



NATUREN

**ILLUSTRERT MÅNEDSSKRIFT FOR
POPULÆR NATURVIDENSKAP**

utgitt av Bergens Museum,

redigert av 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. 5—6

55de årgang - 1931

Mai—Juni

INNHold

- ROLF NORDHAGEN:** Professor Thore C. E. Fries 129
K. F. WASSERFALL: Er langsiktige værsådommer mulig? 135
GUNNAR HOLMSEN: Det artesiske vann i våre leravsetninger 144
JOHN SEBELIEN: Den videnskapelige kjemis grunnleggelse i slutningen av 18. århundre 157
SMÅSTYKKER: Olav Mosby: Hvorledes havdybden kan bestemmes lettvent. — P. A. Øyen: Trekk av ringselens forekomst i nutid og fortid. — Arsberetning for Det Biologiske Selskap i Oslo, 1930. — B. J. Birkeland: Temperatur og nedbør i Norge 188

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær
John Grieg
Bergen

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær
P. Haase & Søn
Kjøbenhavn





Professor Thore C. E. Fries.

Nogen minneord

av Rolf Nordhagen.

Ved nyttårstid bragte avisene den sørgelige etterretning at professor i systematisk botanikk ved Lunds universitet, Thore C. E. Fries, var død av lungebetendelse i Umtali i Syd-Rhodesia på nyttårsaften. Han reiste sommeren 1930 til Sydafrika for å avslutte sine epokegjørende studier over de tropisk-afrikanske fjellfloraers sammenheng med Kappfloraen, og det var under utforskningen av Mashonalandet i Rhodesia, som var hans ønskers mål, at døden innhentet ham.

I Thore Fries har svensk og skandinavisk botanikk mistet en av sine ledende menn. Det hører visstnok til sjelden-

hetene at én og samme slekt i tre generasjoner etter hinannen har frembragt botanikere av internasjonale dimensjoner. Det finnes eksempler på at fremrakende forskere har hatt begavede sønner, som har fortsatt deres arbeide og kanskje også brutt nye baner; men i Sverige har man oplevet det særsyn at et verdifullt arvestoff ikke er blitt desimeret, men man kan trygt si blitt *potenseret* i løpet av tre generasjoner. De to brødre Robert og Thore C. E. Fries har begge på en ærefull måte fortsatt tradisjonene fra de store forfedre Elias Fries og Thore Magnus Fries.

Thore Fries var født i Uppsala i 1886 og blev bare 44 år gammel. Etter studenteksamen i 1905 ofret han 15 år av sitt liv på utforskningen av Torne Lappmark og de tilstøtende deler av vårt eget land. Som medlem av Renbeitekommisjonen av 1909 og 1913 og som leder av Abisko naturvidenskapelige stasjon i årene 1917—1920 erhvervet han sig et enestående kjennskap til disse landsdelers vegetasjon og flora. Den første sammenfatning av sine resultater publiserte han i sin doktoravhandling »Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden« (1913). Dette bindsterke verk blev helt banebrytende for skandinavisk vegetasjonsforskning og har inspirert en lang rekke yngre forskere til lignende monografier.

Man merker her på hver eneste side at Fries har gått i en fortrinlig skole; han har levet sig inn i de av finnlenderen Ragnar Hult og av hans lærer Rutger Serander forfektede ideer og anvender deres metoder. Samtidig nyttiggjør han sig den fremrakende forsker T. Vestergrens resultater fra Sarjek-området; men forfatterens eget fysiognomi møter dog leseren overalt i boken. Det er særlig kapitlet om *skog- og tregrensene* og deres avhengighet av klimatiske og andre faktorer, men også avsnittene om *snebedekningens innflytelse* på vegetasjonen samt dennes avhengighet av *berggrunnens kjemiske og fysiske natur* som danner avhandlingens kjerne. Han er også den første i Skandinavia som har innført et distinkt assosiasjonsbegrep i vegetasjonsbeskrivelsen av store områder og som derved har banet veien for en parallellisering mellom Skandinavias vege-

tasjonsregioner og Mellem-Europas. — Jeg husker ganske levende med hvilken henrykkelse jeg i min studietid leste denne bok, og mange av mine kolleger har opplevet det samme. For første gang så vi klart hvilken rikdom av fundamentale problemer våre egne fjelltrakter bar i sitt skjød.

Dog var det kanskje slutningskapitlene, om *vegetasjonens og floraens forandringer efter istidene*, som henrykket oss mest. Allerede Axel Blytt, Sernander, Andreas M. Hansen og Wille hadde tidligere banet veien for den opfatning at den skandinaviske flora ikke blev helt utryddet under siste istid, men at et visst antall hårdføre arter hadde klart å overvintre på isfrie strekninger langs Norges vestkyst eller på nunatakker. Thore Fries nøiet sig imidlertid ikke med en diskusjon av disse forhold i sin almindelighet; men han inndelte fjellfloraen konsekvent i geografiske grupper og tegnet karter over deres utbredelse. På denne måte kunne han slå fast en lang rekke utbredelsesforhold, som med bestemthet tydet på at der syd for Trondhjemsfjorden og dessuten i strøket Salten—Vestfinnmark måtte ha eksistert isfrie områder under siste istid, hvor restene av en interglacial flora klarte å overleve den siste hårde påkjenning som Skandinavias plantevekst var utsatt for. Thore Fries' diskusjon virker umiddelbart overbevisende og er fullt ut blitt bekreftet ved senere undersøkelser. Det er ganske interessant å se at først 12 år senere, nemlig i 1925, kom den fremrakende amerikanske forsker Fernald til lignende resultater for Nordamerikas vedkommende. Også der har man helt motsvarende plantegeografiske forhold.

