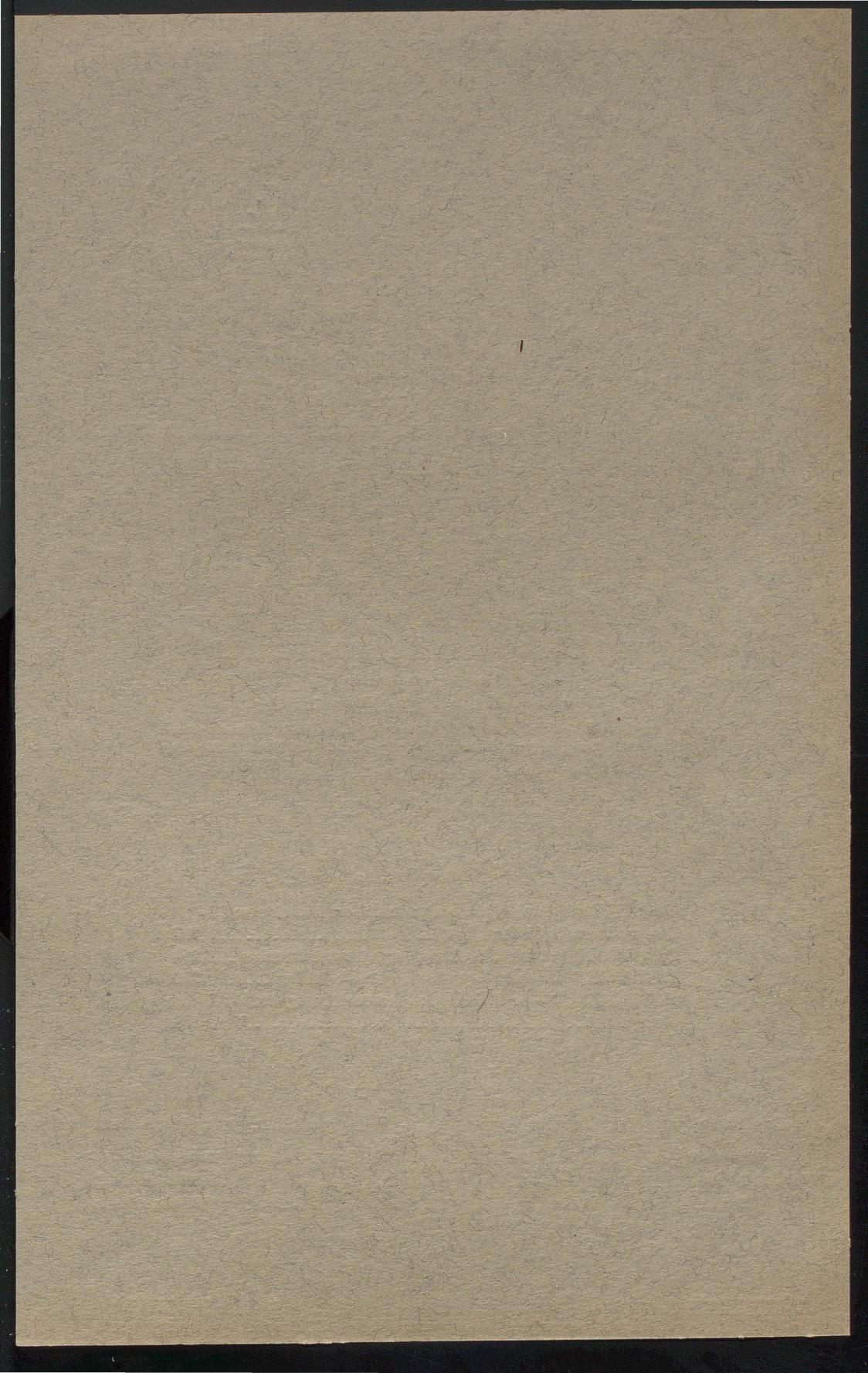
Kommisjonær
John Grieg
Bergen

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjoner
P. Haase & Søn
Kjøbenhavn



Eftertrykk av „Naturen“'s artikler tillates såfremt „Naturen“ tydelig angis som



Problemet om artenes omdannelse sett i den moderne forsknings lys.

Av Bjørn Føyn.¹⁾

At de nulevende arter er opstått gjennem en gradvis utvikling av organismer som levet i tidligere jordperioder, derom hersker der blandt de fleste forskere ingen tvil lenger. Den sammenlignende morfologi, paleontologien og dyre- og plantekogeografien har her bragt tilveie et bevismateriale i den grad omfattende og overbevisende, at evolusjonslærrens gylldighet ikke lengere kan betviles. For så vidt er problemet om artenes omdannelse intet problem lenger. Problemet oppstår først når vi spør på hvilken måte omdannelsen har skjedd og fremdeles skjer, hvilke veier utviklingen følger og hvilke lover som behersker den.

De dominerende teorier: Lamarcks lære om erhvervede egenskapers nedarving og Darwins seleksjonsteori, kom ved den moderne arvelighetsforsknings utvikling i et nytt lys, et lys som for lamarckismens vedkommende, ialfall i dens oprinnelige form, har ført til absolutt forkastelse. Ikke i et eneste av de tilfeller hvor en eksperimentell prøve har vært mulig, har det latt sig vise at erhvervede egenskaper kan nedarves. Men også for darwinismens vedkommende syntes det i genetikkens første år som om forutsetningene sviktet. Bortsett fra nykombinasjoner ved rase- og arts-kryssninger fant arvelighetsforskerne ingen annen måte hvordan organismene arvelig kan forandres, enn gjennem *mutation*.

¹⁾ Prøveforelesning (opgitt emne) for den filosofiske doktorgrad, holdt den 8. mai 1935.

sjoner. Men nettop disse syntes å være sjeldne foreteelser, alt for sjeldne til å kunne gi grunnlag for en naturlig seleksjon. De muterte individer syntes også næsten alltid å være rene misdannelser.

Denne opfatning har vist sig å være gal. Når de fleste mutasjoner syntes å gi ophav til misdannelser, så skyldtes det at man i den første tid bare opdaget de mutanter hvis ytre var påfallende endret. Med den stigende erfaring og skjerpelse av blikket, som det stadige og intense studium av en og samme form måtte føre til, blev det litt etter litt klart at de påfallende mutasjoner bare er de ekstreme tilfeller, og at ganske små, ofte næsten usynlige genmutasjoner slett ikke er så sjeldne og slett ikke alltid fører til nedsatt vitalitet. I 1924 fremhevet Tine Tammes for *Linums* og Baaur for *Antirrhinums* vedkommende at de små genmutasjoner hos disse er tilstrekkelig tallrike til å kunne danne grunnlag for en naturlig seleksjon. Tre år i forveien var Sturtevant gjennem sin sammenlignende studie over de nordamerikanske *Drosophila*-arter kommet til at artsforskjellene innen denne slekt meget vel kan tenkes fremkommet ved en summasjon av utallige små genmutasjoner. Til den samme opfatning ledet også Baurs artskryssninger med en rekke *Antirrhinum*-arter; samtlige artsdifferenser lot sig føre tilbake til et stort antall arvefaktorer av samme slags som de som optrer som genmutasjoner.

Men, kan man her innvende, var da de arter som blev krysset, virkelige arter og ikke bare representanter for fjerntstående raser innen én og samme art? I almindelighet lar jo de fleste arter sig ikke krysse med hinannen, og selv om de gjør det, så er bastardene oftest sterile. Hvor er grensen mellom rase og art? Her støter vi på en vanskelighet som de zoologiske systematikere nu søker å undgå, idet de ved siden av den morfologiske karakterisering også tar hensyn til den geografiske utbredelse. De fleste arter lar sig opdele i geografiske raser, som i sin utbredelse grenser op til hinannen og her i grensetraktene jevnt går over i hverandre. De sammenhørende raser danner tilsammen en *rasekrets* eller en *rasekjede*, og denne tilsvarer nu den *Linneiske* art. De

ytterste ledd i kjeden kan være sterkt forskjellige, ofte så forskjellige at man uten kjennskap til sammenhengen vilde anse dem for to arter.

Et godt eksempel på dette gir studiet av kjøttmeisens rasekjede (fig. 1). Den faller i tre hovedgrupper, som igjen omfatter flere småraser. De europeiske raser har grønn rygg og gul buk, rasene fra Persien av og østover til Sundaøene er grå på ryggen og hvit i buken. De kinesiske og japanske raser har en gulgrønn flekk øverst på ryggen, som ellers er

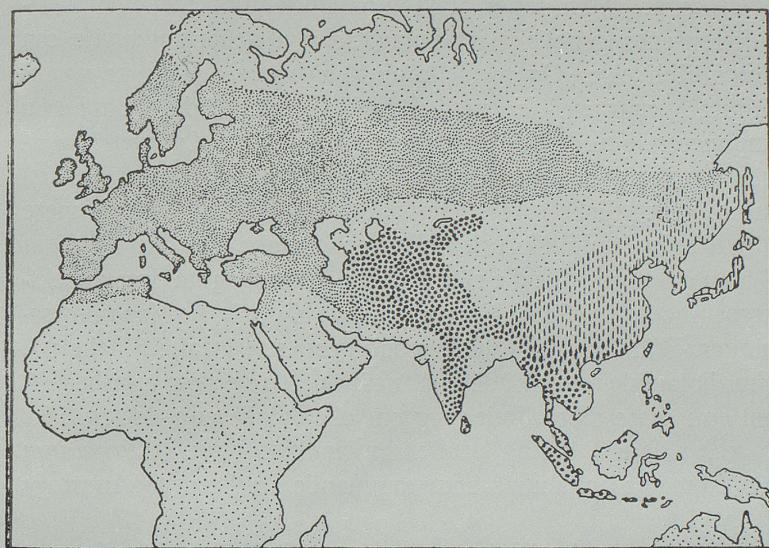


Fig. 1.

grå. Dessuten er de mindre enn de øvrige. De tre raser går jevnt over i hverandre. I grensesonene er det ofte vanskelig å avgjøre til hvilken rase en fugl skal regnes. Som vi nu ser brer den europeiske rase sig i en forholdsvis smal stripe østover og støter her sammen med den østasiatiske. Men her blander rasene sig ikke med hinannen! I en forholdsvis bred sone lever de her sammen uten at der skjer bastardering. Personlig føler meisene fra de to raser sig som gode arter.

