64. årgang · 1940 Nr. 4 · April

NATUREN

ILLUSTRERT MÅNEDSSKRIFT FOR POPULÆR NATURVIDENSKAP

Utgitt av
BERGENS MUSEUM

Redaktør
prof. dr. phil. **Torbjørn Gaarder**

Redaksjonskomite: Prof. dr. phil. Aug. Brinkmann, prof. dr. phil. Oscar Hagem, prof. dr. phil. Bjørn Helland-Hansen og prof. dr. techn. Bjørn Trumpy

KOMMISJONÆR OG FORLAG: JOHN GRIEG - BERGEN

INNHOLD:

HÅKON SHETELIG: Professor dr. W. C. Brøgger..... 97
TORBJØRN GAARDER: Salter og organisk produksjon i havet.. 99
HAAKON HARALDSEN: Syntetisk gummi..... 109
SMÅSTYKKER: Askell Røskeland: Noen store hasseltrær på Stord. — Edvard Havnø og Sigurd Johnsen: Paring mellem forskjellige måsearter. — Edvard J. Havnø: Noen rettelser. — B. J. Birkeland: Temperatur og nedbør i Norge..... 123

Eftertrykk av „Naturen"s artikler tillates såfremt „Naturen" tydelig angis som kilde og forfatterens samtykke er innhentet.

Pris
10 kroner pr. år
fritt tilsendt

Dansk kommisjonær
P. HAASE & SØN
København

NATUREN

begynte med januar 1940 sin 64. årgang (7de rekkes 4de årgang) og har således nådd en alder som intet annet populært naturvidenskapelig tidsskrift i de nordiske land.

NATUREN

bringer hver måned et *allsidig lesestoff* fra alle naturvidenskapens fagområder. De fleste artikler er rikt illustrert. Tidsskriftet søker å holde leserne underrettet om *naturvidenskapenes mektige fremskritt* og vil bidra til større kunnskap om og bedre forståelse av vårt *lands rike og avvekslende natur.*

NATUREN

har *tallrike ansette medarbeidere* i de forskjellige deler av landet og bringer også oversettelser og bearbeidelser efter beste utenlandske kilder.

NATUREN

har i en årrekke, som anerkjennelse for sitt almennyttige virke, mottatt et årlig statsbidrag som for dette budgettår er bevilget med kr. 900.

NATUREN

burde imidlertid ha langt større utbredelse. Der kreves *ingen særlige naturvidenskapelige forkunnskaper* for å kunne lese dets artikler med utbytte.

NATUREN

utgis av *Bergens Museum* og utkommer i kommisjon på *John Griegs Forlag.* Redaktør: Prof. dr. TORBJØRN GAARDER. Redaksjonskomite: Prof. dr. A. BRINKMANN, prof. dr. OSCAR HAGEM, prof. dr. B. HELLAND-HANSEN og prof. dr. B. TRUMPY.

W. C. Brøgger

Professor dr. W. C. Brøgger 1851—1940.

Professor dr. W. C. BRØGGER døde stille lørdag 17. februar over 88 år gammel. De siste få årene hadde han levet tilbaketrukket fra aktiv virksomhet under skyggen av alderdommens svakhet, som endelig hadde nådd denne kjempeskikkelse i vårt åndsliv. Men han kunde da også se tilbake på et livsløp som var fylt av kraft og fruktbart virke som meget få andre.

Den ytre rammen om hans løpebane er nevnt i få ord, fra han blev assistent ved Norges geologiske undersøkelse 1875, blev amanuensis og universitetsstipendiat, professor ved Stockholm Høgskola 1881, professor ved Universitetet i Kristiania 1890, hvor han også blev universitetets første rektor i perioden 1907—1912, og tok avskjed 1917 for å vie sig helt til fortsatt videnskapelig arbeid.

Allerede som universitetsmann har BRØGGER hatt fremragende fortjenester. Han grunnla fra nytt det geologiske institutt i Stockholm med samlinger, bibliotek og laboratorier, og en kan si, grunnla også på nytt det geologiske institutt i Oslo, hvor vi bl. a. skylder ham det nye geologiske museet på Tøien. Han var en genial universitetslærer, fengslende og vekkende; hans elever har vært spredt i ledende videnskapelige stillinger over hele Norden. Selv den store forsker kunde han som ingen annen føre studentene inn i videnskapelig metode og tenkning, og stille kravet til det høie mål i videnskapelig arbeid.

Han var selv eksemplet for de unge. Gjennem to mannsaldre utfoldet han en videnskapelig arbeidskraft og fruktbarhet som søker sin like. Han har gjort veldige og grunnleggende studier over forstenete sjødyr i steinlagene ved Oslofjorden, utredet foldinger, forkastninger og brudd i lagdelte bergarter, vært en foregangsmann i nye metoder for analysen av vulkanske steinarter, klarlagt forløpet av den geologiske utvikling efter istiden, og endog gitt viktige bidrag

til samarbeidet av geologi og oldforskning. Hans arbeidsområde har nok alltid vært begrenset til en smal strimmel av Norges land mellem Mjøsa og Langesund, dette strøket som nu er berømt blandt geologer over hele verden under navn av Kristianiafeltet. Men begrensningen er gjort med fullt overlegg. Gjennem BRØGGERS behandling er disse lokale studiene løftet op i et høiere plan til å kaste lys over viktige almene spørsmål i hele jordklodens historie. Aldri tapte han synet for det centrale i den egentlige geologi, læren om jorden og dens skjebne gjennem millioner av år.

Fra sin første trykte avhandling 1872 til sitt siste storverk 1921 var BRØGGER hvileløs virkende som forsker og videnskapelig forfatter, og han stod også i over en mannsalder som en av vår tids mest fremragende geologer, med et navn berømt over hele den videnskapelige verden.[1] I rikt mål blev han tildelt de høieste utmerkelser som kan skjenkes av universiteter og akademier i alle land.

Dessuten, og kanskje ganske særlig nu, skal vi minnes hvad BRØGGER maktet å utrette for videnskapens kår i Norge, og dermed for hele det videnskapelige liv. Hele sin mektige posisjon som den verdensberømte forsker, hele sin sterke personlighet satte han inn for å skape forståelse for videnskapens plass i et folks nasjonale liv, i virkeligheten som et vilkår for å kalles et kulturfolk. Han virket utrettelig og pågående, og med resultater som for alltid skal være BRØGGERS æresminne. De mer rummelige bevilgninger og nybygginger til Universitetet, Videnskapsakademiet med sine videnskapelige skrifter, de store videnskapelige fond, i første rekke Nansenfondet, som har åpnet mulighet for friere og allsidig videnskapelig arbeid. Over alt sporer vi BRØGGERS verk fra hans lange og kraftfulle arbeidsår.

Heller ikke skal vi glemme at BRØGGER alltid var en varm og virksom forkjemper for universitetsplanene i Bergen.

BRØGGER kunde være hård i kampen for sine store mål, men eiet samtidig en rik og vinnende elskverdighet, var høit musikalsk begavet og av følsomt sinn. Han var en

[1] En nærmere omtale av professor Brøggers videnskapelige innsats finnes i »Naturen«, 1912, s. 1.

personlighet typisk for sin tid, den troende naturforsker av Darwins skole, men derfor nettop sannhetssøkende, en kjempe for åndsfrihet og fordomsfrihet, med tro på fremtiden. En sønn av vårt lille folk, gav han oss derved også det største eksempel.

Håkon Shetelig.

Salter og organisk produksjon i havet.

Av **Torbjørn Gaarder.**

Havet er det store reservoir for alt liv. Motsatt luften og den faste jord finner vi liv overalt i havet, fra ekvator til polene, fra overflaten og ned til de største dyp. Her lever fra de mest primitive op til høit organiserte organismer.

Alt dette levende, likefra det usynlige plankton til havets koloss hvalen, er alle opbygget av bittesmå, for øiet usynlige celler. Og hver eneste celle inneholder en levende substans, protoplasmaet, det stoff som danner det fysisk-kjemiske grunnlag for livet. Vil vi derfor forstå hvad en levende organisme trenger av næring for å leve, vokse og formere sig, så må vi vite hvad dens protoplasma er opbygget av.

Optil 90% er vann. Derfor sa også CLAUDE BERNARD: Alt som lever, lever i vann. Så inneholder protoplasmaet fra 10 til 25 % organisk stoff: Kullhydrater, fett og eggehvitestoffer. Dette organiske stoff opbygges av vann og kulldioksyd som hovedbyggestener, og opbyggingen besørger plantene ved lysets hjelp. Dette er den såkalte »kullsyre-assimilasjon«, produksjonen av organisk stoff. Plantene kan altså leve av uorganiske stoffer — vann, kulldioksyd og salter, og herav fremstille kullhydrater, fett og eggehvite. Dyrene kan det ikke, de må ha ferdiglaget organisk stoff, og er derfor enten planteetere eller rovdyr.

Saltene, de uorganiske stoffer, utgjør 1 % av protoplasmaet. De består av slike grunnstoffer som natrium,

kalsium, jern, klor og mange flere. Disse grunnstoffene er nødvendige for livet. Protoplasmaet inneholder dem i ganske bestemte vektforhold. Endres vektforholdet så endres også livsfunksjonene.