Av overordentlig stor betydning blev også den av Fries uteksperimenterte *linjetakseringsmetode* for vegetasjonsundersøkelser, likeså hans anvendelse av kvadratiske prøveflater av varierende størrelse ved assosiasjonsanalyser. Disse studier blev utført i samarbeide med en rekke yngre svenske botanikere og gav støtet til en lang og hissig diskusjon om statistiske metoder i sin almindelighet og om de av finnlander P almgren og dansken R a u n k i æ r opdagede frekvenskurver. Det er ennu for tidlig å opgjøre regnskapet for denne diskusjon; men den har iallfall øvet stor innflytelse



Fig. 2.

på hele den europeiske og amerikanske plantesociologi, selv om de påviste løvmessigheter ikke har den fundamentale betydning som F r i e s og hans medarbeidere til en begynnelse tillå den.

At Thore Fries hadde betydelige evner også som plante-systematiker fikk han under denne Lappland-periode anledning til å demonstrere ved mange anledninger. Men det var

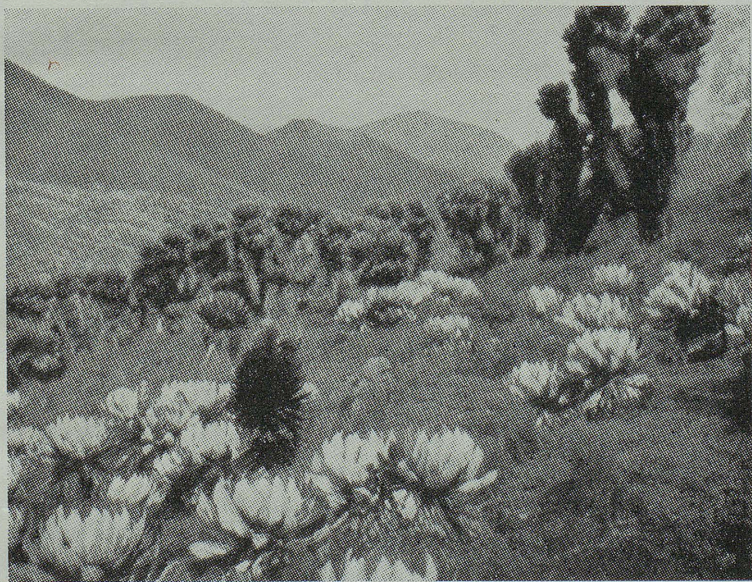


Fig. 3.

først etter Afrika-reisene, som begynte i 1921, at denne side ved hans begavelse trådte klart frem. I de tallrike arbeider som han, inntil han i 1927 blev professor i Lund, men også senere har publisert om de *afrikanske fjellkjeders og vulkantoppers flora og vegetasjon* — dels alene, dels i samarbeide med sin bror professor R o b e r t F r i e s — har han faktisk revolusjonert hele opfatningen av disse fjerne egenes plantegeografiske karakter.

Som et typisk eksempel kan jeg nevne at da brødrene F r i e s i 1921 drog til Kenia og Aberdare i Østafrika var

der fra de afrikanske fjelltrakter bare kjent 2 arter av de berømte kjempestore *Senecio*-arter. Disse kuriøse, til dels treformede kuryplanter, som kjennes på de kolossale blad, pranger på alle bilder fra Kilimandjaro og Ruwenzori og er velkjente for alle som har fulgt med i afrikansk geografisk litteratur. Etter sin første reise kunde brødrene Fries bevise at det i virkeligheten eksisterer 8 til dels meget forskjellige arter, og i 1923 kunde Thore Fries atter føie et par nye arter til dette tall. Det mest opsiktsvekkende ved disse nye funn var imidlertid påvisningen av artenes eendommelige *endemiske* karakter. Et par av dem finnes muligens på 2 forskjellige eller på flere fjell; men dette er ikke helt sikkert da brukbart herbariemateriale mangler. Vulkantopper som bare ligger 50—60 km. fjernet fra hinannen har helt forskjellige *Senecio*-arter! Dette vil fremgå av følgende oversikt:

Kenia	<i>S. keniodendron</i> ; <i>S. Battiscombei</i> ; <i>S. Brassica</i> .
Kilimandjaro	<i>S. Johnstoni</i> ; <i>S. Kilimandjari</i> .
Meru	<i>S. Kilimandjari</i> (usikker).
Mt. Aberdare	<i>S. aberdaricus</i> ; <i>S. brassicaeformis</i> .
Mt. Elgon	<i>S. elgonensis</i> .
Ninagongo	<i>S. Erici-Roseni</i> .
Karisimbi	<i>S. alticola</i> ; <i>S. Erici-Roseni</i> (usikker).
Ruwenzori	<i>S. adnivalis</i> ; <i>S. Friesiorum</i> ; <i>S. Erici-Roseni</i> (usikker).