Ennu er det bare i zoologien at dette inndelingsprinsipp har fått innpass; i botanikken synes det, bortsett fra enkelte spredte forsøk, ikke å ha slått igjennem.

Rasekjeden gir oss et billede av artens utformning og tilpasning til de spesielle omgivelser, dens evne til omdannelse. Mange forskere og da særlig systematikerne som jo i høiere grad enn noen annen sitter inne med det førstehånds kjennskap til materialet som det foreligger i naturen, og som dermed også står under det sterkeste inntrykk av den intime samhørighet som består mellom rasen og dens utbredelsesområde, kan vanskelig fri sig for følelsen av at det er omverdenen, miljøet, som *direkte* utformer rasens karakteristiske egenskaper. Men det er klart at så lenge vi ikke kjenner rasedifferensenes genetiske grunnlag, kan vi heller intet vite om deres tilblivelse. Og på dette område har vi idag ikke meget å føre i marken. Foruten Richard Goldschmidt's imponerende undersøkelse over sommerfuglen *Lymantria dispar* og Sumners arbeider med de amerikanske *Peromyscus*-arters geografiske raser, har vi innen zoologien bare de mere tilfeldige kryssningsforsøk mellom enkelte geografiske raser som Standfuss', Federleys, Towers og andres insekt-kryssninger, Pollys, Thomas og Huxleys fasankryssninger, Whitemans duekryssninger o.s.v. å falle tilbake på. Fra botanikkens område må nevnes Tursons arbeider, om enn disse mere dreier seg om økologiske enn geografiske raser, videre Baurs ufullendte analyse over *Antirrhinum* og Zimmermanns ennu pågående studie over *Anemone pulsatilla*.

Samtlige arbeider viser at rasenes hovedkarakter for det meste er genetisk betinget, men at noen også — som vi jo måtte vente det — er rene modifikasjoner. At også ganske spesielle tilpasningskarakterer kan være arvelige, viser bl. a. Goldschmidt's forsøk med *Lymantria*. Dette dyrs livscyklus forløper således: den ferdige sommerfugl kommer ut om sommeren og legger da sine egg, som straks begynner å utvikles. Larven slipper imidlertid ikke ut, men forblir i eggene og overvintrer i dette. Først når det er blitt grønt om våren, kommer den ut og utvikler sig i løpet av sommeren til ferdig sommerfugl. Det normale forløp av denne livscyklus er altså bare mulig når larven ikke slipper for tidlig ut om våren, før det er mat å få, men heller ikke for sent til at den

kan fullføre sin utvikling i sommerens løp. Livsløpet må tilsvare årstidene varighet på vedkommende sted. Ved en tilstrekkelig rummelig evne til å kunne innrette sig etter forholdene ø: ved en tilstrekkelig bred modifikabilitet er dette mulig, men det interessante er at denne tilpasning hos *Lymantria* i hvert enkelt tilfelle er genetisk betinget. Larvene i det nordligste Japan hvor våren og sommeren er forholdsvis kort, trenger en relativ liten varmemengde før de reagerer og kommer ut av eggene, mens larvene hos de raser som lever ved Middelhavets kyster, krever en temmelig stor varmemengde for å reagere. Og denne forskjellige evne til å reagere er arvelig betinget. Det samme gjelder lengden av larvens utviklingstid etter at den er kommet ut. Egg fra den nordjapanske rase klekkes ved Middelhavet for tidlig, før larven kan finne næring, mens egg som fra Middelhavet overføres til Nordjapan, klekkes for sent. — Gjennem hele *Lymantrias* vidstrakte utbredelsesområde fant Goldschmidt i denne henseende den mest intime genetiske tilpasning, betinget av et samspill mellom mange gener, som hver for sig bare bevirker ganske små kvantitative forskjeller i organismens fysiologi.

Det er ikke her tid til å gå inn på de andre rasekarakterer som Goldschmidt har analysert hos *Lymantria*. Det er karakterer av høist forskjellig art: de kjønnsbestemmende geners styrke, gonadenes utviklingstid, antall hudskifter hos larven, legemsstørrelsen, cellenes størrelse, kromosomenes størrelse, larvenes farvetegninger o. s. v. For alle gjelder at de er genetisk betinget og skyldes de forskjelligste typer av mendlende arv, som enkelt og kjønnskontrollert arv, multiple alleler og polymeri. I noen tilfeller spiller dessuten cytoplasmatiske forskjeller inn.

Til prinsipielt det samme resultat har også Sumner s arbeide ført. — Da vi ennå ikke kjenner andre måter hvorved forskjeller mellom mendlende gener kan opstå på enn ved mutasjoner, kan vi foreløpig heller ikke forklare oss de geografiske rasers dannelse anderledes enn ved mutasjoner og seleksjon: Når der i en populasjon fremkommer individer som på grunn av en eller annen eller flere genmutasjoner er blitt

i stand til å leve utenfor grensen av rasens område, når de som Cu en o t har uttrykt det, er blitt preadaptert til en ny lokalitet, f. eks. lengere mot nord eller høiere til fjells, så kan de når de — f. eks. på grunn av overbefolkning — tren ges ut over grensen for dette området, slå sig ned der og hevde sig i kampen for tilværelsen. Ved videre småmutasjoner kan så nye kombinasjoner opstå; seleksjonen begynner sin virksomhet, og tilpasningen til den nye lokalitet blir mere og mere fullkommen. — I de centrale strøk av rasekretsens utbredelsesområde vil de nye variasjoner naturligvis lett ut viskes ved bastardering, og evolusjonen må derfor her gå meget langtommere enn i utkantene av området, hvis da ikke den fri kryssning på en eller annen måte hindres, f. eks. ved en forandring av miljøet, av organismenes parringsorganer eller av deres kjønnsinstinkter.

Mot denne opfatning av de geografiske rasers fremkomst er det ofte blitt innvendt at de karakterer det dreier sig om, i mange tilfeller umulig kan tenkes å ha noen seleksjonsverdi. Hertil må svares at de småmutasjoner som etter vår menneskelige bedømmelse bare bevirker en ubetydelig forandring av en for organismen helt betydningsløs karakter, selv følgelig samtidig kan ha en fysiologisk virkning. Et enkelt gen bevir ker jo ikke bare fremkomsten av en enkelt egenskap, men hvert gen griper inn i tallrike utviklingsprosesser. Den hvit øiete mutant hos *Drosophila melanogaster* som ved den for dyret normale temperatur, 25°, er mindre levedyktig enn den rødøiete stamform, blir så snart temperaturen stiger, mere levedyktig enn denne. En forandring i de ytre forhold kan altså gi en under de oprinnelige forhold direkte uheldig mutasjon en stor seleksjonsverdi. Hos tobakksplanten har H o n i g beskrevet en mutasjon som på Sumatra bevirker dvergvekst og sterilitet, mens de samme mutanter i Holland utvikler sig til høie fertile planter.

Oftest vil selv følgelig en mutasjon være uheldig for individet, vi kan jo ikke vente annet når vi tenker på hvor høit differensierte og tilpassete systemer det er det dreier sig om; men muligheten består alltid for at et slikt recessivt gen, efter å ha prøvet en uendelighet av kombinasjoner, til syvende og

sist kommer inn i en kombinasjon hvor det passer inn, hvor det sammen med den øvrige genbestand bevirker en forhøjet vitalitet.

Professor K ü h n i Göttingen har fortalt et ganske morsomt tilfelle hos *Ephestia kühniella*: På grunn av en mutasjon optrådte der dyr med røde istedetfor som normalt sorte øiner. De rødøiete viste sig mindre livskraftige enn stamformen. Efter en tid muterte i den rødøiete rase et annet gen, som også har innflytelse på øiets pigmentering: de for faktoren homozygote dyr har fiolette gjennemskinnende øiner. Og disse dyr er *like* så levedyktige som den sortøiete stamform. En på grunn av en mutasjon inntruffet forstyrrelse i det harmoniske samvirke mellom genene kan altså ved en ny mutasjon opheves.

At det er overraskende små fordeler som skal til for at en mutasjon skal slå igjennem, viser de beregninger som i den senere tid er blitt utført av Haldane, Fisher og Ludwig.

Siden 1927 vet vi at mutasjoner kan utløses ved røntgen- og radiumstråler. Da det viste sig at de fremkomne mutasjoner var de samme som under almindelige forhold spontant opstår, lå tanken nær at man kanskje i den naturlige radioaktivitet kunde søke en av kildene til artenes omdannelse. Efter de beregninger som Timoféeff-Ressovsky, Müller, Mott-Smith og andre har utført, er dette lite sannsynlig; den naturlige stråling er meget for svak.

At man også ved varme og kulde kan øke antallet av mutasjoner, vet vi fra Goldschmidt, Jollos og Gottscheewski. Det bør kanskje her fremheves at der er absolutt intet som tyder på at de mutasjoner som viser sig etter en ytre påvirkning, står i forhold til denne form av en tilpasning.