Protoplasmaet inneholder altså vann og tallrike salter.

Omvendt: Hvor vann og disse uorganiske salter finnes, der er betingelser for liv til stede. Dette er nettop tilfellet i havet. Av alle de forskjellige saltopløsninger som er blitt fremstillet kunstig, er det ikke én som kan konkurrere med havvannet i evnen til å opretholde og fremme livet hos den levende celle. Havet er således en mektig, fortynnet næringsopløsning.

Enhver vet at sjøvann smaker salt og at det ikke bare er en opløsning av koksalt, natriumklorid, selv om dette stoffet utgjør størsteparten av saltene. Hovedbestanddelene av sjøvannets salter er natrium og kalium, magnesium, kalsium og strontium, samt klor, brom, sulfat, bikarbonat og borsyre. Disse bestanddelene fins i havet i en gjennemsnittsmengde av 3,5 prosent, med andre ord, én liter havvann inneholder i gjennemsnitt 35 g salter. Nu holder vektforholdet mellem disse hovedbestanddelene sig konstant overalt i verdenshavene. Det er bare totalmengden av saltene pr. liter vann, eller med andre ord, den vannmengde hvori 35 g av sjøvannets salter er opløst som varierer. Især skyldes dette regn og fordunstning. Særlig langs kystene kan derfor saltgehalten d. e. totalmengden av salter pr. liter veksle meget på grunn av ferskvannstilførselen. Men forholdet — proporsjonaliteten — mellem de forannevnte hovedbestanddelene forblir altså konstant.

Sjøvannet inneholder imidlertid også en hel rekke andre saltbestanddeler, men bare i ytterst små mengder, spor vis. Flere av disse sporbestanddelene er imidlertid helt nødvendige for organismenes normale vekst og formering, f. eks. fosfat, nitrat, jern, zink, kobber. Slike livsviktige sporbestanddeler i sjøvannet må derfor ventes å kunne optre som begrensende faktor for organismeproduksjonen, der må forholdsvis lett kunne bli mangel på dem. I allefall vil organismene kunne bevirke at den mengdevise forekomst av

disse livsviktige sporstoffene veksler meget sterkt. Selv om derfor de absolutte mengder av sporstoffene kan synes helt ubetydelige, det dreier sig som oftest om bare noen få milligram av et slikt stoff i 1000 liter, så kan allikevel sporstoffets mengdevise veksling i et havområde ha den aller største innvirkning på produksjonsforholdene og på mengden av forekommende organismer.

Kvantitative produksjonsmålinger er der imidlertid ennu gjort svært lite av tilsjøs. Man har heller ikke tidligere studert de livsviktige sporstoffers vekslende forekomst i havet og vekslingenes betydning for produksjonen av organisk stoff. Dette skyldtes ikke manglende erkjennelse av sporstoffenes store betydning for organismene. I organismene selv kunde man nok ofte fastsette deres mengdevise forekomst, for her er mengden ofte op til 100, ja 1000 ganger så stor som i den samme vektmengde sjøvann. I sjøvannet derimot er den så liten at de kjente kjemiske metoder ikke tillot en kvantitativ riktig påvisning av vedkommende sporstoff.

Som eksempel kan jeg nevne gullet i havvannet. Gull er riktignok ikke noe livsviktig stoff, men ikke på noe annet grunnstoff i havet er der anvendt så meget arbeide for å påvise dets mengdevise forekomst. Før verdenskrigen i 1914 trodde man at der fantes 6 mg gull pr. 1000 liter sjøvann. Altså ytterst små mengder, men allikevel mente man at hvis så var tilfelle, kunde gull muligens utvinnes teknisk av sjøvann. Men efter verdenskrigen viste professor HABER at praktisk talt alt det gull man tidligere hadde påvist i havvann, det skyldtes forurensninger fra luften og fra de benyttede analysekar og reagenser. Det viste sig nemlig at det bare er 4 milligram gull pr. 1 million liter sjøvann. Dermed var ethvert håp om å utvinne gull av havet umuliggjort. Og allikevel sier denne påvisning at der bare i Atlanterhavet er ét tusen fem hundre millioner kilo gull!

Det er altså først i de siste tider at man har kunnet utarbeide tilstrekkelig nøiaktige kjemiske metoder for den kvantitative fastsettelse av sporstoffene i sjøvannet. Dermed er et nytt avsnitt i utforskningen av produksjonsforholdene i havet begynt: Forekomsten av de livsviktige sporstoffene,

og betydningen av deres mengdevise veksling for de levende organismers vekst og formering.

Mens altså havvannets hovedbestanddeler av salter holder sig i praktisk talt konstant vektforhold, så er dette ikke tilfelle for de sporstoffer som er nødvendige for livsprosessene hos planter og dyr, og således trekkes inn i det biologiske kretsløp i havet. Foruten for fosfat og nitrat gjelder dette også for en rekke andre sporstoffer. Slike sporstoffer kan derfor vise veldige konsentrasjonsvekslinger i havvannet, når de utsettes for organismeforbruk.

Havorganismenes vekst og formering er altså betinget av at havvannet inneholder tilstrekkelig av alle de grunnstoffer som er nødvendige for opbyggingen av deres legemer. Mangler derfor ett slikt grunnstoff i et havområde eller er det bare til stede i en form som gjør at det ikke kan utnyttes av organismen, så hindres dennes vekst og formering. Den minimumskonsentrasjon av grunnstoffet som er absolutt nødvendig for at en organismeform skal kunne leve og vokse, blir derfor en begrensende faktor for dens vekst og formering. Denne lov blev påvist av LIEBIG og kalles »minimumsloven«.

Er der på den annen side ikke til stede noen begrensende faktor for en organisme, m. a. o. er både de fysiske og kjemiske betingelser for ernæring, vekst og formering gunstige, så kan vedkommende organisme i løpet av et relativt kort tidsrum formere sig så sterkt at man iakttar en rent eksplosiv opblomstring. Dette fenomen iakttas lettest hos de encellete organismer, hos bakterier og planteplankton, da disse i løpet av kort tid formerer sig ved deling, og fortsetter hermed stadig vekk, så lenge livsbetingelsene er gunstige. De øker da hurtig i antall og efter rekken 1 : 2 : 4 : 8 : 16 : 32 : 64 o. s. v.

Om våren når solen pånytt får makt, kan således overflatelagene i sjøen langs vår kyst i løpet av kort tid bli helt blakket av mikroskopisk små encellete planter, planteplankton. Der er kommet »groe« i sjøen. Men resultatet av denne sterke vekst og produksjon av organisk stoff er at planteplanktonet har tatt fra sjøvannet store mengder av livs-

nødvendige sporstoffer, slike som fosfater og nitrater. Disse stoffene bindes i plantecellene, som enten fortæres av de planteetende havdyr eller plantene dør og synker ned i dypet. Resultatet kan derfor være at overflatelagene i løpet av forholdsvis kort tid blir næsten som en ørken hvad tilgang på disse livsviktige sporstoffer angår. Planteveksten stopper da op og overflatelagene ligger næsten tomme for planteorganismer, inntil der tilføres nye mengder av de livsnødvendige sporstoffene.

Havets organismer blir på dette vis underkastet regelmessige, tilbakevendende vekslinger: Visse former optrer i et havområde til bestemte årstider, blomstrer op, når et maksimum, avtar i antall, for så å gi plass for nye organismeformer, som så på sin side gjennemgår et lignende kretsløp. Særlig karakteristisk kan altså dette iakttas hos planteplankton, f. eks. hos de éncellete diatomeer, altså hos de organismer som besørger produksjonen av organisk stoff i sjøvannet.

Ved å analysere sjøvannets innhold og tilførsel av uorganiske stoffer og samtidig analysere sjøorganismenes innhold av uorganiske stoffer og fastslå deres næringsforbruk, kan vi da få et innblikk i hvorledes organismenes krav på næringsstoffer kan tilfredsstilles.

Men her møter vi altså store vanskeligheter. Riktignok kan vi lett fastslå mengden av de uorganiske stoffer som der er mest av både i sjøvannet og i organismene, f. eks. slike grunnstoffer som surstoff, natrium og kullstoff. Men organismene er også opbygget av en rekke andre livsviktige grunnstoffer i lett analyserbare mengder, f. eks. kvelstoff og fosfor. I sjøvannet derimot er der bare spor til stede av uorganisk bundet kvelstoff og fosfor, og deres påvisning har da også i lange tider vært meget vanskelig. Likevel er det altså av fundamental betydning at organismene kan få den tilstrekkelige tilførsel av dem. Nettop slike i spor forekommende grunnstoffer kan derfor lett bli den minimumsfaktor som hindrer planteplanktonet fra å vokse og formere sig, m. a. o. de kan komme til å hindre produksjonen av organisk stoff, og da får heller ikke dyrene noe å leve av.

Men hvorfra skal da plantene få tilgang på disse stoffene?

I havets overflatelag foregår over veldige arealer plantenes kullsyreassimilasjon, og i tropiske strøk helt ned til 200 m dyp, idet lyset her kan trenge så dypt ned og muliggjøre produksjon av organisk stoff. Dypere ned kan ikke plantene leve. Dyrelivet derimot er utbredt helt til bunnen, som i havet har et middeldyp på 3800 meter.