Når man tar i betraktning at disse planter danner *massevegetasjon* i den alpine region på alle disse fjell, vil man forstå hvor opsiktsvekkende disse nye funn var. Samtidig kunde brødrene Fries påvise forekomsten av en lang rekke nye arter av *Kjempe-Lobelia*'er på de samme fjell, hvorav en hel del er strengt endemiske.

Jeg skal ikke her komme inn på alle de generelle problemer av fylogenetisk og spredningsbiologisk natur som reiser sig i denne anledning. De tertiære og gammelkvartære vulkantopper i Afrika minner i plantegeografisk henseende om *isolerte øer*, hvis flora har hatt sin ganske spesielle historie,

og som til dels har vært helt ute av stand til å utbytte arter med hinannen.

Efter at Thore Fries sammen med broren hadde gjennomarbeidet hele det veldige materiale fra ekspedisjonen i 1921—1922, hadde han kastet sine øine på Kappstaden og visse deler av Rhodesia, hvor han mente å kunne gjøre en rik fangst og å komme på spor efter planteformer, som forhåpentlig vilde kunne kaste helt nytt lys over de utallige problemer som den første ekspedisjon oprullet. Sommeren 1930 ankom han til Kappstaden ledsaget av 2 assistenter; også hans frue, som er datter av den kjente finske geograf, professor Rosberg, deltok i nogen tid i denne forskningsreise. Budskapet om mannens død nådde henne i Finland.

Thore Fries var et overordentlig tiltalende og elskverdig menneske. Hans antagonist vil muligens hevde at han var en stridbar og uforsonlig natur i videnskapelige diskusjoner; men han vil bli savnet av alle som den gode venn og kamerat han alltid var. Siste gang jeg var sammen med ham var i Lappland i 1925. Han førte da et høist internasjonalt selskap av botanikere op på sitt kjæreste fjell, Nuolja ved Abisko. Hans høireiste skikkelse raket op over alt folket, og slik som han stod der med Lapplands sol over sitt djerve ansikt vil jeg alltid minnes ham.

Er langsiktige værspådommer mulig?

Av K. F. Wasserfall.

I.

Som bekjent har meteorologien i de siste år gjennomgått en rivende utvikling. Takket være professor V. Bjerknes og hans mange elever er den almindelige værvarsling — som forutsier været fra dag til dag — nu lagt på en langt mere betryggende basis, enn før var tilfellet. Foruten med ganske stor sikkerhet å kunne forutsi været fra dag til dag gir de nu innførte nye metoder anledning til å varsle stormer og uvær et par dager før de kommer — de såkalte *stormvarslere*.

Det er jo innlysende, at dette har en enorm betydning for vår store fiskeribefolkning og derigjennem for oss alle. Imidlertid synes disse store fremstøt i meteorologien ikke å føre til nye forutsetninger for værspådommer på lengere sikt. Dette problem har jo i lange tider beskjeftiget meteorologene og adskillige forsøk er gjort for å finne et system, hvorpå slike spådommer kunde baseres. Det har dog alltid vist sig, at det opstillede prinsipp før eller senere har sviktet.

Som bekjent er der ved *Det Geofysiske Institutt* i Bergen opprettet en avdeling C under navn av *Det Magnetiske Byrå*, hvis opgave det er å studere jordmagnetisme og kosmisk fysikk. Denne kombinasjon er meget naturlig, idet man må gå ut fra, at variasjonene i de magnetiske elementer har sin kilde utenfor vår klode, således at ethvert inngående studium av de magnetiske fenomener fører til studier av solarfenomenene. Nu viser det sig, at de fenomener, man kan iaktta på solen, må føre til en rekke tilnærmedelsesvis periodiske variasjoner i de magnetiske elementer, hvis den antatte sammenheng eksisterer og det har da også vist sig, at man finner nettop de periodiske bølger, man måtte vente. Det mest interessante er imidlertid, at man også i rene meteorologiske elementer gjenfinner de samme bølger, hvilket skulde tyde i den retning, at der også der eksisterer en langt mere intim sammenheng, enn man før har tenkt sig. Dette interessante fenomen har bragt mig til å underkaste de periodiske variasjoner i temperaturen et nøiere studium og det er da disse studier, som har ført til en ny — og så vidt jeg kan forstå — *lovende basis for værspådommer på lang sikt*.

Stiller man op de iaktatte temperaturavlesninger fra dag til dag, eller middelveidene fra år til år, vil man se, at variasjonen er meget komplisert. Det blev snart klart for dem som drev slike studier, at man måtte finne midler til å løse op den samlede variasjon i dens enkelte deler. Som bekjent finnes der adskillige matematiske metoder til å gjennomføre denne opgave, og for dem, der måtte interessere sig for slike undersøkelser, vil jeg henvise til den såkalte *Cock-Blanford-Metode*, som jeg har beskrevet i en avhandling i *Geofysiske Publikasjoner* (Vol. V, No. 3).