I hvilken grad forandringer i atmosfærrens gassgehalt (f. eks. i industristrøk) kan forhøie mutasjonshyppigheten trenger ennu en videre undersøkelse. Det har lenge vært kjent at melanotiske former av forskjellige sommerfuglarter, former som for vel hundre år siden var meget sjeldne, nu, særlig i Mellemeuropa og England, holder på å fortrenge stamfor-

mene. Genetiske undersøkelser har vist at det kan dreie seg om dominante, recessive eller polymere, til dels også x-bundne gener. Formene er særlig almindelig i industristrøk og det er derfor naturlig at man har satt deres tilsynekomst i forbindelse med de atmosfæriske forurensninger i disse strøk. Harrison foret individer fra en ren stamme av *Selenia bilunaria* — en art hos hvem der ennå ikke var påvist noe tilfelle av melanisme — med blader som var innsatt med blymanganat. I F₂-generasjonen fremkom noen mørke individer, som, krysset til ikke behandlede dyr, i F₂ gav typisk monohybrid spaltning. Vi synes altså åstå overfor et tilfelle av mutasjon utløst ved kjemisk påvirkning. Hvorfor den muterte form er mere levedyktig enn stamformen vet vi ikke. Det hele forhold trenger til en omfattende undersøkelse.

(Forts.)

Virusforskning og virussykdommer.

Av Oscar Hagem.¹⁾

I.

Mikrobiologien er den videnskap som behandler de mikroskopisk små sopper og bakterier, og denne videnskap har i de siste år feiret sitt 250-års jubileum. Begynnelsen til vår viden om disse organismer er nemlig knyttet til hollenderen Leeuwenhoeks navn, og det var omkring 1680 at denne forsker gjorde sine opdagelser. Leeuwenhoek var optatt med å lave linser — eller forstørrelsesglass, som vi sier i daglig tale — og med å sette disse sammen til det vi nu kaller mikroskop. Det er sannsynlig at han på denne måte har oppnådd en forstørrelse av ca. 200 ganger, og ved hjelp av disse sine apparater så han for første gang nogen over-

¹⁾ 2 radioforedrag våren 1935. Av plasshensyn har forfatteren avstått fra en omarbeidning eller utvidelse av foredragene, som er trykt etter foredragsmanuscriptet.

ordentlig små og til da ukjente organismer. I 1680 oppdaget og avbildet han således ølgjærsoppen, og i 1683 gav han den første tegning av bakterier (fig. 1).

Som det så ofte går pioneerene, slik gikk det også Leeuwenhoek. Hans oppdagelser gikk nærmest i glemmeboken, og det varte 150 år før man — i 1830-årene — for alvor tok fatt på studiet av de mikroskopiske sopper og bakterier. Og vårt nuværende kjennskap til dem skylder vi altså bare de siste 100 års forskningsarbeide. De resultater som dette arbeide har gitt, er nu grunnlaget, ikke bare for en rekke store

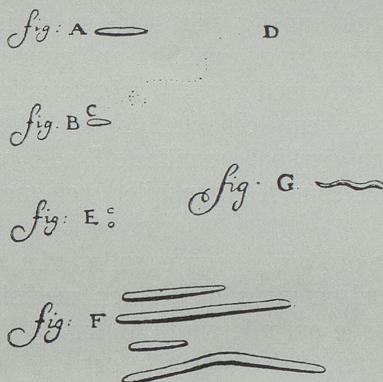


Fig. 1. De første avbildninger av bakterier etter Leeuwenhoek 1683.

tekniske bedrifter, men for alt som heter hygiene- og sykdomsbehandling. Og de oppgaver som den mikrobiologiske forskning har løst og den dag i dag løser, står fullt på høide med kjemiens, fysikkens og de tekniske videnskapers seire, selv om mikrobiologiens triumfer ikke i den grad er nådd frem til allemanns eie.

I våre dager oplever vi imidlertid innledningen til en ny forskningsretnings utvikling, en forskning som nærmest må betraktes som en ny frodig gren på den gamle mikrobiologi. Det er den nye *virusforskning*.

Leserne vil vite at en rekke smittsomme sykdommer, som difteri, tyfus, pest og kolera, skyldes hver sin bestemte bakterie. Og disse bakterier kan man isolere og dyrke i labora-

toriene på et kunstig, dødt næringssubstrat. De er ikke mindre disse bakterier enn at vi godt kan se dem i sterke mikroskoper, og vi kjenner derfor ganske noe deres utseende, vekst, formering og andre egenskaper.

Der er imidlertid andre sykdommer som også er meget smittsomme, men hvor man ennå ikke har funnet påvise eller dyrke nogen bakterie som kan sies å være sykdommens årsak. Det gjelder sykdommer som *poliomyelit*, *kopper*, *gul feber*, *kusma*, *hundegalskap*, *munn- og klovsyken* og en hel rekke *mosaikksyker* hos planter. Ved alle disse sykdommer er der sikkert et smittestoff til stede, men det er ennå ikke lykkes å rendyrke det på kunstig substrat som andre sykdomsbakterier. Smittestoffets enkeltpartikler er dessuten så små at vi ikke kan se dem selv med våre aller beste mikroskoper, og så små at de går gjennem de bakteriologiske filtre. Det er dette usynlige og ikke dyrkbare smittestoff som vi kaller *virus*, og de sykdommer som det fremkaller, betegner vi som *virus-sykdommer*.

Det latinske ord *virus* betyr egentlig *slim*, men også giftig stoff; og betegnelsen virus blev i den medisinske forskning lenge benyttet både om alle smittestoffer og til dels også om rent kjemiskegifter, som slangegift, der ofte sees kalt slangevirus. I plantesykdomslæren, hvor virusforskningen i de siste 20 år har fått en dominerende plass, bruker man betegnelsen virus bare om det usynlige, filtrerbare og ikke dyrkbare smittestoff, og betegnelsen virussykdommer bare om de sykdommer som dette smittestoff fremkaller. Denne begrensning av begrepet virussykdommer er nu trengt igjennem også på zoologisk og medisinsk område.

Virusforskningens historie er kort og begynner i 1892. Det var en russisk forsker Iwanowski som dengang, under sitt arbeide med tobakksplantens mosaikksyke, kom til det resultat at denne sykdoms smittestoff var så fint fordelt at det gikk igjennem de bakteriologiske filtre, som holder bakteriene tilbake. Denne opsigtsvekkende opdagelse fikk til å begynne med ikke den betydning som den fortjente. Det var først da den hollandske bakteriolog Beijerinck 6 år senere

— 1898 — bekreftet den, at støtet blev gitt til den raske utvikling som virusforskningen har fått i vårt århundre.

Omtrent samtidig kom to tyske forskere, Loeffler og Frosch, til det resultat at munn- og klovesykens smittestoff likeledes gikk gjennem de bakteriologiske filtre.

Hvad vet vi så nu, efter 35 års intens forskning, om disse eiendommelige former for smittestoff og om de av dem fremkalte virussykdommer?

Stort sett adskiller ikke virussykdommene sig meget fra andre, av bakterier fremkalte, sykdommer. Dette gjelder især menneskets og dyrenes virussykdommer. Hos plantene er det noget anderledes, men dette skal jeg få komme tilbake til nedenfor. Langt større interesse — av mere almen biologisk art — knytter det sig til virussykdommenes smittestoff, til virus selv.

En vesentlig, men riktignok bare kvantitativ, forskjell mellom et smittestoff av bakterier og et virus er den at de enkelte viruspartikler er så små at de er usynlige selv i våre beste mikroskoper. Hvad betyr det så at en partikkel er mikroskopisk usynlig, og hvor små legemer kan vi overhodet se i våre mikroskoper?

De minste levende organismer vi hittil har kjent, er nogen små bakterier, som bare såvidt er synlige i de beste mikroskoper, hvor forstørrelsen når op i 1500—2200 ganger. Skal vi måle størrelsen på disse bakterier, nytter det ikke å bruke dagliglivets centimetermål, hvor den minste inndeling er 1 mm. Vi må dele millimeteren op i 1000 deler og får derved en måleenhet som kalles en *mikron*. En slik mikron eller $1/1000$ mm betegnes som regel med det greske bokstav μ (= my) og kalles derfor også ofte 1μ (= 1 my). Denne enhet strekker til for måling av bakteriene, men den er for stor som måleenhet for de ennu mindre viruspartikler. For å kunne måle deres størrelse må vi dele en mikron i 1000 deler, og vi får en enhet som kalles en *millimikron*, og som betegnes med $m\mu$ (eller *feilaktig* $\mu\mu$). En slik millimikron er altså bare en millionedel av en millimeter. Utrustet med disse måleenheter kan vi måle både bakterier og viruspartikler. Vi finner da at de minste bakterier er bare $1/2 - 1/5$ av en mikron, altså

0,5—0,2 μ . Med andre ord: de er så små at der går 2000—5000 av dem etter hinanden på en millimeter. Og nu skal vi merke oss at mikroskopets ydeevne, som er bestemt ved forholdet mellom bølgelengden av det lys vi mikroskoper ved og visse egenskaper ved mikroskopets linser, ligger omtrent ved samme grense, slik at det er fysisk umulig med vårt nuværende mikroskoputstyr å få et detaljert bilde av partikler som er mindre enn 0,2—0,3 mikron. Det er altså våre mikroskopers ydeevne som her setter grensen for vårt kjennskap til små organismer. Og vi må derfor ikke forutsette at de minste bakterier vi kjenner også er de minste levende organismer. Vi må tvert imot holde den mulighet åpen at der fins levende organismer også nedenfor den grense, som mikroskopets ydeevne har satt for vår iakttagelse. Og som vi snart skal se, har vi antagelig nettop i virus-smittestoffet representanter for disse usynlige organismer.

Hvordan kan vi så trenge videre, ned under den grense som mikroskopets ydeevne setter?