Under hver kvadratmeter finnes gjennemsnittlig 1 milliard av de planktonplanter som er så små at intet planktonnett fanger dem, dessuten 4 millioner av de almindelige mikroskopiske planktonplanter, samt 1 million dyr, de allerfleste mikroskopisk små. Den samlede masse under hver kvadratmeter er ca. 300 g. Dette høres ikke meget ut. Men allikevel sier det at der bare i Atlanterhavet er 30 tusen millioner tons med organismer, altså en organismemengde 300 ganger så tung som vekten av jordens samlede befolkning.

Intensiteten i havets total-stoffskifte er avhengig av samspillet mellem alle disse organismer. Men produksjonen av organisk stoff besørges alene av havets planter oppe i lyslagene.

Denne produksjon veksler sterkt fra havområde til havområde og også med årstidene. I varme, solfylte havområder er der fattigdom på planteplankton og også fattigdom på fisk, sel og hval. I koldere, mindre solfylte områder er forholdene gunstigere for planteplanktonet. Her er der minimumsproduksjon om vinteren og maksimumsproduksjon om våren. Her foregår store fiskerier og sel- og hvalfangst.

Hvad betinger nu disse store forskjeller mellem havområdene?

Undersøkelser har for det første vist at plantemengden veksler så uregelmessig fra havområde til havområde at de store forskjeller i produksjon ikke kan forklares bare gjennem vekslingene i lys og temperatur. Professor BRANDT opstilte derfor omkring 1900 den hypotese at produksjonen begrenses av tilførselen av visse for planteplanktonet nødvendige næringssalter og da især av tilgangen på uorganiske kvelstoff- og fosforforbindelser, på nitrater og fosfater.

Fra landjorden vet vi at alene plantene kan leve og vokse utelukkende av uorganiske stoffer — vann, kulldioksyd og salter. I jordbunnen er det især mangel på slike salter som fosfater, nitrater og kali. Derfor gjødsler vi jorden med disse salter for å få bedre plantevekst, og dermed mere føde til dyrene. Skulde derfor forholdene være de samme i havet?

Det blir da nødvendig å se på de grunnstoffer som opbygger den levende celle. Likeså blir det nødvendig å se på de grunnstoffer som finnes i havsaltet.

Den levende celle er hovedsakelig opbygget av 11 grunnstoffer: Kullstoff, vannstoff, surstoff, kvelstoff, fosfor, svovl, klor, natrium, kalium, kalsium, magnesium. Alle disse 11 er nødvendige for livet.

Dessuten inneholder den tallrike andre grunnstoffer, men bare i ytterst små mengder, sporvis. Av disse sporstoffer er altså også flere livsnødvendige, f. eks. mangan og kobber.

De i organismene i størst mengde forekommende grunnstoffer, de førstnevnte 11, tiltrakk sig naturligvis først opmerksomhet.

Av disse 11 grunnstoffer inneholder imidlertid havvannet rikelig av de 9 i uorganiske forbindelser. Derimot inneholder det bare spor av uorganisk bundet kvelstoff og fosfor. Som nitrater og fosfater forekommer kvelstoff og fosfor i så små mengder at man like til for 15 år siden manglet tilstrekkelig ømfintlige kjemiske metoder for deres kvantitative påvisning. Forekomstene må nemlig regnes i mg pr. 1000 liter sjøvann.

Hvis det altså er noen av de 11 uorganiske næringsstoffene som forekommer så sparsomt at de kan tenkes å virke som begrensende faktor på planteproduksjonen, altså på den organiske produksjon i havet, så må det være kvelstoff og fosfor, sa BRANDT.

Dette har senere vist sig å være riktig for de fleste farvann. Det er de kvelstoff- og fosfor-holdige saltene som først blir brukt op, og dermed forhindrer planteplanktonet fra å vokse og formere sig videre.

For planteorganismene i det åpne hav er det derfor av

største betydning at de er mikroskopisk bitte små, for derved kan én og samme plantestoffmengde være fordelt i et langt større område av sjøvannet for utnyttelsen av denne ytterst fortynnete næringsopløsning.

Dyrelivet i havet er så igjen sterkt preget av planteplanktonmengden. De dyr som direkte lever av planteplankton må nødvendigvis være små, derpå følger en serie av rovdyrformer av stigende størrelse, hvor de større lever av de mindre. Alle disse dyremellemledd betinger imidlertid store stoffskifte-omkostninger, slik at havets samlede dyreliv blir kvantitativt meget lite i forhold til dets samlede planteliv d. e. til produksjonen av organisk stoff.

For det åpne havs dyreliv er det altså de frittsvevende mikroskopiske småplanter, planteplanktonet som betinger deres eksistens.

Men når nu planteplanktonet i lyslagene har forbrukt de derværende opløste spor av fosfater og nitrater, hvorfra skjer da tilgangen på disse stoffene, slik at der næste år igjen kan produseres planteplankton, skje ny organisk produksjon?

Jo her er de vertikale strømmer i havet av avgjørende betydning. Alt dyreliv i havet nedenfor 200 meter lever utelukkende av organisk stoff, som er produsert av plantene oppe i lyslagene, enten direkte som planteetere eller indirekte som rovdyr. En betydelig del av lyslagenes produksjon av organisk stoff føres stadig ned i dypet, som en langsom »regn« av synkende levende og døde planter, døde dyr, organismerester og ekskrementer. Til de større dyp kommer ikke det synkende planteplankton i noen større mengder. Det fortæres nemlig for en stor del i de øverste 500 meter av et rikt dyreliv av småkreps og andre smådyr. Dypere ned kommer der altså lite av synkende planterester. I vannmassene vil der imidlertid også finnes opløst litt organisk stoff fra planter og dyr, svarende, efter professor KROGH, til 4 mg kullhydrater og 1,5 mg eggehvitestoff pr. liter. Selv om disse tall er ytterst små så sier de dog at der alene i Atlanterhavet, foruten de 30 tusen millioner tons levende

organismer, også finnes opløst organisk stoff, svarende til 20 tusen ganger jordens samlede hvetehøst.

I dyplagene frigjør så tilslutt de der levende dyrs og bakteriers stoffskifteprosesser de organisk bunne grunnstoffer pånyt som uorganiske forbindelser. I havets dyplag ophopes derfor uorganiske næringsstoffer. Allikevel inneholder dyplagene ikke mer enn 45 mg fosfatfosfor og 400 mg nitrat-kvelstoff pr. 1000 liter. Altså fosfor og kvelstoff i forholdet 1 : 9 m. a. o. nettop i det forhold hvori disse grunnstoffer inngår i organismenes eggehvitestoffer.

Når derfor dypvannet av strømmene føres op i lyslagene, får plantene igjen anledning til å utnytte de uorganiske næringsstoffene. Havet er således hovedsakelig et selvforsynende samfund. Havets årlige stoffskifte og dermed den årlige tilførsel av uorganiske næringsstoffer fra dyplagene til lyslagene, er nemlig helt dominerende i forhold til den årlige tilførsel av uorganiske næringsstoffer med elvevann fra det faste land.

Det fremgår altså at i de fleste havområder står vekslingene i den mengdevise produksjon av planteplankton, d. e. havområdets organiske produksjon, i et tydelig avhengighetsforhold til vekslingene i den mengdevise tilførsel til lyslagene av nitrater og fosfater.

Den lave organiske produksjon i varme hav og deres store planktonfattigdom er altså betinget av manglende tilgang på plantenæring, især nitrater og fosfater. I kolde hav og også i enkelte andre områder strømmer derimot vannmasser med uorganiske næringsstoffer op fra dypet til lyslagene og betinger dermed en kraftig produksjon av planteplankton, hvilket igjen betinger et rikt dyreliv og muligheter for fangst av fisk, sel og hval.

På høiere breddegrader er der imidlertid om vinteren for lite lys for noen større plantevekst. Først om våren, når solen igjen får makt, kan plantene vokse og formere sig raskere. Og da der om vinteren er blitt tilført overflatelagene bra med næringsstoffer fra dyplagene, skjer der nu en sterk opblomstring av planteplankton. Planteveksten kan så fortsette sommeren og høsten igjennem, m. a. o.

sålenge som der kommer tilstrekkelig sollys og såfremt der skjer tilstrekkelig tilgang på uorganiske næringsstoffer.

Slik er forholdene i sine store trekk også i det norske kystvann. Om våren skjer der en sterk opblomstring av planteplankton, der produseres meget organisk stoff. Men da der ikke er blitt tilført overflatelagene så svært store næringsmengder med dypvannet, blir disse opbrukt allerede i løpet av en måned. Utover sommeren er det derfor bare liten produksjon av organisk stoff. Allikevel regner vi de norske kystfarvann for meget gode produksjonsområder, for det er deres planteproduksjon som skaffer næringsgrunnlaget for alle de mindre og større dyr som betinger en betydelig del av de store fiskerier utenfor vår kyst. Og dog er der oppe i lyslagene i almindelighet aldri mere av nitrater og fosfater enn vel 10 mg fosfat-fosfor og 100 mg nitrat-kvelstoff pr. 1000 liter sjøvann. Utenfor våre kyster er dertil lyslagene bare 40—50 m tykke. I dette tynne vannlag foregår altså all planteproduksjon.