La oss til å begynne med ta for oss en lengere serie årsmidler for temperaturen. Det vil da vise sig, at man næsten alltid treffer på en delvis uregelmessig svingning, hvis bølgelengde varierer mellem 2 og 3 år — der går altså 2 eller 3 år mellem hvert maksimum (minimum). Den første

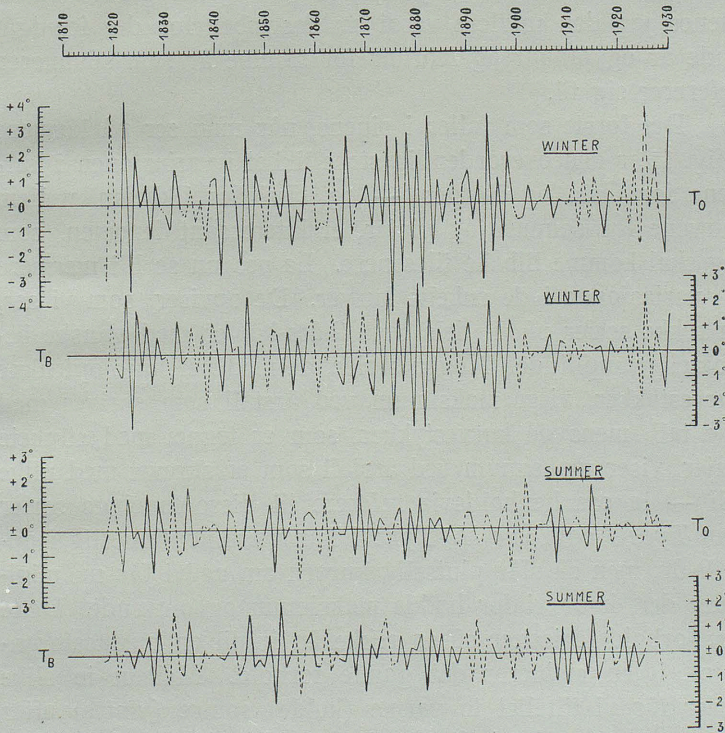


Fig. 1. To-års-variasjonen for temperaturen for vinter og sommer for Oslo, T_O , og Bergen, T_B .

som underkastet denne variasjon et mere inngående studium var russeren Woeikof og efter ham adskillige andre f. eks. svensken Pettersson. Senere har også Walén og Krogness studert slike korte bølger og disse studier har da bragt enkelte viktige trekk av denne betydningsfulle periodisitet for dagen, men dog ikke nok til å gjøre praktisk bruk av den som basis for forutsielser. I fig. 1 er slike fra den samlede variasjon utskilte kurver av denne type gjen-

gitt — beregnet ved hjelp av ovennevnte metode. De to øverste kurver gjelder for vinteren og de to nederste for sommeren — T_O for Oslo, T_B for Bergen. Det har, for den bruk jeg gjør av 2-års-variasjonen, vist sig fordelaktig å behandle sommer og vinter hver for sig. Med sommer forstår jeg de tre måneder juni, juli og august og med vinter mener jeg den midlere verdi av desember for det forutgående år og januar og februar for samme år som sommeren refererer sig til.

Det første som faller i øinene, når man ser på kurvene i fig. 1, er den overordentlig store likhet i variasjonen i kurvene for Oslo og Bergen — og likeledes likheten mellom kurvene for sommer og vinter, et interessant fenomen, som jeg skal komme tilbake til senere. La oss nu se litt nærmere på variasjonen i de enkelte kurver. De opviser, som vi ser, en rekke serier på til dels rene 2-års-bølger med ganske betraktelig amplitude. Nogen serier, de med hel linje optrukne kurvestykker, viser maksimum ved årstall som skrives med like tall, mens de kurvestykker, som er tegnet med strekede linjer, viser maksimum ved årstall som er skrevet med ulike tall — la oss henholdsvis referere til disse to slags serier som *Type I* og *Type II*. *Type I* kan være kontinuerlig i op-til 9 år, men så slår plutselig kurven om og vi får nu minimum der, hvor vi før hadde maksimum og omvendt. Dette nye forhold fortsetter så en rekke år, inntil en ny faseforandring igjen etablerer det gamle forhold. Mellom to slike serier får vi tilfellet to varme (kolde) somre (vintre) etter hinannen — en foreteelse som er av vidtrekkende betydning for enkelte tresorters frøsetning.

På grunnlag av det vi kan lese oss til i fig. 1 har vi allerede en ganske god basis for spådommer fra år til annet. På et visst tidspunkt i 1928 slo den ca. 9 års lange serie av *Type II* over i *Type I*. Vi husker nok ennu den særdeles milde vinter 1929—30. Der var altså god grunn til å spå en kald vinter det følgende år, hvilket jeg også gjorde, idet jeg i »Aftenposten» for 20. desember skrev en artikkel, hvori jeg spådde, at temperaturen i januar vilde falle temmelig sterkt, således at vi resten av vinteren kunde vente oss en god

gammeldags vinter. Spådommen slo ganske godt til. Der er også god grunn til å anta, at *Type I* vil holde sig i flere år og vi skulde da få en relativt varm vinter i 1931—32.