Vi skal her se bort fra en metode hvor man ved spesielle belysningsmåter, tyskernes Dunkelfeldbeleuchtung eller »mørkefeltbelysning«, kan se partikler hvis størrelse ligger langt under mikroskopets vanlige grenseverdi. Metoden kan brukes til å oppspore slike partikler, men den gir liten eller ingen beskjed om deres virkelige form eller størrelse. En annen metode som har bragt oss meget lengere, er *mikrofotograferingen*, d. e. fotografering gjennem mikroskopets linser. På den fotografiske plate optar vi da det meget forstørrede bilde som mikroskopet gir. Når det gjelder fotografering av de ultramikroskopiske viruspartikler, anvender man dessuten det for våre øine usynlige ultrafiolette lys, som har meget kortere bølgelengde enn vanlig, synlig lys. Som før nevnt er mikroskopets ydeevne avhengig av lysets bølgelengde, og jo kortere lysbølgene er, desto mindre partikler kan mikroskopet avbilde. Ved slik fotografering i ultrafiolett lys bruker man dessuten linser av kvarts istedetfor glasslinser, og øker derved mikroskopets ydeevne. Under disse betingelser kan man fotografera partikler som er så små at de bare er $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ så store som de minste partikler man

ellers kan se i et godt mikroskop. For en rekke virusformer har man ved slik mikrofotografering opnådd gode billeder av smittestoffets enkelte partikler og funnet at disse har stor likhet med de vanlige kuleformede bakterier, bare at de er overordentlig meget mindre. Man har opnådd å fotografere viruspartikler ned til en størrelse av $50-75 \text{ m}\mu$ — altså med et tverrsnitt som bare er ca. $\frac{1}{6}$ av de minste bakteriers.

Den vei som kanskje har ført oss lengst frem når det gjelder å bestemme partikkeltørrelsen i dette smittestoff, er imidlertid *filtrering*. De såkalte bakteriologiske filtre er enten fremstillet av uglassert porselen (Chamberlandfiltret) eller av kiselguhr (Berkefeldfiltret). De har meget små porer og kan fås i flere nummer med avtagende porestørrelse. Gjennem de filtre som har de groveste porer, går de vanlige bakterier, mens de mere finporedede nummer holder næsten alle bakteriearter tilbake og bare slipper viruspartikler gjennem. Ved hjelp av disse filtre og ennu bedre ved hjelp av nyere såkalte ultrafiltre har man kunnet bestemme den minste porestørrelse som ennu slipper viruspartikler igjennem, og dermed beregne deres størrelse. Regnestykket er ikke så enkelt som mange kanskje vil tro, for det er en rekke forhold som spiller inn. Partiklene kan således tenkes å klebe fast til poreveggen, de kan tenkes klebet fast til større klumper f. eks. av eggehvitestoffer, og de kan endelig ha en elektrisk ladning, — alt sammen forhold som kan medføre at de holdes igjen i filtret, selv om deres tverrsnitt er betydelig mindre enn porenes tverrsnitt. Til tross for alle disse vanskeligheter, som stort sett er overvunnet gjennem lange rekker av morsommelige forsøk, har filtreringsmåten gitt oss en ganske god oversikt over viruspartiklenes størrelse. Jeg skal nevne nogen få eksempler:

Koppenes smittestoff er et virus, og her er det særlig kokoppenes virus eller koppevakssinen som har vært gjenstand for måling. I de fleste nyere håndbøker er partikkeltørrelsen hos dette virus oppgitt til $200 \text{ m}\mu$, og den skulde altså ligge like på grensen av det vi kan se i mikroskopet. Efter de aller nyeste filtreringsforsøk bør vi imidlertid regne med noget mindre tall, nemlig $125-175 \text{ m}\mu$, eller gjennomsnittlig $150 \text{ m}\mu$, og

dette stemmer udmerket med nye bestemmelser på fotografisk vei, som også gir 150 m μ . D. v. s. partiklene er i tverrsnitt avgjort mindre enn de aller minste synlige bakterier, og det går 6000—7000 av dem etter hinannen på 1 mm.

Poliomyeliten er som nevnt en virussykdom, og her finner man ennu mindre partikelstørrelse. Riktignok blev denne så sent som 1929 antatt å være hele 300 m μ , altså som de minste, kjente bakterier, men i 1931 kom man til det resultat at dette smittestoffs partikler bare er 50 m μ , og at det altså går 20000 av dem etter hinannen på en mm.

Men dermed er ikke grensen nådd. Ved en sauesykdom, »louping ill«, har smittestoffet en partikelstørrelse av bare 15—20 m μ , og munn- og klovsykens virus synes etter de siste undersøkelser å ha en partikelstørrelse av bare 8—12 m μ d. v. s. der går 100000 av dem etter hinannen på 1 mm.

Mange vil kanskje ikke ha så lett for å gjøre sig en forestilling om disse partiklers ringe størrelse. At man imidlertid her er nådd ned til meget interessante dimensjoner, skal jeg straks vise. Det har nemlig lenge vært strid om hvorvidt virussykdommenes smittestoff er et levende stoff, om det altså består av levende organismer på samme måte som en bakteriesykdoms smittestoff består av levende bakterier. Jeg kommer nedenfor tilbake til dette spørsmål og skal her bare behandle én side av saken nemlig partiklenes størrelse. De viktigste av de stoffer som bygger op en organisme, er *eggehvitestoffene*. De er meget komplisert sammensatte forbindelser med særlig store molekyler. Hvor stort er nu et eggehitemolekyl? Her har den svenske kjemiker Svedberg gjort helt imponerende undersøkelser. I dagspressen vil man ha sett notiser om denne forsker og hans eventyrlig godt utrustede laboratorium i Uppsala, hvor han arbeider med centrifuger der har den fantastiske omdreiningshastighet av op til 140 000 omdreininger pr. minutt. I forsøk med centrifugering og på annen måte har Svedberg kunnet bestemme molekylstørrelsen i flere av de eggehvitestoffer som oppbygger den dyriske organisme. Han fant f. eks. at hæmoglobinets (fra blodet) har en molekylstørrelse av ca. 5—5,5 m μ , og at eggalbuminetets molekyl er ca. 4,3 m μ . Dette er som man vil se

størrelser av samme orden som de minste viruspartikler, der som nevnt er 8—12 m μ . Hvis disse viruspartikler er levende organismer og er opbygget af lignende eggehviteforbindelser som de høiere organismer, må de være relativt meget enkelt bygget og bare bestå av et ganske lite antall molekyler. Nu er det imidlertid ikke sikkert at der i disse minste viruspartikler inngår eggehvitemolekyler av samme art og størrelse som i de høiere organismer. Det er mere sannsynlig at de er opbygget av betydelig mindre molekyler. Men hvis disse minste virusformer er levende organismer, vil de tall jeg har nevnt allikevel vise sig at vi her, i ethvert fall hvad størrelsесforholdene angår, beveger oss ned mot et overordentlig interessant grenseområde mellom *levende* og *død* materie. Og dette spørsmål — om disse viruspartikler virkelig er levende organismer, må vi derfor nu søke å få besvaret. Det er et spørsmål av den aller største biologiske interesse, og det har i de siste 20 år vært arbeidet intenst for å nå til klarhet i dette problem. Vi skal først se litt på smittestoffets forhold til varme og kjemiske forbindelser, m. a. o. til de hjelpebidrifter vi i det daglige liv har ved bekjempelsen av de vanlige sykdomsbakterier.

Almindelig smittestoff hvad enten det består av sopp eller bakterier, er ømtålig for *ophetning*. Når vi vil ha våre fødemidler til å holde sig, kan vi bl. a. opnå dette ved å varme dem op til 70—100° C; og denne opvarmning eller sterilisering er jo ikke noget annet enn at vi ved varmens hjelp dreper de organismer som ellers vil utvikle sig og ødelegge matvarene. Den samme sterilisering bruker vi også for alle instrumenter i sykehus og bakteriologiske laboratorier. Nogen bakterier drepes allerede ved 50—60°, andre tåler mere, slik at man må op i 60—70°, eller endog 80—90°. Og endelig har mange bakterier hvileformer, såkalte sporer, som først drepes ved 100° C eller mere. De samme tall finner vi igjen i virus-smittestoffets forhold til varme. Som eksempel nevner jeg tobakksplantens mosaikksyke. Den skyldes flere virusformer, hvorav de fleste drepes ved 80—90°, nogen ved 60—75°, og et enkelt av dem går til grunne allerede ved 42° C. Samme forhold viser også potetplantens virussyk-

dommer, hvor dreplingstemperaturen for de enkelte virusformer ligger fra 40° optil 80° C. Lignende dreplingstemperaturer finner vi for virusformer fra dyreorganismen. Vi har altså ved dette ultramikroskopiske smittestoff samme uttalte ømfintlighet for relativt lave temperaturer som hos bakteriene, og forsåvidt er intet til hinder for at et virus består av levende organismer — et slags bakterier i små dimensjoner.

Viruspartiklenes forhold til *kjemikalier* tyder i samme retning. En rekke kjemiske forbindelser virker som gift på sopp og bakterier og dreper dem. Det er dette vi benytter oss av ved de former for sterilisering som vi har i svovlrøkning, formalinrøkning, vask med sublimat, lysol, spiritus eller andre kjemiske forbindelser, som virker drepende på bakteriene. Lignende forhold finner vi hos viruspartiklene. Alkohol virker som gift for dem; men nogen virusformer tåler overraskende sterke koncentrasjoner, op til 90 pct. for et tomat-mosaikkvirus. Et par potetvirusformer drepes allerede ved 25 pct., mens andre fra samme plante tåler 70—80 pct. Kloroform, som må regnes for en sterk bakteriegift, tåles merkelig nok i sterke koncentrasjoner av munn- og klovsykens virus, men så er dette virus til gjengjeld meget ømfintlig for formaldehyd. Og formaldehyd synes i det hele å være en meget virksom gift likeoverfor de fleste virusformer. Stort sett drepes altså de enkelte virusarter av de samme kjemiske forbindelser som dreper bakterier og andre mikroorganismer, og selv om viruspartiklene i visse tilfeller og på grunn av særlige omstendigheter (foreurensninger m. m.) synes noget mere motstandsdyktige, oppører de sig også i denne retning som levende organismer.