I de antarktiske farvann, i Sydishavet, har man påvist den største produksjon av organisk stoff. I mørketiden ophopes her så meget næring med det tilførte dypvann, at man i overflatelagene har kunnet påvise opimot 5 ganger så meget av nitrater og fosfater pr. liter sjøvann som i det norske kystvann. Når derfor solen kommer og bringer tilstrekkelig lys efter vinteren, kan en voldsom planteopblomstring finne sted. Dette skjer i den korte antarktiske sommer. Da inntreffer en planteopblomstring langt rikere enn den vi har i de norske kystfarvann, og da Sydishavet dessuten er veldig, blir der således produsert enorme mengder av planteplankton. Denne imponerende produksjon av plantenæring skaffer næringsgrunnlaget for veldige mengder av småkreps, hvalens åte. Her kan så igjen hvalen frådse i næring. Bardehvalene er derfor de dyr som har den best utviklede økonomi: De lever av den lille åten som bare med få mellemledd utnytter planteplanktonet. Hvalene følger derfor den vekslende planteplankton- og åteproduksjon fra sted til sted, og deres veksthastighet er da også den største vi kjenner. En nyfødt blåhval veier 2 tusen kg,

allerede 2 år senere er den kjønnsmoden og veier 70 tusen kg. De få organisme-mellemledd fra det usynlige planteplankton til den kjempestore hval muliggjør derfor at mennesket gjennem hvalfangsten *kan* utnytte havets produksjon av organisk stoff på en særdeles økonomisk måte. Sydishavet er da også uten sammenligning det havområde som viser den rikeste totalproduksjon av organisk stoff.

Produksjonen i havet betinges altså av at der fra dyplagene tilføres lyslagene de uorganiske næringsstoffer som planteplanktonet trenger for å vokse og formere sig. Blandt disse næringsstoffene inntar i almindelighet fosfater og nitrater en sjelden betydningsfull rolle som begrensende faktor for den organiske produksjon, deres mengdevise tilførsel bestemmer i de fleste tilfeller et havområdes produksjonsevne.

Der er altså i havet et veldig kretsløp: Tilførsel av uorganiske næringsstoffer fra dyplagene til lyslagene, planteproduksjon i lyslagene, dyreproduksjon i alle dybder, og nedsynkning av organismer og organismerester, nedbrytning, forråtnelse og påny opløsning av frigjorte uorganiske næringsstoffer i dyplagene, hvorfra så næringsstoffene av strømmene igjen tilføres lyslagene. Denne tilførsel skjer på forskjellig vis med meget forskjellig omfang og fart i de forskjellige havområder, og dette betinger igjen at disse viser en meget vekslende produksjon av organisk stoff.

Syntetisk gummi.

Av **Haakon Haraldsen.**

Forsøkene på å framstille gummi ad syntetisk vei er i og for seg meget gamle. Allerede i siste halvdel av forrige århundre begynte kjemikerne å beskjeftige seg med dette problem. Utgangspunktet for disse forsøk dannet en iakttagelse av den engelske kjemiker G. WILLIAMS fra 1860 at det blant gummiens destillasjonsprodukter fantes en umettet

kullvannstofforbindelse *isopren* C_5H_8. At isopren virkelig også er gummiens modersubstans, ble noen år senere erkjent av franskmannen G. BOUCHARDAT som tillike var den første som påviste at isopren ved opphetning med rykende saltsyre lot seg overføre i en gummiliknende substans.

Ved de første forsøk på å framstille syntetisk gummi konsentrerte interessen seg derfor naturlig nok om det problem å skaffe til veie de nødvendige mengder isopren på en så billig måte som mulig. En hel rekke forskjellige framgangsmåter ble forsøkt. En framstillet det av fuselolje, en annen av terpentin, en tredje av petroleum o. s. v. inntil det endelig tilslutt lyktes den tyske kjemiker FRITZ HOFMANN i 1909 å framstille isopren syntetisk og i kjemisk ren tilstand av stenkulltjæreprodukter. Ved polymerisasjon[1]) av denne rene isopren fikk så HOFMANN et produkt som i sine kjemiske og fysikalske egenskaper viste flere likhetspunkter med naturgummi.

Noe senere fant HOFMANN med utgangspunkt i aseton en billigere framgangsmåte for framstilling av syntetiske gummiprodukter. Aseton ble etter foregående reduksjon til pinakon overført i *metylisopren* som i likhet med isopren ved polymerisasjon ga et gummiliknende produkt som fikk navnet *metylgummi*.

Disse første syntetiske gummiprodukter var imidlertid

[1]) Ved en polymerisasjon forståes en forening av et stort antall mindre molekyler til større. De dannede polymerisasjonsprodukter er derfor først og fremst karakterisert ved at de er bygget opp av meget store molekyler, såkalte *makromolekyler*. Det er molekylenes størrelse og form som i første rekke bestemmer produktenes fysikalske og kjemiske egenskaper. De senere års forskning har f. eks. vist at en god plantasjegummis molekyl inneholder hele 1000—2000 enkle isoprenmolekyler eller m. a. o. at gummimolekylet er 100—1000 ganger større enn de største molekyler en sedvanligvis har å gjøre med i kjemien. En har videre funnet at isoprenmolekylene i gummimolekylet ligger etter hverandre som perler på en snor. Gummimolekylet har derfor form av lange tråder og gummiens egenskaper er i høy grad avhengig av molekylkjedens lengde. Når de første syntetiske gummiprodukter, bl. a. den nedenfor omtalte metylgummi *ikke* var tilfredsstillende, så berodde det nettopp på at molekylkjeden ikke var lang nok.

lite tilfredsstillende; de lot seg vanskelig løse i de sedvanlige oppløsningsmidler og lot seg ikke ved vulkanisasjon føre over i elastiske produkter. Ikke desto mindre ble det nedlagt et stort arbeid på å forbedre deres kvalitet, særlig ble metylgummien gjort til gjenstand for grundige undersøkelser i flere forskjellige retninger. Disse undersøkelser innskrenket seg ikke bare til laboratorieforsøk; metylgummien ble også prøvet i adskillige gummifabrikker med det formål å undersøke hvorvidt den egnet seg for fabrikasjon av de mange forskjellige gummiartikler, deriblant også automobildekker.

Selve polymerisasjonsproduktet av metylisopren var i varm, uvulkanisert tilstand en klar, farveløs og elastisk masse; ved vulkanisasjonen med svovel gikk den over i myke, lærliknende produkter med liten styrke og elastisitet. Dessuten viste det seg at både de vulkaniserte og de ikke vulkaniserte produkter ble ødelagt ved oksydasjon under luftens påvirkning. De lot seg derfor ikke lagre, men ble hårde og sprø og fulle av sprekker. Selv om det således ikke lyktes å få myke vulkaniserte produkter med tilfredsstillende elastisitet, så lot metylgummi seg anvende til fabrikasjon av forskjellige hårde gummiartikler hvis kvalitet var nesten like så god som for de tilsvarende produkter av naturgummi. Noen større produksjon kom dog ikke i gang. Ikke minst stillet prisen seg hindrende i veien herfor, så meget mer som prisen på naturgummi nettopp i årene før verdenskrigen viste et voldsomt fall, fra en toppris på over 12 sh pr. pund i 1910 gikk den helt ned i 2 sh pr. pund i 1914.

Først under verdenskrigen da nødvendigheten av å ha gummi spillet en langt større rolle enn prisen, tok tyskerne opp en fabrikasjonsmessig framstilling av syntetisk gummi på basis av metylisopren i større målestokk. Ved krigens slutt var denne produksjon nådd opp i hele 10 000 kg pr. dag, foruten at det forelå fullt ferdige planer for bygging av to nye fabrikker med en samlet kapasitet på 8000 tonn pr. år. Metylgummi var og ble dog bare et surrogat i nødens stund. Da krigen vel var over, ble produksjonen helt innstillet.

Helt til 1925 hvilte alle videre forsøk på å framstille

gummi på syntetisk vei praktisk talt fullstendig. Hertil bidro ikke minst at prisene på naturgummi i årene etter krigen sank ned på et nivå så lavt som aldri før. I 1922 kostet et pund gummi ikke mer enn 6 d, en pris som truet med fullstendig å ødelegge gummiplantasjenes rentabilitet. England som dengang kontrollerte hele 77% av gummiproduksjonen, skred derfor til drastiske reguleringsforholdsregler for atter å bringe prisene i været. Takket være disse og det sterkt økende behov for gummi på grunn av den raskt fremadskridende motorisering, var prisen i 1925 kommet helt opp i 4 sh pr. pund. Denne voldsomme prisstigning stimulerte både i U. S. A., Tyskland og Russland til nye anstrengelser på å framstille gummi ad syntetisk vei.