La oss imidlertid gå tilbake til den mere teoretiske side av saken. Hvorledes kommer 2-års-bølgen i temperaturen istand? Der finnes nemlig ingen slik bølge i solaktiviteten. Som bekjent er solen å anse som en varierende stjerne. Den energi (lys og varme) solen utsender er ikke alltid den samme, der optrer stadig vekslinger, som iallfall for en stor del er av periodisk natur. Et utslag av dette har vi i solflekkenes bekjente 11-års-periode. Som mål for den vekslende solaktivitet kan med fordel benyttes det såkalte relativtall *R* og det viser sig ved studium av disse data, at man foruten den nevnte 11-års-periode også finner flere andre, både kortere og lengere, periodiske bølger. Med hensyn til hvorledes disse bølger kan tenkes å opstå, er den hypotese fremsatt, at de skyldes de store planeters gjensidige stilling i forhold til solen — ja man har til og med ment å kunne forklare selve 11-års-perioden på denne måte. Hvorvidt dette er riktig får stå hen, men der er sikkert god grunn til å forklare enkelte av de andre periodisiteter ut fra dette synspunkt. Bl. a. mente professor K. r. B i r k e l a n d, at konjunksjon og opposisjon av planetene *Venus* og *Jupiter* måtte virke på solaktiviteten. Er dette tilfelle, burde man i data for solflekkenes finne en periodisitet på ca. 8 måneder — den nøiaktige tid mellom to konjunksjoner er 236 dager. Nu er der ingen tvil om, at en slik bølge eksisterer, hvilket vil fremgå av fig. 2. Den nederste kurve, betegnet med *R*, gir mellom årene 1916 og 1926 den 8-månedlige periode i solflekkehyppigheten. Kurven er av hensyn til den ovenfor liggende temperaturkurve snudd op ned, ÷ opover, + nedover. Den øverste kurve, *T*, gir samme periode hos temperaturen i Oslo.

Efter at vi nu har påvist, at den 8-månedlige periode eksisterer i temperaturen, blir spørsmålet, hvorledes denne variasjon vil gjøre sig gjeldende på de årsmidler vi opererer med i temperaturen. Som bekjent forekommer der i en sammensatt variasjon hyppig såkalte interferensfenomener. Det ligger nær å anta, at 2-års-variasjonen i kurvene i fig. 1 er

en slik interferensbølge mellom den ovennevnte 8-månedlige periode og temperaturens årsperiode. Hvis nemlig maksimum (minimum) hos to svingninger av forskjellig bølgelengde av en eller annen grunn faller sammen, vil dette med visse bestemte mellomrum gjenta sig i det uendelige. De to bølger vi her har å gjøre med, på 8 og 12 måneder, vil hvert annet år komme i det samme forhold til hinannen, idet $2 \times 12 = 3 \times 8 = 24$ måneder, eller 2 år. Var den 8-månedlige bølge nøyaktig 8 måneder vilde vi få en kontinuerlig 2-års-periode; men da, som nevnt, tiden mellom to maksima (minima) ikke

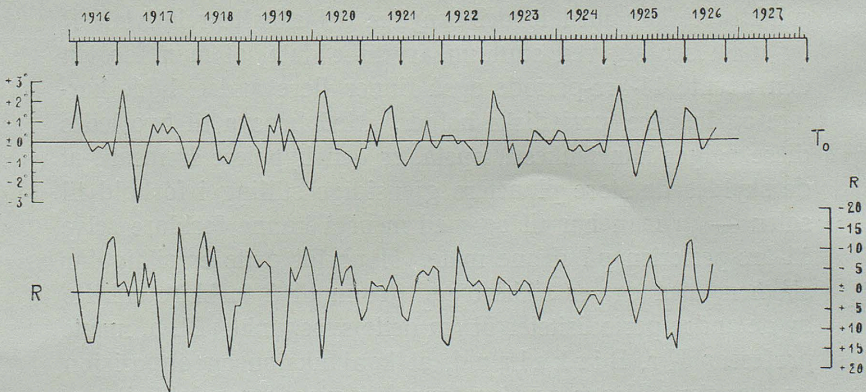


Fig. 2. Den 8-månedlige periode hos solflekkene, R, og samme periode hos temperaturen i Oslo, T.

er 8 måneder = 243 dager, men 236 dager, så forskyves beliggenheten av den korte bølges maksimum i forhold til årskurvens minimum med 7 dager for hver ottende måned, hvorved vi må få de karakteristiske omslag vi ser i kurvene i fig. 1.

En betydningsfull konsekvens av den måte, hvorpå 2-års-perioden i temperaturen er fremkommet, er den eiendommelige relasjon mellom temperaturforholdene om vinteren og den følgende sommer — et forhold som vil fremgå av kurvene i fig. 3. De to kurver her er de samme som er gitt i fig. 1 — kun med den forskjell, at de hele og strekede deler av kurven nu får en helt annen betydning. Øverst har vi 2-års-perioden for vinteren og nederst samme periode for som-

meren. Ser man nærmere på kurvene, vil man se, at de kurvedeler som er tegnet med hel linje forløper parallelt — maksimum (minimum) i vinterkurven svarer til maksimum (minimum) i sommerkurven. Der, hvor kurven er tegnet med streket linje, svarer *maksimum* i vinterkurven til *minimum* i sommerkurven og vice versa. Følger man f. eks. fra 1818 forløpet av kurvene fra år til år, vil man se, at der efter en mild vinter følger en varm sommer. Dette forhold holder sig til 1830, hvorefter der til en mild vinter svarer en kold sommer. Det gamle forhold blir igjen etablert i 1836.