Også andre forhold taler avgjort for den antagelse at de fleste virusformer er levende organismer. En rekke virussykkdommer hos mennesker og dyr medfører *immunitet* eller uimottagelighet for nye angrep av sykdommen. Denne uimottagelighet som vi kjenner så godt fra bakteriesykdommer, beror på at organismen danner visse motgifter i sig, spesifikke for den angripende bakterie, og på denne grunner sig både vaksinasjon og serumbehandling. Helt tilsvarende forhold finner vi ved slike typiske virussykkdommer som koppen og

poliomyelit, og en serumbehandling er ennå når den blir brukt i tide, det beste middel i kampen mot poliomyelitens virus. Og disse immunitetsfenomenerne treffer vi helt ned til det virus som har den minste partikkelstørrelse, nemlig munn- og klovsyken. Her er immuniteten endog spesifikk for 3 forskjellige stammer av dette virus.

Disse til immunitetsforskningen knyttede fenomenerne gir for den dyriske organismenes vedkommende god støtte for antagelsen av at vi i virus virkelig har med levende organismer å gjøre, som nærmest bare ved sin ringe størrelse avviker fra bakteriene. Vi kan imidlertid komme ennå lenger i vår beviskjede. De aller fleste bakterier kan som bekjent isoleres og dyrkes på et kunstig substrat i glasskar i våre laboratorier. Den store mengden av bakterier gjør i så henseende ingen vanskeligheter, og selv sykdomsbakterier som har spesialisert seg til å leve i et levende vev, er det lykkes å dyrke på kunstig, altså dødt substrat. Tæringsbakterier, tyfusbakterier, difteribakterier og mange andre vokser ganske godt i våre kulturglass på helt døde kjemiske forbindelser, i høiden tilsatt blodserum eller andre stoffer som har organisk oprinnelse, men som nu er i »død« form. Og bakteriene formerer sig under disse betingelser ganske godt.

Anderledes er det med virussykdommenes smittestoff. Forsøker man å pode vanlige bakteriologiske substrater med virus fra cellevev eller saft fra virussyke dyr eller planter, får man ingen vekst, ingen formering og ingen synlige kolonier som ved almindelige bakterier. Virus lar sig tilsynelatende ikke dyrke som andre mikroorganismer. Og dog kan man også få virus til å vokse og formere sig som en levende organisme, riktignok bare ved et lite, men meget vesentlig kunstgrep. Hvis man nemlig til substratet setter små deler av levende cellevev, vil dette straks virke slik at viruspartiklene ikke bare holdes i live, men i flere tilfeller også formerer sig. Utallige forsøk er gjort for å få vekst og formering av virus *uten* levende celler, men hittil resultatløst. Riktignok hevdet en forsker ved navn O l i t s k y allerede for 10 år siden at han hadde dyrket tobakksplantens mosaikksykes virus i et helt cellefritt medium, men ingen har hittil kunnet gjøre ham det

etter. Også for dyriske virusformer, som f. eks. kokopper, hevdes der i ganske nye undersøkelser at dyrkning i cellefritt medium er lykkedes, men om mediet her har vært virkelig cellefritt er ennu ikke helt sikkert, og videre bekrefteelse er nødvendig. Det er dog sannsynlig at vi her står overfor en virkelig formering i cellefritt substrat. Den eneste dyrkning av virus som kan ansees for sikker, gjelder kvegets pleuro-pneumoni eller lunge- og brysthinnetendelse. Denne sykdoms virus kan lett dyrkes i buljong, men sannsynligvis må dette virus, da det så vidt kan sees i mikroskopet, regnes som en bakterie og kommer altså ikke inn under de typiske virusformer. Man må derfor intil videre regne med at virus-sykdommenes smittestoff som regel bare vokser og formerer sig sammen med levende cellevev.

Hvilken betydning har så disse vanskeligheter ved virus-dyrkning for spørsmålet om virus er levende organismer? I og for sig har det etter min mening ikke meget å si. Forholdet forklares helt naturlig om vi antar at viruspartiklene er hvad vi kaller obligate parasitter, som i sin vekst og formering er absolutt knyttet til forekomsten av levende cellevev. Det faller naturlig å anta dette, fordi disse partikler på grunn av sin ringe størrelse antagelig er meget enkelt opbygget, og derfor i sine assimilasjonsprosesser ikke kan utføre det som andre organismer er i stand til, men må være henvist til den enkle utvei å snytte på andre organismer og »stjele« fra dem.

Jeg nevnte *formering* som en betingelse for at viruspartiklene skulde være levende organismer. Og at virus oppfyller denne betingelse kan man vanskelig komme bort fra. Riktig nok er formeringen på passende substrat *utenfor* organismen i mange tilfeller sparsom, men i den angrepne organisme må formeringen av virus være meget sterkt. Vi kan fortynne en virusholdig væske ned til 1 : 10 000 eller 1 : 100 000, og allikevel inneholder den partikler nok til å fremkalte sykdommen, når den podes på nye individer. Og her i disse nye individer formerer virus sig igjen så sterkt at nye fortynninger i 1 : 10 000 eller 1 : 100 000 igjen gir partikler nok til å fremkalte sykdommen på nye individer. Den største fortynningsgrad som vel hittil er kjent for virusformer, finner man

under visse betingelser ved gul feber. Her overføres smittestoffet fra menneske til menneske ved en myggart. Også visse aper angripes av sykdommen. Da vis og hans medarbeidere lot en mygg suge på en ape som hadde gul feber. Så snart myggen var ferdig med sugningen, knuste de den, og den legems- saft de derved fikk av den, kunde de fortynne i forholdet 1 : 1 billion, og allikevel inneholdt den smittestoff nok til ved podning på frisk ape å fremkalte sykdommen og fylle denne nye ape med nye billioner av viruspartikler. At et virus derfor formerer sig i samme grad som det bakterielle smittestoff, synes helt godt gjort, og dette støtter igjen antagelsen av at det er et levende smittestoff.

Jeg har trukket frem en rekke egenskaper hos virus- sykdommenes smittestoff som taler for at det består av le- vende organismer. Innvendinger kan gjøres og er ofte gjort mot disse »bevis«. En viss ømfintlighet overfor temperatur og kjemikalier finner man også hos de stoffer som vi kaller *enzymer*. Disse er i stand til å sette igang store nedbryt- ningsprosesser, og enzymene har derfor vært trukket inn i diskusjonen om virussmittestoffets art. Likeledes har man villet se disse smittestoffers virkning helt kjemisk som virknin- gen av en kjemisk forbindelse, der når den først en gang er dannet, bevirker sin egen nydannelse av organismens forbin- delser. Ingen av disse synspunkter fører frem, og blandt virusforskere er der nu et stort og sikkert flertall for det standpunkt at de fleste virussykdommer skyldes et *levende* smittestoff, som ikke så meget kvalitativt, men vesentlig kvan- titativt (ved sine dimensjoner og derav følgende egenskaper) skiller sig fra andre levende mikroorganismer. Kampen mot dette smittestoff og de sykdommer det fremkaller, er van- skelig, fordi vi ikke kan se det i mikroskopet, og fordi vi fore- løbig ikke kan dyrke det. Men det er kanskje bare et tids- spørsmål når man kan finne egnede dyrkningsmåter for nogen av disse virusformer, og dermed står vi straks ganske anderledes godt rustet.

Vi er altså kommet til det resultat at *smittestoffet* ved virussykdommene er et levende stoff, og at disse uhyre små enkeltpartikler altså er *levende* organismer. Når vi er kommet

så langt, reiser sig et nytt spørsmål: Er disse levende ultramikroskopiske smittepartikler *selvstendige* organismer, eller er de bare utviklingstrin av andre, før velkjente og synlige bakterier. Her kommer vi inn på et av bakteriologiens aller vanskeligste og mest omstridte spørsmål: Er mikrobene monomorfe eller pleomorfe organismer. En *monomorf* bakterie er en bakterie som bare eksisterer under en eneste form, f. eks. som en stav av bestemt form og størrelse og i høiden med litt variasjon etter næringssubstratets karakter. En *pleomorf* bakterie derimot gjennemløper i sin utvikling et kretslopp med en rekke forskjellige stadier, som kuleform, stavform, bevegelig stadium, ubevegelig stadium o. s. v., alt sammen stadier som tilhører *en og samme* bakterie og bare representerer forskjellige lovmessige utviklingstrin av den. Denne pleomorfisme har alltid vært bakteriologiens store stridsspørsmål. Mange fund der er ført til inntekt for den, har berodd på urene kulturer eller på iakttagerens noget for store fantasi. Men det lar sig ikke benekte at de bevis som i nyere tid er bragt for en meget komplisert pleomorfi hos almindelige og vel kjente bakterier, er så viktige, at pleomorfien av mange nu ansees som en kjensgjerning. Det er derfor prinsipielt intet i veien for at smitteforende virus kan være et ultramikroskopisk og virulent stadium av bakterier som ellers er mikroskopisk synlige og kanskje vel kjent og relativt uskadelige. Slike påstander er også i de senere år gjort for virussykdommer som gul feber og flekktyfus. Flekktyfusens virus mener man er identisk med små, så vidt synlige bakterielignende dannelser der har fått navnet *Rickettsia*, og disse skal etter nogen forskeres mening bare være utviklingsstadier av en vel kjent bakterie *Bacillus proteus*. Lignende er anført for den gule febers virus. Hvorvidt disse opfatninger kan vinne frem ved fortatte undersøkelser, er det nu umulig å si noget om, og det vil i det hele tatt her føre for langt å gå nærmere inn på dette spørsmål, jeg får noe mig med denne lille antydning. Nogen tvingende grunn til å anta at alt virulent virus er ultramikroskopiske utviklingstrin av høiere bakterier, er der selvfølgelig ikke.