Når alle disse stormakter så energisk er gått inn for den syntetiske gummiframstilling, henger det sammen med at gummi i utpreget grad alltid har vært en monopolvare, forbeholdt de tropiske land og dem som behersker disse, først og fremst England og Holland som tilsammen har hånd over hele 80% av verdensproduksjonen. Særlig led U. S. A., som på grund av sin høyt utviklede automobilindustri er avtager av mer enn halvparten av den samlede verdensproduksjon, sterkt under denne monopolstilling på gummimarkedet. Det var derfor ikke å undres over at amerikanerne gjentatte ganger søkte å bryte Englands og Hollands monopolstilling ved å anlegge sine egne gummiplantasjer. Ingen av disse forsøk førte imidlertid til de ønskede resultater.

Alt tydet derfor på at gummi skulle vedbli å være en monopolvare og at den gamle kamp om den stadig skulle fortsette. Intet syntes å skulle kunne hindre dette. Som så mange ganger før grep imidlertid kjemien atter avgjørende inn i begivenhetenes utvikling. På samme måte som den allerede hadde brutt de tropiske lands indigomonopol, silkemonopol og salpetermonopol, så brøt den nå takket være en intens vitenskapelig forskning den første bresje i plantasjegummiens monopolstilling.

Til tross for at det var gummi nok å få, til tross for at prisene satte nye bunnrekorder (1,5 d pr. pund i juni

1932) ga kjemikerne denne gang ikke opp. Problemet skulle og måtte løses. Gummi var blitt et så viktig og uundværlig ledd i det moderne samfunds struktur at alt som overhodet kunne gjøres, måtte forsøkes for å løse problemet: den syntetiske framstilling av gummi. Og denne gang lyktes det, riktignok først etter utallige forsøk og overvinnelse av de største vanskeligheter, å komme fram til fullt brukbare og langt mere tilfredsstillende metoder enn noen av dem som tidligere hadde vært benyttet. Dette skyldtes ikke minst et grundig studium av polymerisasjonsprosessen med det mål for øye å finne de gunstigste betingelser for dens forløp.

De første på pletten var amerikanerne. Henimot slutten av 1931 meddelte det amerikanske rustningsfirma og kjemiske konsern E. I. DUPONT DE NEMOURS at dets kjemikere hadde framstillet en syntetisk gummi som noen tid etter kom på markedet under navn av *dupren*. Omtrent samtidig kom Russland med sin *sowpren* og *SKB-gummi* og litt senere Tyskland med sin *buna* som idag kanskje er den mest kjente av de syntetiske gummisorter. Foruten disse er det uteksperimentert en rekke andre syntetiske gummiprodukter, som f. eks. det amerikanske *koroseal, tiokol* og flere andre, hver med sine spesielle egenskaper og anvendelsesmuligheter.

Utgangspunktet for framstillingen av de viktigste syntetiske gummisorter danner asetylen og en gruppe forbindelser som avledes av asetylen, de såkalte *vinylforbindelser*. Disse forbindelser er karakterisert ved at de inneholder den umettete olefingruppe $CH_2 = CH—$ og ved at de har en utpreget evne til å polymerisere. Som eksempler på slike polymeriserbare vinylforbindelser kan nevnes:

vinylklorid	$CH_2 = CH.Cl$	avledes	av	asetylen	og	saltsyre
vinylester	$CH_2 = CH.COOR$	»	»	»	»	fettsyrer
vinyleter	$CH_2 = CH.OR$	»	»	»	»	alkoholer
vinylamin	$CH_2 = CH.NR_2$	»	»	»	»	aminer
vinylbensol eller *styrol*	$CH_2 = CH.C_6H_5$	»	»	»	»	bensol
vinylcyanid eller *akrylsyrenitril*	$CH_2 = CH.CN$	»	»	»	»	blåsyre

Disse og andre polymeriserbare forbindelser har gjort det mulig for oss å bygge opp molekyler som er mange ganger større enn dem som en i almindelighet har å gjøre med i kjemien. I naturen er slike *makromolekyler* temmelig utbredt. Også disse naturlige makromolekyler, som spiller en meget viktig rolle over alt i plante- og dyreriket, oppstår ved at relativt små molekyler med samme eller liknende sammensetning føyer seg sammen til store stabile molekyler. Av enkle sukkerarter oppstår på den måte stivelse og cellulose, av visse fenoler garvestoffer, av enkle aminosyrederivater eggehvitestoffer o. s. v. De prosesser som fører til disse høymolekylære forbindelser, er dels *kondensasjons-* dels de ovenfor omtalte *polymerisasjons*-prosesser. Om vi ennå ikke i laboratoriet har lært å bygge opp de nevnte, for selve livsprosessene så uhyre viktige stoffer, så er vi ved de senere års forskning og industrielle utvikling uten tvil kommet på sporet av hvorledes slike stoffer oppstår. I flere tilfeller har de syntetiske produkter allerede likhet med de produkter som framstilles ved livsprosessene i forskjellige plante- og dyreorganismer, stoffer som vi allerede for lengst var fullt fortrolige med uten at vi dog kjente til på hvilken måte de ble dannet i organismen. Vi står her ved begynnelsen av en helt ny utvikling med en uanet framtid rik på vitenskapelige og industrielle muligheter.

I og for seg var slike polymerisasjonsprodukter kjent i lang tid, en visste bare ikke hva en skulle ta seg til med den slags produkter. Det var først kort før forrige krig at det inntrådte en forandring i dette forhold, for en stor del takket være en systematisk undersøkelse av de nevnte vinylforbindelser. Det var særlig tyske kjemikere som her gikk i spissen. De forente asetylen i nærvær av kvikksølvsalter med forskjellige uorganiske og organiske syrer som saltsyre, eddiksyre, kloreddiksyre, bensosyre m. fl. og kom på den måten fram til vinylklorid og flere andre vinylestere.

Disse vinylestere er meget reaktive stoffer. I nærvær av superoksyder eller andre aktiverende substanser går de ved oppvarming eller i sollyset over i nye, sterkt viskose

harpikslignende stoffer som danner grunnlaget for en hel del av de i våre dager så viktige *kunststoffer*.

Selve polymerisasjonsprosessen kan utføres på flere forskjellige måter. Den kan utføres direkte med den rene monomere substans i gasstilstand eller i flytende tilstand, den kan utføres i oppløsning eller i emulsjon og den kan utføres med blandinger av to eller flere enkle monomere vinylforbindelser (*blandpolymerisasjon*). Ved således å variere polymerisasjonsbetingelsene og ved å variere de rester som er forbundet med vinylgruppen har vi det i vår hånd å påvirke de dannede kunststoffers egenskaper innen vide grenser. Vi kan framstille stoffer med ønsket hårdhet, strekkbarhet, fasthet, bestandighet like over for temperaturforandringer, vann, syrer o. lign. og med høy elektrisk isoleringsevne.

Vinylkunststoffene kommer i handelen under forskjellige navn som *vinylitt, igelitt, trolitul, movilitt, vinnapas, oppanol, pleksiglass* o. s. v. De finner anvendelse som ikke knusbart, bøyelig sikkerhetsglass eller som mellomlag i slike glass, som rørledninger for sterke syrer, som isolasjonsmateriale for elektriske kabler, i elektriske apparater, som impregneringsmiddel for tekstilvarer, som erstatning for metaller f. eks. i dørhåndtak, som bruksgjenstander av enhver art, som tallerkener, kopper, skåler, kammer, knapper, som film og folier, som syntetiske vokser, som verdifulle lakkstoffer for automobiler, flyvemaskiner, jernbanevogner og skip, kort sagt over alt der hvor det stilles de største krav til hårdhet, elastisitet, motstandsevne like over for vær, vind og lys.

En meget verdifull berikelse fikk vinylforbindelsene takket være amerikanske forskeres arbeider. En helt ny interessant klasse vinylforbindelser ble nemlig gjort teknisk tilgjengelige ved at det lyktes den amerikanske kjemiker I. A. NIEUWLAND å forene flere asetylenmolekyler til *vinylasetylener* eller *asetylenkullvannstoffer* ved å lede asetylen inn i oppløsninger av kuprosalter. Alt etter forsøksbetingelsene får en som hovedprodukt *vinylasetylen* eller *divinylasetylen:*

$$\underset{\text{asetylen}}{2CH{\equiv}CH} \xrightarrow{C_2H_2} \underset{\text{vinylasetylen}}{CH_2{=}CH{-}C{\equiv}CH} \longrightarrow \underset{\text{divinylasetylen}}{CH_2{=}CH{-}C{\equiv}C{-}CH{=}CH_2}$$

Vinylasetylenforbindelsene har fått en utstrakt anvendelse som utgangsstoffer for forskjellige kunststoffer og det er nettopp et derivat av vinylasetylen, *kloropren*, som blir benyttet til framstilling av den amerikanske syntetiske gummi *dupren*. Kloropren fåes ved å lede vinylasetylen som ved almindelig temperatur er en gass, inn i en saltsur oppløsning av kuproklorid:

$$\underset{\text{vinylasetylen}}{CH_2=CH-C\equiv CH} \xrightarrow{HCl + CuCl} \underset{\text{kloropren}}{CH_2=CCl-CH=CH_2}$$

Kloropren lar seg under egnede forhold polymerisere hele 700 ganger hurtigere enn isopren. Polymerisasjonsproduktet er nettopp det amerikanske dupren eller som det nå kalles *neopren*. Neopren er i besittelse av en rekke interessante egenskaper som gjør at den i flere henseender er bedre enn naturgummi, fram for alt utmerker den seg ved en meget stor bestandighet like overfor oljer og surstoff. Neopren finner derfor anvendelse i gummislanger, ventilskiver og for andre formål hvor en er forhindret fra å anvende naturgummi. På liknende måte som neopren framstilles i Russland den såkalte *sowpren*.