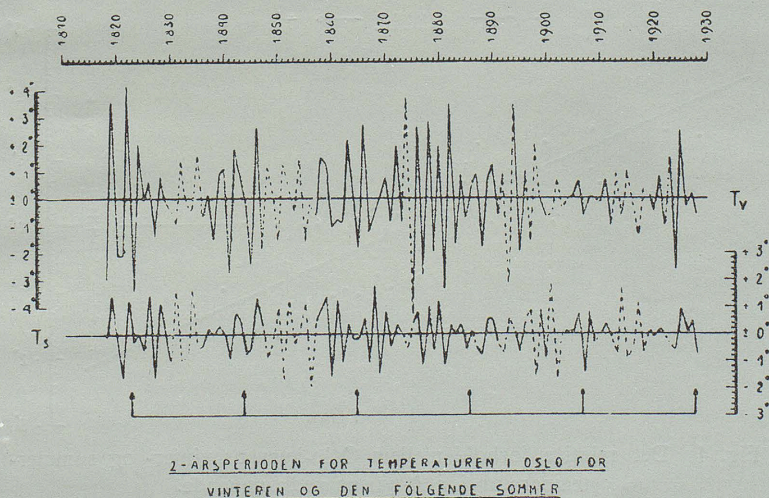


Fig. 3. Relasjonen mellem temperaturen for vinteren og den påfølgende sommer for Oslo.

Vi ser altså, at vi i forholdet mellem vintertemperaturen og den efterfølgende sommers temperatur får å gjøre med to vesensforskjellige typer — en *A-type* (optrukket med hel strek) og en *B-type* (optrukket med en streket linje). Hvis den hypotese er riktig, at 2-års-perioden er fremkalt av interferens mellom en $7\frac{3}{4}$ -månedlig bølge og temperaturens årsbølge, er der all grunn til å anta, at vekslingen mellom de to serier av *A-* og *B-typen* er underkastet en bestemt lov — et forhold som i tilfelle også må gjelde vekslingene mellom de i fig. 1 forekommende typer I og II. De undersøkelser

jeg hittil har gjort, viser dog at systemet er temmelig komplisert, idet den 8-månedlige periode ser ut til å være diskontinuerlig — den regelmessige gang slår dan og van om. Da imidlertid disse omslag synes å stå i et bestemt forhold til 11-års-perioden, håper jeg med tiden å kunne få spørsmålet klarlagt. Bedømt helt praktisk, ut fra hvad vi ser på kurven, synes den inndeling for vekslingen som er antydnet ved de vertikale piler nederst på tegningen, å ha en viss betydning.

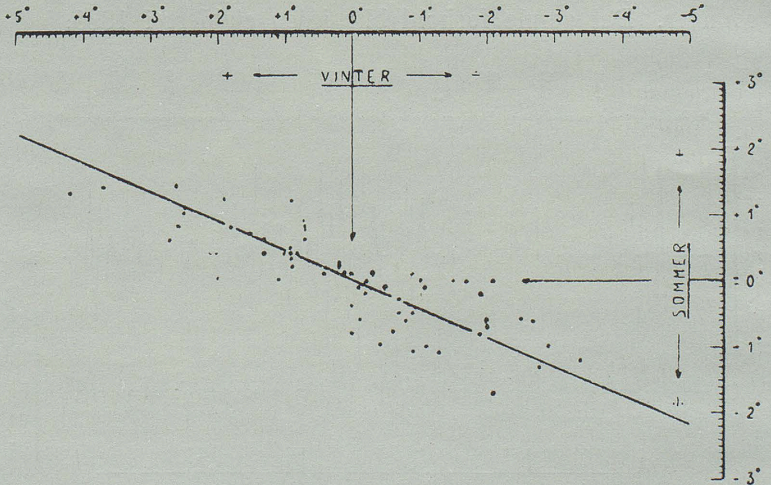


Fig. 4. Det relative forhold mellem Oslo-kurvens vinter- og sommertemperatur for A-typens vedkommende.

Disse piler har en innbyrdes avstand av 21 år — rett op for pilene har vi A-typen representert, mens B-typen faller mellom pilene.

Det relative forhold mellom temperaturen om vinteren og den efterfølgende sommer er både for *A-typen* og *B-typen* meget skarpt, hvilket vil fremgå av fig. 4, hvor forholdet for A-typen i Oslo-kurven er illustrert. Den horisontale skala på tegningen representerer vintertemperaturen og den vertikale skala tilhører sommertemperaturen. Skalaens 0-punkt tilsvarer normal temperatur for såvel sommer som vinter (Birkelands 100-års-normal for Oslo), + er over og - under normalen. Som man ser er der ingen tvil om, at der eksi-

sterer en bestemt sammenheng mellom vintertemperaturen og den etterfølgende sommers og at denne sammenheng er tvedtelt. Den skrå linje gjennom alle punktene angir det relative gjennomsnittsforshold mellom vinter og sommer. Ligger tilfeldigvis en vinter temperaturen 3 grader over normalen, vil vi med forholdsvis stor skikkerhet kunne si, at den etterfølgende sommer skal ligge bortimot 1.2 gr. over normalen — dette naturligvis så lenge vi har å gjøre med en A-type. For B-typen har jeg av plasshensyn ingen tegning gitt, men forholdet er her likeså avgjort som for A-typen. Her svarer altså høi vintertemperatur til lav sommertemperatur og det gjennomsnittlige forhold er 1 til 1 — like stort utslag, men med motsatt fortegn.