Ovenfor er nevnt at alle kjente virusformer er *obligate parasitter*, hvis eksistens vi bare kan bevise ved de virkninger de har på de organismer som de angriper og gjør syke. Der reiser sig i denne forbindelse et annet og meget interessant spørsmål: Eksisterer der ultramikroskopiske, filtrerbare organismer *bare i form* av disse parasittiske virusformer, eller finnes der *tilsvarende usynlige* organismer som ikke er parasitter og som lever på dødt substrat, i jord, i vann o. s. v.

Jeg nevnte tidligere at det ikke var nogen grunn til å anta at livet sluttet der hvor våre mikroskopers ydedomme sluttet. Det vilde være høist eiendommelig om disse to grenser falt sammen. Som vi så, gjør de det ikke når det gjelder de parasittiske virusformer, og det er heller ingen grunn til å tro at de gjør det når det gjelder saprofytiske eller autotrofe organismer. Blandt de *autotrofe* organismer, d. v. s. organismer som ernærer sig av bare anorganiske stoffer, finner vi vel de første levende organismer. Vi har mange representanter for autotrofe organismer blandt bakteriene, men der er ingen grunn til å tro at disse velkjente autotrofe bakterier er det første liv. Rimeligere er det å anta at det første liv representeres av autotrofe, ultramikroskopiske organismer. Nogen grunn til å tro at slike organismer ikke eksisterer den dag idag, er det heller ikke. Vi kan ikke påvise dem, fordi de er usynlige, og fordi de i egenskaper og virksomhet kanskje faller sammen med og dekkes av grupper av synlige autotrofe bakterier, men spørsmålet om eksistensen av autotrofe ultramikroskopiske organismer kan ikke avvises.

(Forts.)

Utforskningen av de høiere luftlag.

Av J. Bjerknes.

(Fortsatt fra s. 203).

II. Vårt kjennskap til atmosfæren ovenfor ballongenes rekkevidde.

Den del av atmosfæren som ligger ovenfor ballongenes nuværende rekkevidde (36 km), utgjør bare 0,5 pct. av den hele atmosfære regnet etter vekt, men antagelig langt over 90 pct. regnet etter volum. Luften blir mer og mer fortynnet jo høiere op man kommer, men helt oppe i 500 km høide finnes der med sikkerhet ennu luft, og antagelig fortsetter atmosfæren enda lengre olover. Vi skal nu se hvilke fenomener det er som har gitt oss litt opplysning om atmosfærrens tilstand også ovenfor ballongenes rekkevidde.

I 1903 fant der sted en voldsom eksplosjon i Westphalen som blev hørt i vid omkrets. Den tyske fysikken von dem Borne gav sig til å samle inn opplysninger om hvor langt borte eksplosjonen var blitt hørt. Det viste sig at ekspljosjonsdrønnen hadde vært merkbart utover til næsten 100 km avstand. Utenfor dette område var der et bredt belte hvor ingen hadde hørt eksplosjonen, men så enda lengre borte var den etter blitt hørt ganske tydelig. Dette var et overraskende resultat som krevde sin forklaring.

Lyden fra eksplosjonen måtte så å si ha gjort et stort hopp og passert gjennem høiere lag av atmosfæren over det belte hvor ingen hørte den, for så igjen å komme ned til jorden utenfor dette taushetsbelte. Den lyd som var utgått i horizontal retning, blev altså først avbøiet olover og derefter etter reflektert nedover til marken igjen. At lyd som utgår i horizontal retning avbøies olover, er forståelig når vi erindrer hvordan lydens hastighet er avhengig av luftens temperatur. I varm luft går lyden litt fortare enn i kold luft, m. a. o. den går fortest nede ved marken hvor det er varmt, og langsommere ovenfor. Dette har tilfølge at lyden böier av olover så meget at de hurtige lydbølger nederst, som da »ligger i

yttersvingen», akkurat holder tritt med de langsomme lydbølger ovenfor som »ligger i innersvingen». Denne avbøining opover fortsetter gjennem hele troposfæren, hvor temperaturen overalt avtar opover. Lyd som oprinnelig utgikk i horizontal retning, vil altså svinge mer og mer opover og vil faktisk nå op til stratosfæren under en heldningsvinkel på flere grader. I stratosfæren beveger lyden sig i luft av ensartet temperatur og går da i rett linje, m. a. o. videre svakt opover. Men hvordan blir så lyden avbøiet nedover igjen? Det må skje på helt tilsvarende måte som avbøiningen opover. Lyden må komme op til grensen av en sfære hvor lydhastigheten er større enn i stratosfæren. Da vilde de øverste lydbølger gå forttere enn de nedenforliggende, og lydens bane ville krumme sig nedover så at de hurtigste lydbølger etter ligger i yttersvingen.

Det er vel å merke bare lyd som går opover i meget svak heldning, som kan bli reflektert. Lyd som går opover i brattere bane, vil fortsette opover gjennem den ene sfære etter den annen uten å bli reflektert ned igjen. Det kommer altså aldri noget ekko ned f. eks. til det sted lyden utgikk fra og heller ikke til noget sted nærmere enn ca. 150 km fra ekspljosjonsstedet. Først bortenfor 150 km kan der komme reflektert lyd ned fra den øvre atmosfære. Hvis reflektert lyd kunde komme ned nærmere, vilde der jo ikke blitt noget taushetsbelte hvor eksplasjonen var uhørbar.

Den sfære som reflekterer lyden, måtte som sagt være av den beskaffenhet at den gir lyden større hastighet enn den hadde i den nedenforliggende stratosfære. Dette kan da enten være en varm sfære med adskillig høyere temperatur enn stratosfæren, eller det kan være en sfære av gassarter lettere enn dem som luften her nede består av. Von dem B o r n e antok denne siste forklaring, som forøvrig harmonerte bra med den forestilling man den gang hadde om de høyere luftlag, nemlig at lette gasser som vannstoff og helium skulde være hovedbestanddelene av de høyeste sfærer. Von dem B o r n e's teori var altså i korthet at ekspljosjonslyden skulde være blitt reflektert ned fra undersiden av denne antatte sfære av lette gasser.

Troen på en sfære av vannstoff og helium ovenfor stra-

tosfæren er senere blitt omstøtt ved studiet av nordlysets spektrum. Av dette kan man se at i nordlyssfæren, 100 km eller mer over jorden, er det fremdeles de relativt tunge gassarter, kvelstoff og surstoff, som dominerer. Der foregår altså tilstrekkelig meget gjennemblanding av atmosfæren til å forhindre at de tunge gassarter samler sig nederst og overlater de høieste sfærer helt til de lette gassarter vannstoff og helium. Nogen refleksjon av lyden fra undersiden av en sfære med lette gassarter er derfor efter den nuværende opfatning lite sannsynlig.

Der blir da ingen annen mulighet tilovers enn at lyden må være blitt reflektert mot undersiden av en varm sfære ovenfor stratosfæren. Denne varme sfære må ligge ovenfor 36 km, for ballongene har vist at så langt op har vi bare den ensartete, jevnkolde stratosfære. Den næste opgave blev nu å bestemme hvor høit oppe denne lydreflekterende varme sfære lå. Det var ingen lett opgave, og den vilde antagelig ha tatt mange år hvis ikke uforutsette omstendigheter hadde fremmet dens løsning.

Verdenskrigen med dens kollosale sløseri med eksplosiver gav rikelig anledning til fortsatt studium av eksplosjonslydens utbredelse gjennem atmosfæren. Kanonaden både fra sjøslag og landslag blev ofte hørt forbausende langt borte, mens det kunde være områder nærmere hvor slaget ikke hørtes. Særskilte lytteposter blev innrettet nær ved slagmarken som etter lyden skulde bestemme stedet for fiendens tunge skyts. Nøiaktige registrerende mikrofoner blev opfunnet til dette bruk. Lignende apparater trengtes også for å opdage tidligst mulig de fiendtlige luftangrep og finne den nøiaktige retning mot de angripende luftfartøier ved hjelp av den ennu fjerne motor-dur, ofte uhørbar for det menneskelige øre.

Ved krigens avslutning fantes der således en rekke spesialapparater som arbeidet nøiaktigere enn det menneskelige øre, og disse kom snart til nytte for undersøkelsen av de høiere luftlag. Dessuten fantes der store ammunisjonslagre som skulde tilintetgjøres, og ved å sprengte disse til avtalt tid kunde man foranstalte storstilte lytteprøver i vid omkrets omkring eksplosjonsstedet. Stadig blev von dem Born e's resultat be-

krettet, at der utenfor området med direkte hørbarhet ligger et belte hvor intet høres, utenfor det igjen en hørbarhetssone med reflektert lyd fra høiden. Ved de største eksplosjoner får man ofte flere ringformete belter utenfor hinanden, hvor lyden avvekslende høres og ikke høres. Dette må skyldes at lyden reflekteres gang på gang mellom jorden og den høie lydrefleksjonen i endel av forsøkene ved at den har latt lyden fra eksplosjonsstedet overføre, så at observatørene kan måle med stor nøyaktighet den tid som hengår fra eksplosjonen til eksplosjonslydens ankomst. Det viste sig som ventelig kunde være at den lyd som gikk omveien op i stratosfæren og så ned igjen, ankom senere enn om den hadde kunnet gå korteste vei langs marken. Forsinkelsen var ganske betydelig, f. eks. på en strekning som lyden ville ha tilbakelagt på 10 minutter langs marken, blev der en forsinkelse på omtrent $1\frac{1}{2}$ minutt. Lyden måtte altså ha gått en betraktelig omvei høit op i atmosfæren.