Både isopren og kloropren avledes av en kjemisk forbindelse som heter *butadien* eller *divinyl* som ved almindelig temperatur er en lett brennbar gass.

$$\underset{\text{butadien, divinyl}}{CH_2=CH-CH=CH_2}\ ; \quad \underset{\text{isopren, 2-metylbutadien}}{CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2}\ ;$$

$$\underset{\text{kloropren, 2-klorbutadien}}{CH_2=CCl-CH=CH_2}$$

Isopren er med andre ord et metylderivat av butadien, kloropren et klorderivat. Den tidligere omtalte metylgummi eller krigsgummi var ikke et polymerisasjonsprodukt av isopren selv, men av et butadienderivat med to metylgrupper: 2,3-dimetylbutadien $CH_2=C(CH_3)-C(CH_3)=CH_2$.

Interessant er det nå at en kan komme til syntetiske gummiprodukter direkte fra butadien selv. At butadien besitter denne egenskap, har i og for seg vært kjent nokså lenge; men det er først i de aller seneste år at metoden har fått teknisk anvendelse idet det er denne vei tyskerne og delvis også russerne har slått inn på. Utgangsproduktene for butadienframstillingen er imidlertid forskjellig i de to land. I Tyskland går en ut ifra asetylen som overføres i asetaldehyd, aldol, butylenglykol og endelig i butadien etter følgende reaksjonsskjema:

$$\underset{\text{asetylen}}{2CH{\equiv}CH} \xrightarrow{+\,2H_2O} \underset{\text{asetaldehyd}}{2CH_3CHO} \xrightarrow{NaOH} \underset{\text{aldol}}{CH_3CH(OH)\,CH_2CHO}$$

$$\xrightarrow{H_2} \underset{\text{butylenglykol}}{CH_3CH(OH)CH_2CH_2OH} \xrightarrow{-\,H_2O} \underset{\text{butadien}}{CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2} \rightarrow \text{Buna}$$

I Russland framstiller en det nødvendige butadien av etanol ved at denne ledes over en katalysator ved 400—450°:

$$\underset{\text{etanol}}{2C_2H_5OH} \rightarrow \underset{\text{butadien}}{CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2} + 2H_2O + H_2$$

Etanolen kommer til anvendelse hovedsakelig i form av kornsprit. Det teoretiske utbytte av reaksjonen er 58,7% butadien. På grunn av forskjellige bireaksjoner kommer det virkelig oppnådde maksimalutbytte opp i bare 30%, d. v. s. litt over halvparten av det teoretiske. Metoden er meget kostbar da det for hver tonn syntetisk gummi medgår 5,2 tonn 90%-ig alkohol.

Ved polymerisasjon av butadien framstiller tyskerne den syntetiske gummi *buna*, russerne *SKB-gummien*.

Det vanskeligste ledd i hele framstillingsprosessen er nettopp denne polymerisasjonsprosess og det er særlig den som har vært det sentrale i de senere års bestrebelser på å framstille en syntetisk gummi. Meget arbeid og mange forsøk var nødvendig før det lyktes å komme fram til et produkt som i kvalitet kunne sammenlignes med naturgummien og hvis pris var noenlunde antakelig.

Fig. 1. Pakning av den syntetiske gummi buna.
(Efter GREILING: Chemie erobert die Welt).

Til å begynne med utførte tyskerne polymerisasjonen ved hjelp av metallisk natrium. På den måte oppstod navnet *buna*: *bu*tadien + *na*trium. Denne metode er dog så godt som forlatt da en får langt bedre resultater ved den såkalte *emulsjonsmetoden*. Etter denne metode fordeler en butadien i vann under tilsetning av forskjellige stoffer som gjør tjeneste som emulgermidler og katalysatorer. Av den dannede emulsjon utskilles så den syntetiske gummi ved koagulasjon under tilsetning av syrer, i likhet med hva som er tilfelle for naturgummiens vedkommende. Emulsjonsmetoden byr fram for alt på den store fordel at den bekvemt tillater å framstille blandpolymerisater og nettopp disse blandpolymerisater ligger til grunn for de viktigste bunasorter.

Emulsjonspolymerisasjonen kan betraktes som en etter-

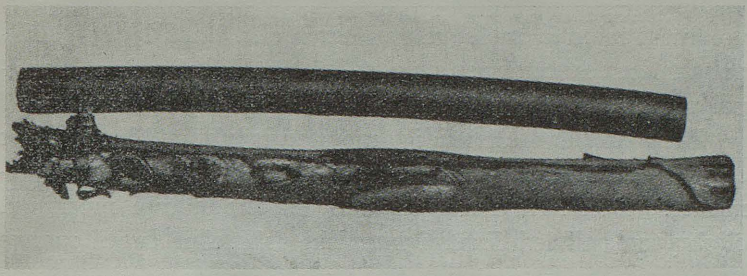

Fig. 2. Slanger av naturgummi og buna utsatt for damp ved 200° i 10 timer. Naturgummien har ikke tålt prøven og er blitt fullstendig ødelagt. Bunaslangen derimot er praktisk talt uforandret.

likning av den prosess som foregår i naturen. Heller ikke gummitrærne leverer direkte gummi, men en emulsjon, *lateks* eller gummimelk, som inneholder gummien i form av fint fordelte, mikroskopisk små partikler. I likhet med naturen nøyer også våre dagers kjemikere seg med å lage en emulsjon, dog med den viktige forskjell at mens naturen bare gir oss en eneste slags lateks, så stiller kjemikeren forskjellige sorter lateks til vår disposisjon, hver med sine bestemte verdifulle egenskaper. Den syntetiske kjemi har rett og slett overtrumfet naturen. Nettopp herpå beror den syntetiske gummis store framtidsmuligheter og dens evne til å konkurrere med naturgummien.

Den syntetiske gummi er derfor ikke en blott og bar etterlikning av den naturlige, men et verdifullt nytt produkt, som ikke bare er kjemisk forskjellig fra naturgummien, men som også kan framstilles med egenskaper som er avpasset etter det formål den skal tjene (fig. 2 og 3). Det fins derfor allerede idag på markedet en rekke forskjellige bunakvaliteter, hver med sine karakteristiske egenskaper og i flere henseender bedre enn naturgummien med hensyn til motstandsevne mot forskjellige slags innflytelser. For det første har vi de såkalte »tallbunaer« som buna 5, buna 85, buna 115 o. s. v. Disse omfatter de eldste kvaliteter, som ble framstillet ved polymerisasjon med metallisk natrium. Av nyere datum er de såkalte »bokstavbunaer« som istedetfor med tall karakteriseres ved bokstavbetegnelser. De framstilles ved bland-

polymerisasjon i emulsjon. Vi har f. eks. buna N, et blandpolymerisat av butadien og akrylsyrenitril, buna S, et blandpolymerisat av butadien og styrol o. fl. a.

Buna N er fullstendig motstandsdyktig like overfor oljer og bensin samt de fleste andre organiske oppløsningsmidler. Den kan derfor med fordel anvendes i maskiner, oljebrytere, til ledninger i kjemiske fabrikker og til mange

Fig. 3. Til venstre et automobildekke av naturgummi, til høire et av buna. Begge er blitt kjørt 20 000 km. Bunaringen er minst slitt. (Efter GREILING: Chemie erobert die Welt).

andre formål hvor en tidligere var avskåret fra å anvende gummi på grunn av naturgummiens oppløselighet i olje og bensin. Buna S og dens vulkaniseringsprodukter er særlig motstandsdyktige mot varme og slitasje og har derfor vist seg å være et utmerket råmateriale for automobildekker. Også til isolasjonsmateriale for elektriske kabler har buna S vist seg å være fortrinlig skikket.

Framstillingen av automobildekker av syntetisk gummi var et punkt som bød på sine ganske spesielle vanskeligheter. Her er det nemlig ikke bare gummiens kvalitet som er det ene

avgjørende; også mange andre faktorer som f. eks. det anvendte tekstilunderlag, de anvendte fyllstoffer, den anvendte gassot o. lign. spiller en viktig rolle. Etter mange års utrettelig arbeid var tyskerne i 1936 kommet så langt at de første automobildekker av buna kunne framvises på automobilutstillingen i Berlin og da var dekkene allerede blitt prøvet i årelange forsøk av den tyske hær og hadde vist seg å være 10—30%, ja opptil dobbelt så gode som dekker av naturgummi.

Takket være sine mange framragende spesialegenskaper kan den syntetiske gummi allerede idag til dels konkurrere med naturgummien. Selv om dens pris ennå idag nok ligger langt over naturgummiens, så vil utvilsomt prisen synke etter hvert som produksjonen tiltar og etterhvert som produksjonsmetodene blir gjort billigere. Således viser prisen på neopren, angitt i dollars pr. pund for hvert års januarmåned, følgende utvikling: 1935: 1,05; 1936: 1,00; 1937: 0,75; 1938: 0,75; 1939: 0,65; d. v. s. en reduksjon på ikke mindre enn 40% i løpet av 4 år.