Det må dog bemerkes, at *hvad ovenfor er sagt strengt tatt kun gjelder hvis 2-års-perioden stod alene*. Men så enkel er saken ikke. Ved en eventuell spådom på ovenstående basis, må man selvfølgelig også ta tilbørlig hensyn til de andre bølger der måtte eksistere i den samlede variasjon. Av plasshensyn kan jeg i denne artikkel ikke gå inn på disse bølger og deres betydning, men kun nevne, at særlig en temmelig kraftig uregelmessig bølge, som i gjennomsnitt kan ansees for en 8-års-periode, spiller inn. Denne periode er uregelmessig fordi den er en sammenheng av en 8-års- og en 11-års-periode, men da denne kurves natur nu er helt utredet, vil det ingen vanskelighet volde å trekke virkningen inn i regningen. Foruten ovennevnte periode har vi, særlig for vinterens vedkommende, en ganske utpreget sekulær gang — d. v. s. en periode, hvis bølgelengde er ca. 100 år.

Disse bølger og andre detaljer for spådommer etter mitt system skal jeg behandle i en senere artikkel.

Det artesiske vann i våre leravsetninger.

Av Gunnar Holmsen.

På stort nok dyp er der alltid vann i jorden. Såvel i det faste fjell som i de løse jordlag er mellemrummene mellem minealkornene fylt med vann. Graver vi en brønn vil vannet samle sig i den når vi kommer ned til de vannfylte porers dyp. Det er dette dyp vi kaller grunnvannstanden.

Våre bergarter er imidlertid gjennomgående lite porøse og fantes der ikke andre rum med vann i dem enn deres få og ørsmåa porer, vilde der være liten utsikt til å kunne utvinne vann av dem. Det er de sprekker, som gjennomsetter berget vi kan takke for at dette lar sig gjøre. Uten sprekker som tilførselsårer vilde en brønns samleområde i fast fjell bli for snevert, og dens ydeevne uten betydning. Fra porene alene vilde vannet sige alt for tregt inn i brønnen. Men ved sprekkenes hjelp trekker den vann til sig fra et langt større område enn den vilde gjøre uten disse, samtidig som de nedsetter friksjonen mot vannets strømning til brønnen.

Blir imidlertid fjellet for meget kløftet og sprekkenes for åpne kan berget avvannes gjennom dem. Det er tilfellet med mange av telemarkskvartsittens og sparagmittformasjonens landskaper. Fig. 1 viser klippekloften Jutulhugget ved Barkald. Her er sparagmittberget så gjennomkrysset av store sprekker, at vannet lett rinner ut av dem. På sådanne steder hever grunnvannstanden sig derfor neppe stort over vassdragenes vannspeil. Det må den kjenne til, som skal nyttiggjøre sig grunnvannet, ellers vil brønnbygningen slå feil for ham.

De løse jordlag har ingen sprekker som vannet kan samle sig i. Under brønngravning i usortert grus ser en imidlertid, at vannet kommer frem på ganske bestemte partier i brønnen. Det er dette som har ført til en almindelig utbredt feiltagelse om hvordan grunnvannet beveger sig i gruset, og til megen overtro om »vannårer«. Legger en nøie merke til det, viser det sig, at vannet kommer fra en sandklump i bregruset med grovere porer enn materialet for øvrig, fra en

samling stener med åpne mellomrum, eller andre naturlige dreiskanaler. I disse samler det sig på en lignende måte som i fjellets sprekker, og rinner derfra inn i brønnen. I motsetning til fjellsprekke som pleier å ligge i en slags orden, er dreiskanaler i bregruset fullstendig uregelmessige, og som regel av liten utstrekning. Det er derfor lite betegnende å snakke om vannårer i bregruset, og rent misvisende blir det å bruke dette uttrykk om grunnvannets fore-

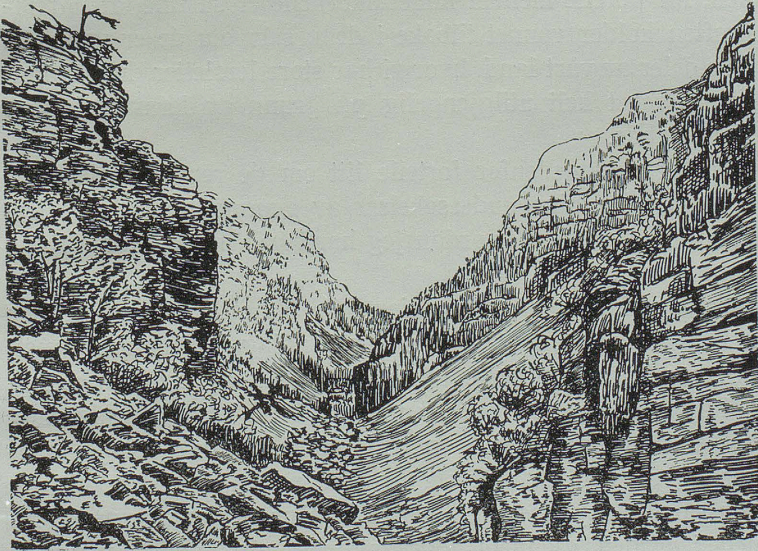


Fig. 1. Jutulhugget. (Efter foto av G. H.).

komst i ler, sand og sortert grus. Riktignok kan der finnes smale sandstrenger i leret, næsten som overdekkede bekleier, hvori vannet samler sig, og på bunnen av dalformige, grusfylte forsenkninger i berget finnes grunnvann, hvis forekomstmåte kan ha likhet med et underjordisk bekkeløp. Men det er visstnok ikke slike ting som har gitt opprinnelse til den meget utbredte misforståelse om at vannet går i bestemte årer også i de løse avleiringer. Det er heller de skjulte dreiskanaler i bregrus som bærer skylden herfor.