Et videre hjelphemiddel til beregning av lydens vei fikk man ved de under krigen opfundne meget ømfintlige mikrofoner, som registrerer lydens ankomst med en nøyaktighet på 1/100 sekund. Når man stiller op flere sådanne mikrofoner med nogen km innbyrdes avstand og lar dem alle registrere lydens ankomst, kan man av tidsforskjellen på de forskjellige lydregistreringer finne ut fra hvilken retning lyden kommer. Målingene viste som ventet at lyden ikke ankom horisontalt langs marken, men på skrå nedover fra høiden. Lydbanens heldning var som oftest omkring 15° , m. a. o. så pass bratt at man også uten hjelp av mikrofoner kan konstatere at lyden kommer litt ovenfra og ikke horisontalt.

Med kjennskap både til tiden lyden bruker fra eksplosjonsstedet via det reflekterende lag til mottageren og til den heldningsvinkel lydbanen har ved mottagerstasjonen kan man nu med nokså stor sikkerhet rekonstruere lydens vei gjennem atmosfæren. Dr. W h i p p l e, direktør for Kew Observatory, som leder de omfangsrike engelske undersøkelser på området, sammenfatter sine resultater omtrent som følger:

Lyden må op til minst 40 km høide før den blir reflektert ned. Undertiden har den vært helt oppe i 60 km, men som

oftest er det omkring 50 km høide at den vender om og går ned igjen. Denne lydrefleks blir bare forståelig hvis det antas at temperaturen ovenfor stratosfæren tiltar raskt og i 40 km allerede er like høi som ved marken. Ovenfor 40 km må det til og med være adskillig varmere enn her nede, kanskje endog så varmt som 100° C.

Den formodede varme sfære begynner altså ifølge Dr. Whipple like ovenfor det høieste nivå ballongene har

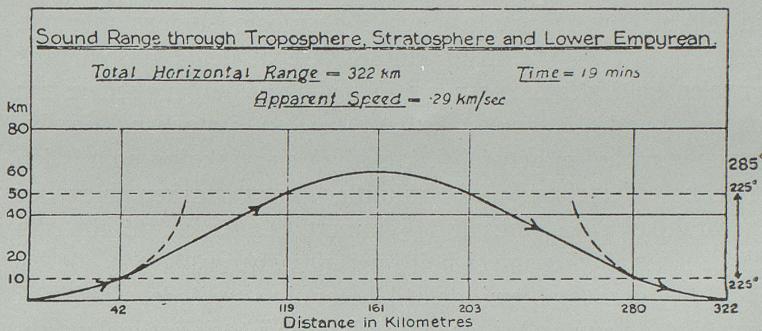


Fig. 3. Lydens vei gjennom atmosfæren beregnet under forutsetning av at lyden utgår horisontalt, avbøies olover så lenge den er i troposfæren (0–10 km høide), går rettlinjet gjennem stratosfæren (10–50 km høide) og avbøies nedover i skiktet ovenfor 50 km, hvor temperaturen forutsettes å tilta med 6° pr. km høide. Lyden bruker 19 minutter fra ekspljosjonsstedet til det sted den når marken 322 km borte. Hvis lyden hadde kunnet følge den direkte vei langs marken, vilde den ha tilbakelagt de 322 km på 16 minutter. (Efter F. J. W. Whipple, The Meteorological Magazine, april 1924).

nådd, og det er derfor av stor interesse å få presset ballongenes høiderekord enda litt høiere for også ved temperaturmåling å få visshet for den varme sfæres eksistens.

Et indicium på den varme sfæres eksistens er imidlertid kommet også fra annet hold. De engelske fysikkere Lindemann og Dobson kom i 1923 til det resultat at stjerne-skuddenes opblussen allerede i 150 km høide var helt uforståelig, med mindre atmosfæren der oppe var mindre fortynnet enn man på den tid antok. Det er jo friksjonen mot luften som får meteorstenen til å gløde, og den nødvendige varme-effekten fremkommer ikke hvis luften er altfor fortynnet.

Nu er det jo ingen som direkte har målt luftfortynningen ovenfor ballongenes rekkevidde, så at der er plass for mange antagelser. Antar vi at temperaturen fortsetter å holde seg omkring 50° C hele veien fra stratosfæren og oppover til 150 km høide, så kan vi regne ut at luften i 150 km høide vilde være fortynnet til $1/1000\,000\,000$ av almindelig lufttetthet nede ved marken. Antar vi derimot at der finnes en varm sfære like ovenfor stratosfæren, så er det ensbetydende med at hele den ovenforliggende atmosfære løftes høiere op, og der blir adskillig tettere luft i 150 km høide. Er det tilstrekkelig varmt i denne varme sfære, så stiger også lufttettheten i 150 km høide fra $1/1\,000\,000\,000$ til $1/1\,000\,000$ av normal lufttetthet, og dette skal ifølge Lindemann og Dobson være nødvendig for å fremkalte lysende stjerneskudd.

Foreløbig regner man da med den varme sfære som den sannsynligste forklaring på lydrefleksfenomenene og på stjerneskuddenes opblussen, og man har allerede i flere år vært på jakt etter en rimelig teori for hvorfor det plutselig skal bli så varmt ovenfor den kolde stratosfære. Det første forklaringsforsøk skyldes de nettop nevnte engelskmenn Lindemann og Dobson som laget den hypotese at den varme sfære skulde være rik på oson, en gassart som ifølge laboratorieeksperimenter har god evne til å opta varme fra solstrålingen. Ennskjønt denne hypotese er blitt motbevist av de aller siste års undersøkelser, har den dog hatt den store fortjeneste at nøyaktige undersøkelser av osonet i atmosfæren er blitt foretatt, og, som vi skal se, osonet er en alt annet enn likegyldig bestanddel av vår atmosfære, selv om det forekommer i meget små mengder.

Oson er en modifisert form for surstoff. Mens det normale surstoff har to atomer i hvert molekyl, har oson tre. Man kan fremstille oson ved å bestråle almindelig surstoff med ultrafiolett lys, men osonet har liten levedyktighet og går lett over i surstoff igjen. Oson kan påvises kjemisk eller bedre spektroskopisk i atmosfæren nede ved marken, men det utgjør her en så forsvinnende liten brøkdel av luften som $1/100\,000\,000$. På høie fjelltopper er osonmengden omrent dobbelt så stor, men den vedblir jo allikevel å være minimal.

Imidlertid kan man finne ut at de høiere luftlag må inneholde adskillig mere oson enn luften her nede. Det er gjennem spektralundersøkelse av sollyset at man har kunnet komme frem til denne slutning. Sollyset bærer nemlig merke etter hvad slags stoffer det har passert igjennem på sin vei ned til jorden. Det umiskjennelige tegn på oson er en svak absorbsjonslinje i den gulgrønne del av det synlige spektrum og et sterkt absorbsjonsbånd i den for øjet usynlige ultrafiolette fortsettelse av spektret (omkr. 2550 Å). Det er en forholdsvis enkel sak på grunnlag av fotografier av solspektret å regne ut hvor meget oson sollyset må ha passert underveis ned til oss. Det viser sig å være en vekslende mengde alt etter tid og sted, men som en passende middelverdi kan angis at osonet utgjør ca. 1/3 000 000 av hele atmosfæren. Fremdeles en meget liten brøkdel, men dog betydelig mere enn 1/100 000 000 som var osonets andel i luften her nede ved marken.

Disse målinger gir ennu ikke beskjed om osonet er koncentrert i noget bestemt lag i den øvre atmosfære eller om det er spredt utover i alle forskjellige høider. D o b s o n forsøkte å komme på spor etter dette ved å observere osonabsorbsjonen i det direkte sollys før solnedgang og etter soloppgang. Han fikk resultater som tydet på at osonsfæren skulde ligge ca. 40 til 50 km over marken, m. a. o. nettop i den høide hvor eksplosjonslyden ble reflektert. Overensstemmelsen så forørende ut, og troen på en varm osonsfære som årsak til lydrefleksen festnet sig.

Men dermed var ikke det siste ord sagt i osonspørsmålet. En bedre metode til å bestemme osonets fordeling i atmosfæren blev for et par år siden opfunnet av sveitseren Dr. G ö t z. Metodens prinsipp gikk i korthet ut på følgende: Kan vi skaffe oss en lyskilde som vi anbringer etter tur i forskjellige høider opover, vil vi her nede kunne observere spektret av det ankommende lys og finne ut hvor meget ultrafiolett lys er blitt absorbert underveis i hvert enkelt tilfelle, m. a. o. hvor meget absorberende osongass der finnes i de forskjellige lag opover. Vi har selvfølgelig ingen mulighet for å anbringe lamper opover i atmosfæren for å utføre eks-

perimentet, men naturen utfører det for oss på en vis efter solnedgang. Himmelnen rett over oss lyser da fremdeles, fordi de høiere luftlag ennå er solbelyste og kaster et svakt gjenskinn ned til oss. Disse lysende øvre luftlag kan være vår eksperimenteringslampe og vi bestemmer spektret av det lys den gir. Efterhvert som solen synker lavere ned under horisonten, kommer mer og mer av den laveste atmosfære i skygge og lyset fra himmelen i zenith kommer da bare fra stadig høiere luftlag, m. a. o. vår eksperimenteringslampe blir etter hvert flyttet høiere og høiere op, nettop som ønskelig er for eksperimentet.