Hva produksjonen av syntetisk gummi angår, er det vanskelig å gi eksakte tall. I Tyskland regnet en visstnok allerede i 1939 med å kunne dekke behovet for gummi til automobildekker ved hjelp av den syntetiske gummi hva der skulle svare til en årlig produksjon på mellom 50 000 og 100 000 tonn. I Russland ble produksjonen for året 1937 planlagt til 70 000 tonn og forbruket av syntetisk gummi oppgis til idag å være dobbelt så stort som forbruket av naturgummi. I U. S. A. synes produksjonen i hvert fall hittil å ha holdt seg innen forholdsvis beskjedne grenser. Den oppgis til 4000 tonn, en kvantitet som ikke en gang utgjør 1% av behovet. Også Italia og Japan har begynt å framstille syntetisk gummi.

*

De nettopp omtalte syntetiske gummisorter likner naturgummien deri at de er bygget opp av umettede butadienderivater, henholdsvis av butadien selv. Det fins imidlertid i handelen idag flere andre gummiliknende produkter som

ikke har noe med butadien eller butadienderivater å gjøre. Blant de viktigste produkter i denne gruppe av syntetiske gummisorter må først og fremst nevnes det amerikanske *koroseal* som er blitt bragt på markedet av den store gummivarefabrikk Goodyear.

Koroseal fåes av polyvinylklorid ved behandling med såkalte plastifiserende midler. Blant disse inntar forskjellige estere en fremtredende plass, men også mange ketoner og organiske svovelforbindelser har gitt gode resultater. Alt etter det anvendte plastifiseringsmiddel får en korosealprodukter med forskjellige egenskaper.

Koroseal utmerker seg fram for alt ved at det besitter en høy grad av motstandsdyktighet mot forskjellige kjemiske innflytelser som surstoff, svovelsyre, salpetersyre, kromsyre og sterke alkalier. Derimot løser det seg eller sveller opp i forskjellige organiske oppløsningsmidler, særlig slike som inneholder klor-, nitro- og aminogrupper, ketoner m. fl.

Koroseal anvendes i den kjemiske industri, i den elektriske industri, i kabelindustrien, i tekstilindustrien, det anvendes som beskyttende belegg for metalltanker o. s. v. Transparente korosealprodukter anvendes til framstilling av vanntette klær. Regnfrakker av korosealbehandlet silke fabrikeres i U. S. A. i forskjellige farger. Også badedrakter lages av slike stoffer.

Av andre polyvinylforbindelser som brukes til fabrikasjon av gummiliknende produkter, kan nevnes *polyvinylalkohol* (CH (OH) = $CH_2)_n$. Disse produkter er meget resistente mot oljer og liknende stoffer. Også stoffer som *igelitt, mipolam, vinylitt* og forskjellige polymerisater av *akrylsyreestere* hører til denne gruppe av gummiliknende produkter.

I sin kjemiske sammensetning helt forskjellig fra disse produkter igjen er det gummiliknende *tiokol*. Det fåes ved omsetning mellom dihalogenforbindelser som etylendiklorid med alkalipolysulfider som natriumtetrasulfid. Dets kjemiske formel kan skrives $(C_2H_4S_4)_n$. Den nøyaktige molekylvekt er ennå ukjent, men i alle tilfelle er den meget høy. Tiokol-

produktene påvirkes praktisk talt ikke av bensin, bensol, olje o. s. v.

Nevnes også de gummiliknende produkter *vistaneks* og *oppanol*, så sees det at vi idag faktisk har til vår disposisjon en hel rekke forskjellige syntetiske gummiprodukter. Det er dog ennå for tidlig med fullstendig sikkerhet å si noe om i hvilken utstrekning de vil erstatte naturgummien under frie normale forhold. Syntetisk gummi koster ennå vesentlig mere enn naturgummi, i visse henseender er den dog bedre enn naturgummien, i andre dårligere. Dens evne til å konkurrere med naturgummien er et spørsmål om pris og kvalitet. Det er dog neppe for optimistisk å mene at de syntetiske produkter vil bli brukt i stigende utstrekning; for etterhvert som utviklingen skrider fram, vil utvilsomt kvaliteten bedres og prisen synke.

Småstykker.

NOEN STORE HASSELTRÆR PÅ STORD.

Under en botanisertur til sydskråningen av *Agdesteinbrunene på Stord* den 23. april 1923 støtte jeg på flere store treformete hasler. De vokste et stykke oppe i lien nær grensen mellem Agdestein og Lundarstøl. Da jeg efter turen kom ned til Agdestein og skulde få rede på hvem som eide disse merkelige hasler, viste det sig at ingen av opsitterne visste om dem. De vokste nemlig på et mindre, temmelig bratt felt sammen med andre store trær: Lind, eik, alm, svartor, bjerk, raun med flere. Sammen med disse dannet de en liten temmelig typisk «urskog». Der var ingen merker efter at det noen gang var hugget trær her. Store nedfalne mer eller mindre råtne stammer vekslet med nedliggende ennå delvis friske trær eller med mer eller mindre skråttstående, falleferdige stammer. Da lendet også var sterkt skrånende, var der næsten ufremkommelig. Bøndene som eide skogen her, fant rikelig brenneved nærmere husene og på meget mer lettvint tilgjengelige steder. Skulde noen forbi her, tok de enten vei lenger nede i dalen eller de fulgte saueråkene

oppe under fjellhamrene. Dette forklarer hvorfor eierne ikke visste om sine merkelige hasler, og hvorfor skogen her fikk stå urørt den ene mannsalder efter den annen.

Jeg hadde aldri før sett treformete hasler, og da jeg forstod at de hadde botanisk interesse, beskrev og målte jeg noen av de største.

Senere har jeg flere ganger besøkt feltet og har hatt med mig amatørfotografer. 3 av haslene stod så isolert at det gikk an å få følgende billeder av dem.

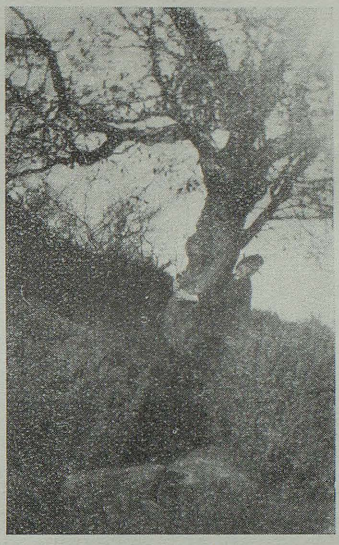

Fig. 1.
Hassel nr. 1.

Hassel nr. 1.

Denne stod på en liten gressbakke ovenfor «urskogen», (som ovenfor er skildret), og var omgitt av ener. Stammens omkrets i brysthøide var 23. mai 1930 1,45 m. Den nederste gren stod 1,26 m fra marken; men dette var en unggren med tynn, slett bark, altså bare noen år gammel. Kronen må regnes fra det sted hvor stammen deler sig i 4 tykke, svære grener. Høiden til den nederste av disse (stammens høide) var 2,18 m. Kronens bredde var 8,9 m, treets høide 8 m. Kronen var helt frisk.

Stammen var knudret med større og mindre sprekker i barken. Her hadde det samlet sig litt rusk og jord så en

del saprofyter hadde kunnet feste sig der. 1 m oppe på stammen vokste en 5 cm høi ener (*Juniperus communis*), 1,28 m oppe noen gauksyrer (*Oxalis Acetosella*) og 1,80 m og 2,38 m oppe 2 små rauner (*Sorbus Aucuparia*) henholdsvis 20 og 80 cm høie.

Hassel nr. 2.

Denne stod bare noen få meter østenfor nr. 1 og var likesom denne omgitt av ener. Den medtaes her fordi den stod laglig til for fotografering. Stammens omkrets i bryst-

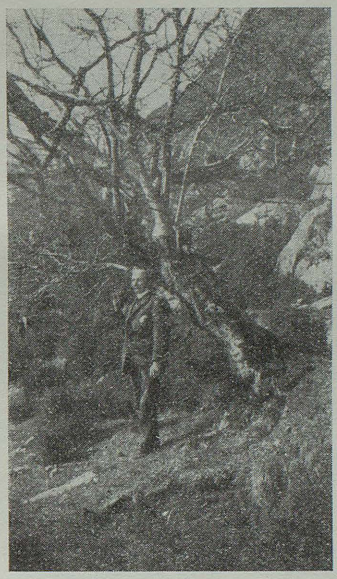

Fig. 2.
Hassel nr. 2.

høide var i 1925 bare 0,86 m; men som en kan se på billedet var stammen sprukken (se billedets høire side) og sprekken hadde i tidens løp utvidet sig, så i brysthøide stod bare noe over halvdelen av den oprinnelige periferi igjen. I 1 m høide var omkretsen ennu 1,52 m. Tverrmålet av kronen var 7 m, treets høide 8 m. En masse nøtteskaller under treet fortalte at i 1924 hadde det båret rik frukt, og måten nøttene var knekket på, viste at det var ekornet, hasselens verste fiende, som hadde forsynt sig.