Nu kom der mere pålitelige resultater og disse viste at den største osongehalt finnes omkring 35 km høide, hvor osonet utgjør 1/100 000 av luften. Forøvrig finnes der oson i mindre mengder både ovenfor og nedenfor dette nivå, m. a. o. osonet er ikke samlet i et relativt tynt skikt som først antatt, men optrer mere spredt. Den varme osonsfære er hermed avskaffet. Størstedelen av osonet ligger jo i stratosfæren, som tu-senvis av ganger er blitt gjennempløyet av ballonger og alltid er blitt funnet å være kald. Grunnen til at osonet ikke får frembragt høi temperatur, må være den at det overalt optrer som en meget liten bestanddel av atmosfæren. Hadde alt oson vært samlet i et relativt tynt skikt, som fra først av antatt, ville nok dette ha blitt varmt og kunde ha vært lydrefleks-terende. Som det nu er vil den varme som osonet optar av solstrålingen, gå inn som en del av varmeregnskapet for stratosfæren. Dette er ennå ikke blitt opstillet med nogen større sikkerhet, men når det en gang kan gjøres, vil nok den varme som osonet absorberer av solstrålingen, veie ganske tungt, m. a. o. uten oson vilde stratosfæren være langt koldere enn nu.

Disse formodede store virkninger av osonet skyldes som sagt dets evne til å opta varme fra solen. Omtrent halvdelen av de ca. 14 % som en skyfri atmosfære makter å absorbere av den direkte solstråling, skyldes nemlig nettop den lille 1/3 000 000 av atmosfæren som heter oson.

Ikke mindre eventyrlig er osonets rolle for det levende liv på jorden. Ikke så at det behøves som en bestanddel av luften her nede, men det behøves som en skjerm mot solens ultra-

fiolette stråling. Det er kjent at det kunstig fremstillede ultrafiolette lys f. eks. fra høifjellssol-lampene virker skadelig, hvis det er for sterkt eller hvis bestrålingen varer for lenge. For å få en passelig beskyttelse mot det ultrafiolette lys' skadelige virkninger brukes skjermer av spesialglass. Den uhindrede bestråling med solens ultrafiolett vilde sikkert være farligere enn bestrålingen fra lampen, og den skjerm vi av naturen har fått til beskyttelse, er nettop den lille $1/3\ 000\ 000$ av atmosfæren: oson.

På den annen side er et visst kvantum ultrafiolett bestråling gunstig for levende vesener. Dannelsen av det antirachitiske D-vitamin ved ultrafiolett bestråling er et eksempel på det. Osonet foretar den for oss nødvendige sortering av de ultrafiolette stråler, slipper igjennem de gunstige og stopper de ugunstige.

Hvad er det nu som vedlikeholder osonskjermen, så at den ikke en vakker dag får et stort hull eller forsvinner helt?

Efter all sannsynlighet er det sollyset selv eller nærmere bestemt dets ultrafiolette del som sørger for å danne oson av det almindelige surstoff. Denne prosess som kan ettergjøres i laboratorier, foregår i stor stil oppe i den øvre atmosfære, hvor sollyset ennu er rikt på ultrafiolette stråler. Lenger nede hvor de ultrafiolette stråler er blitt svakere, blir også osonproduksjonen mindre, så det er ganske rimelig at der skal finnes mest oson høit oppe. Hvorom altting er, naturen har sørget for en trygg beskyttelse av det levende liv nede på jorden, idet skjermen mot de farlige solstråler dannes og vedlikeholdes ved sollysets egen påvirkning av atmosfærrens surstoff.

Men problemet om den varme sfære står fremdeles uløst. At der finnes en varm sfære fra 40 km høide og et godt stykke videre opover, kan der neppe være tvil om i betrakting av de tydelige lydreflekser man får derfra. Men hvordan varmen der fremkommer kan for tiden ikke med bestemthet fastslåes. Det sannsynligste er, ifølge Chapman, at det toatomige surstoffs ultrafiolette absorbsjon (omkring 1450 Å) er skyld i varmen, men fullstendige beregninger herover foreligger ennu ikke.

Imidlertid skal vi se litt på atmosfæren enda høiere op. I litt over 80 km høide er der gang på gang observert skyer, de såkalte lysende nattskyer. De lyser langt utover natten, fordi de ligger så høit at de beholder solskinn lenge etter vår solnedgang. Sannsynligvis består disse skyer av fint støv som er kommet enten fra store vulkanutbrudd eller kanskje også fra komethaler, som engang iblandt innfanges av jorden på dens vei gjennem verdensrummet.

Nogen beskjed om atmosfærrens temperatur får vi ikke gjennem de lysende nattskyer. Men derimot er der håp om at vi skal få temperaturmålinger fra enda større høider, nemlig fra nordlyssfæren, hvor atmosfæren blir selvlysende når den bombarderes med elektriske partikler fra solen, og fra Heavisidelagene, hvor atmosfæren har evne til å reflektere radiobølgene. Disse undersøkelser er dog ennu bare i sin begynnelse og resultatene er til dels nokså divergerende. De fleste forskere på området er dog hittil kommet til den opfatning at også disse høieste atmosfærelag (ovenfor 100 km høide) er varme, ved dagstid endog henimot 1000° C. Det ser således ut til å skulle komme stadig flere bekreftelser på eksistensen av den varme sfære, som først rent tilfeldig blev opdaget ved nogen overraskende lydrefleks fra høiden.

Det samlede billede av atmosfærrens opbygning, så langt som vi idag kan overskue den, skulde altså være (tallene gyldige kun på våre breddegrader):

Troposfæren fra marken og op til ca. 10 km med temperaturen avtagende omtrent 6° for hver km opover.

Stratosfæren med nokså ensartet lav temperatur —50 à -60° C fra ca. 10 km til ca. 35 km.

Den varme sfære fra ca. 40 km til flere hundre km med adskillig høiere temperatur enn her nede ved marken.

Småstykker.

Temperatur og nedbør i Norge.

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

Mai 1935.

Stasjoner	Temperatur						Nedbør				
	Mid-del	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
Bodø	3.8	— 1.8	8	21	— 3	13	54	— 15	— 22	10	28
Tr.heim	5.6	— 2.1	14	26	— 4	1	53	+ 14	+ 36	11	5
Bergen (Fredriksberg)	8.9	— 0.1	20	26	0	13	36	— 69	— 66	28	16
Oksøy ..	9.0	0.0	17	24	0	13	2	— 50	— 96	2	14
Dalen	10.1	+ 0.7	23	28	— 3	1	7	— 53	— 88	7	17
Oslo.....	10.4	— 0.1	23	27	— 3	1	1	— 44	— 98	1	17
Lille-hammer	7.6	— 0.9	23	24	— 7	1	2	— 48	— 96	1	17
Dovre ..	3.9	— 1.3	16	26	— 10	1	5	— 21	— 81	2	7

Nedbøren er enestående liten for Oksøy, Dalen og Oslo.

Juni 1935.

	°C	°C	°C	°C	°C	mm	mm	%	mm		
Bodø	9.2	— 0.7	19	27	0	3	84	+ 19	+ 29	30	10
Tr.heim	12.5	+ 0.5	25	24	1	3	76	+ 33	+ 77	31	28
Bergen (Fredriksberg)	12.9	+ 0.4	28	24	5	5	137	+ 48	+ 53	27	9
Oksøy ..	12.9	— 0.5	23	24	6	10	58	+ 17	+ 41	23	12
Dalen	13.7	— 0.7	26	24	3	1	73	+ 15	+ 26	19	16
Oslo.....	15.3	— 0.3	30	25	4	1	75	+ 23	+ 44	27	17
Lille-hammer	13.6	— 0.2	29	25	— 2	2	145	+ 97	+ 202	73	17
Dovre ..	10.7	+ 0.3	27	25	— 3	1	64	+ 30	+ 88	34	17

Juli 1935.

	°C	°C	°C	°C	°C	mm	mm	%	mm		
Bodø	11.6	— 0.8	23	13	6	6	55	+ 14	+ 20	10	15
Tr.heim	13.2	— 0.8	25	13	7	7	95	+ 37	+ 64	14	8
Bergen (Fredriksberg)	14.0	— 0.1	26	2	8	27	174	+ 49	+ 39	33	28
Oksøy ..	16.0	+ 0.4	24	8	10	27	31	— 37	— 54	10	21
Dalen ..	17.3	+ 1.1	29	14	7	27	36	— 48	— 57	17	21
Oslo.....	18.6	+ 1.3	31	14	10	6	40	— 36	— 47	19	28
Lille-hammer	15.7	+ 0.5	28	13	4	7	109	+ 34	+ 45	29	16
Dovre ..	12.3	+ 0.1	27	13	1	27	79	+ 22	+ 39	46	19

NATUREN

begynte med januar 1935 sin 59de årgang (6te rekkes 9de årgang) og har således nådd en alder som intet annet populært naturvidenskapelig tidsskrift i de nordiske land.

NATUREN

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

NATUREN

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

NATUREN

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

NATUREN

burde kunne få en ennu langt større utbredelse, enn det hittil har hatt. Der kreves *ingen særlige naturvidenskapelige forkunnskaper* for å kunne lese dets artikler med fullt utbytte.

NATUREN

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

Fra
Lederen av de norske jordskjelvsundersøkelser.

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

Bergens Museums jordskjelvsstasjon i mars 1926.

Carl Fred. Kolderup.

Nedbøriakttagelser i Norge,

årgang XXXIX, 1933, er utkommet i kommisjon hos H. Aschehoug & Co., utgitt av Det Norske Meteorologiske Institutt. Pris kr. 2.00.

Dansk Kennelklub.

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

Tidsskriftet Hunden.

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

Dansk Hundestambog. Aarlig Udstilling.

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

Dansk ornitologisk Forening

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