Hassel nr. 3.

I lien ned for de 2 nevnte hasseltrær finnes flere slike, i alt 10 stykker. Et par av disse måler over 2 m i omkrets;

men skogen er her så tett og lien så bratt at det i 1925 var uråd å få gode fotografier av dem. Størst er den på billed nr. 3. I en høide av 1,2 m deler den sig i 9 gamle tykke stammer eller grener. Fra marken op til 1,2 m danner de en kompakt stamme med såvidt jeg kunde se felles bark. Omkretsen på den felles stamme 1,2 m fra marken var 3,10 m. På billedet rekker denne felles stamme fra hodet på mannen lengst til venstre til en lysegrå flekk ytterst ved billedets høire kant noe ovenfor midten. Kronens diameter var 13 m, treets høide 12 m.

Fig. 3.
Hassel nr. 3.

Det nest største hasseltre innen dette område kunde jeg ikke få fotografi av, da lendet var for uryddig; men jeg har notert målene: Omkrets i brysthøide 1,86 m, kronens diameter 12 m, treets høide 12 m.

Også andre steder på Stord har jeg notert forekomst av hasseltrær. Således i *lien mellem Lundarstøl* og *Tyseskardveien* og i *lien mellem fjellet Mennene* og *Litlabø* samt på *Bjelland*; men fra disse steder kan jeg ikke opgi mål eller vedlegge fotografier.

Askell Røskeland.

PARING MELLEM FORSKJELLIGE MÅSEARTER.

Jeg har ganske nylig hørt om paring mellem han av svartbaken *Larus marinus* og hun av blåmåsen *Larus argentatus*.

Meddeleren min fetter JENS SELSØVOLD, Gjærøy er en skarp iakttager. Han opgir tiden til første halvdel av mai 1938. Der var ingen redeplass i nærheten. Jeg vil nevne dette for »Naturen« i tilfelle av at paring mellem forskjellige måsearter ikke skulde være iaktatt tidligere, paring mellem de forskjellige hønsefugler er jo ikke så helt sjelden.

Edv. J. Havnø.

Bastarder mellem måser synes å være sjelden forekommende i fri tilstand, men det vil heller ikke være lett å konstatere dem uten en inngående undersøkelse, da de i sitt utseende oftest ikke vil være påfallende forskjellige fra foreldrene. Erfaringer fra zoologiske haver viser imidlertid at forskjellige måsearter kan pare sig og frembringe levedyktig avkom. LØNNBERG (1919) har således berettet at en hun av hvitvinget måse (*Larus leucopterus*), tatt under vinterophold i Sverige, i den zoologiske have i Stockholm paret sig med en svartbak (*L. marinus*) og fikk tre unger som alle vokste op. Også bastarder mellem han av svartbak og hun av blåmåsen (*L. hyperboreus*) har forekommet i de zoologiske haver i Kjøbenhavn og Stockholm. Fra Grønland kjennes også et tilfelle av en slik bastard.

Det er således ikke utelukket at der i naturen kan forekomme bastarder mellem svartbak og sæing, men på den annen side må man være opmerksom på at iakttatt paring — eller forsøk på paring — ikke kan taes som bevis for at vedkommende to dyrearter virkelig kan bastardere.

Sigurd Johnsen.

NOEN RETTELSER.

Jeg har i tidens løp sendt forskjellige meddelelser til »Naturen« og til avdøde professor R. COLLETT. Enkelte av disse er dog delvis misforstått eller er på annen måte ikke blitt helt korrekte. Jeg har således i en liten artikkel i »Naturen« 1913 om flint og flintfunn i Nord-Norge nevnt et funn av Rombeporfyr fra 50 meters høide; dette har senere vist sig å være ca. 10 m for høit anslått. Jeg hadde som nevnt i denne artikkel i flere år forgjeves søkt efter flint, inntil en unggutt som jeg hadde lånt et arkeologisk verk en dag kom og foreviste mig en forarbeidet flintgjenstand og

derefter viste mig finnestedet. Dette var sporet som for mig fikk så rike følger. Guttens navn fortjener å bli nevnt; det var PAUL RISVIK, Rødøy. Jeg har senere tapt ham av syne, antagelig bor han i Lødingen etsteds.

I en annen meddelelse til »Naturen« angående rognkjeksen *Cyclopterus lumpus*, oplystes at jeg hadde funnet en gytt rognklase av denne i Nikkeby så tidlig på året som i februar. Dette behøver imidlertid ikke å være helt korrekt, det *kan ha vært* en på garn fisket rognkjekse som er skåret op til agn, og rognklasen er blitt uttatt og kastet i fjæren.

I en »Meddelelse om Norges Fiske« til professor COLLETT har jeg i sin tid nevnt en gytende storsildforekomst i august måned 1893. Dette er blitt til 1903, som altså er helt feilaktig og ønskes rettet på denne måte. I en annen meddelelse til ham om havkatten, *Chimaera monstrosa*, har jeg nevnt at fisken delvis fiskes på garn for uer og sei og at den også delvis brukes som agn. Dette er hos COLLETT blitt til »Som her fiskes på garn og benyttes som agn«. Meningen skulle vært at den foruten på liner også kan fiskes på garn og at den under linefisket ofte skjæres op til agn sammen med annen mindreverdig fisk.

Idet jeg ber ovenstående velvilligst inntatt vil jeg fra sykesengen sende redaksjonen en siste hilsen og en hjertelig takk. *Edv. J. Havnø.*

TEMPERATUR OG NEDBØR I NORGE.

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

Januar 1940.

Stasjoner	Temperatur						Nedbør				
	Middel	Avv. fra norm	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
	° C	° C	° C		° C		mm	mm	%	mm	
Bodø	— 3.2	— 1.2	6	11	— 15	15	116	+ 46	+ 66	27	11
Tr.heim	— 6.5	— 3.9	7	12	— 24	16	100	+ 11	+ 12	29	5
Bergen (Fredriksberg)	— 0.9	— 2.3	6	14	— 13	16	55	—145	— 72	20	2
Oksøy ..	— 2.1	— 2.6	7	13	— 16	16	17	— 48	— 74	7	25
Dalen....	— 7·7	— 2.7	6	2	— 21	16	17	— 48	— 74	13	20
Oslo .... (Blindern)	— 8.0	— 2.6	2	14	— 20	16	18	— 19	— 51	7	20
Lillehamm.	—12.7	— 3.9	—1	3	— 24	16	10	— 23	— 70	3	16
Dovre .	—12.6	— 4.1	6	13	— 30	16	34	— 2	— 6	16	3

Nye bøker og avhandlinger.

Til redaksjonen er innsendt:

TORSTEN LAGERBERG og JENS HOLMBOE: Våre ville planter. Bind V. Oslo 1940. (Forlagt av Johan Grundt Tanum).

Årsberetning vedkommende Norges Fiskerier 1939, nr. 2. Lofotfisket 1939. Beretning avgitt av utvalgsformannen Anderssen-Strand. Utgitt av Fiskeridirektøren. Bergen 1940. (A/S John Griegs Boktrykkeri).

Melding fra Statens forsøksstasjon for fjellbygdene 1938. 21. arbeidsår. Ved HAAKON FOSS, forsøksleder. Oslo 1939. (Grøndahl & Søns Boktrykkeri).

O. HELMS: Overlægen forteller (om læger og patienter — om fugle — om Grønland — om det gamle København og om Nakkebølle Sanatorium). 290 s. København 1940. Kr. 7,50. (Jespersen og Pio).

Jordskjelvstasjonen, Bergen

samler oplysninger om alle skjelv i Norge. Da små, lokale skjelv ikke alltid kommer inn på våre registreringer, ber vi publikum melde av til oss eller til en avis om en merker jordskjelv.

Vår adresse er

Bergens Museums jordskjelvstasjon.

Nedbøriakttagelser i Norge,

årgang XXXXIV, 1938, er utkommet i kommisjon hos H. Aschehoug & Co., utgitt av Det Norske Meteorologiske Institutt. Pris kr. 2.00.

Dansk Kennelklub.

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

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

Dansk Hundestambog. Aarlig Udstilling. Stormgade 25. Aaben fra 10—2. Tlf. Byen 3475. København B.

Dansk ornitologisk Forening,

er stiftet 1906. Formanden er Overlæge O. Helms, Skovagervej 28, Charlottenlund. Foreningens Tidsskrift udkommer aarlig med 4 illustrerede Hefter og koster pr. Aargang 8 Kr. og faas ved Henvendelse til Redaktøren, Museumsinspektør R. Hørring, Zoologisk Museum, København.

Bergens Museums Bibliotek har tilsalgs endel eksemplarer av

The Norwegian North Polar Expedition with the „Maud" 1918—1925. Vol 1—5.

Scientific Results published by Geofysisk Institutt, Bergen, in co-operation with other Institutions. Editor: H. U. Sverdrup. Pris kr. 250.00 for verket komplett. Enkelte bind selges ikke.

A.S JOHN GRIEGS BOKTRYKKERI, BERGEN