Ofte er jordsmonnet i vårt land for grunt til at vi når ned på grunnvannstanden. Vi støter på berget før brønnen

er blitt dyp nok, og at minere sig ned i fjellet er både dyrt og risikabelt. Det kan jo hende, at det er langt imellem vannførende sprekker og at de i det hele tatt ikke vil nåes innen en rimelig brønnnybde. Lettest er det å finne vann på sand- og grusmoer i våre dalfører, hvor grunnvannstanden ligger bare et par meter under markens overflate. I lerholdig grus blir det mindre vann jo mere lerholdig det er, og i ler kan det hende at vi ikke finner vann hvor dyp vi enn gjør brønnen, for porene mellom mineral-kornene er så fine, at hårrørkraften holder vannet tilbake i dem, selv om de er vannfylt. I de deler av vårt land, hvor vi har store lersletter, har grunnvannet vært helt utilgjengelig på grunn av leravsetningens store dybde.

Jeg skal nedenfor fortelle litt om de resultater jeg har oppnådd med mine undersøkelser av grunnvannet i våre leravsetninger, og om hvordan jeg har båret mig ad for å finne vann i dem.

Våre leravsetninger pleier ikke å bestå av ensartet ler helt til bunns. I leret kan finnes sandlag, særlig nær avsetningens bunn, og selve bunnlaget pleier å bestå av et lerholdig bregrus. For på stort dyp å nå disse vannførende lag er det nødvendig å anvende en eller annen slags jordboring, og det har vist sig hensiktsmessig å betjene sig av den såkalte spylemetode. Denne består i at der pumpes vann ned i jorden gjennom lodrettstilte, almindelige vannledningsrør. Vannstrømmen laver da en grop ved røråpningen, hvori røret lett kan senkes, og utenfor spylørøret bryter vannet sig kanal mot overflaten. I denne kanal kan bekvemt et grovere rør settes ned utenom spylørøret. Eftersom de to rør drives ned påskruet oventil nye rørstumper inntil bunnen eller det vannførende lag er nådd. Efter endt boring tas det indre rør op og det ytre rør blir stående igjen i jorden for å holde kanalen mellom det vannførende lag og overflaten åpen. Gjennem denne, en såkalt rørbrønn, kan vann pumpes op.

Det har vist sig, at mange steder i våre leravsetninger står vannet i sandlagene under artesisk trykk. Vannet stiger op gjennom rørbrønnene og rinner ut over kanten som fra

andre springvannsledning. Det kan stige i rørbrønnene til 4—6 m.s høide over marken, og hvis røret kappes i mindre høide fremkommer en varig, artesisk brønn hvorfra der rinner vann hele året rundt.

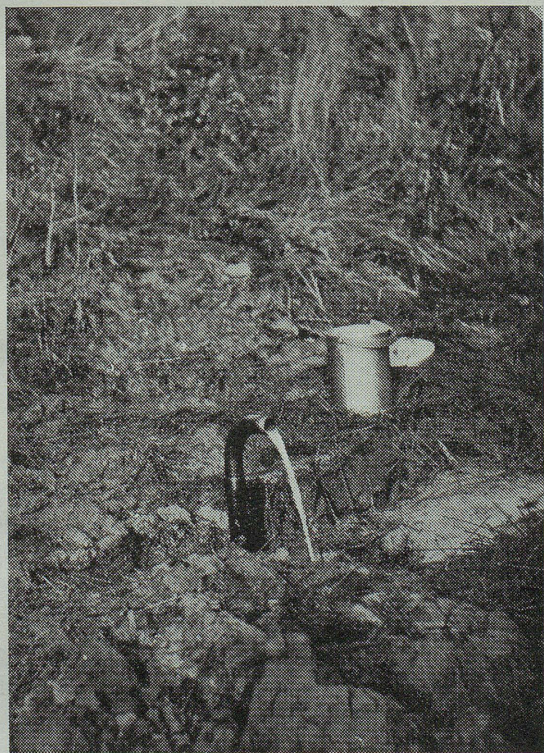


Fig. 2. Springbrønn ved Greaker. 31. oktober 1928.

Springbrønnenes vannføring.

De artesiske bekkener hvorfra vannet kommer kan tenkes å være lukkede eller åpne.

I et lukket artesisk bekket som ikke mottar tilløp vil vannets trykk avta eftersom vannet rinner ut gjennom springbrønnen. Det var derfor med ikke liten spenning jeg sommeren 1927 satte igang vannføringsmålinger av de nettop

åpnede brønner på Romerike og i Drammen. Hvis vannet kom fra lukkede bekkener antok jeg at dette vilde røbe sig ved at vannføringen avtok, mens en jevn vannføring vilde tyde på at der tilførtes brønnenes dreneringsområde like meget vann som det, der rant ut av dem.

Vannføringen måles ved hjelp av et målespann og et stoppeur. Brønnrøret forsynes med en tut og under denne stilles spannet samtidig som stoppeuret settes igang. Når spannet er fylt til randen stoppes uret, og tiden noteres. Spannets ruminnhold måles på forhånd.

Den vannmengde de artesiske brønner yder er meget forskjellig. Den avhenger av hvor lett vannet beveger sig i det vannførende lag, av vannets stighøide over utløpsåpningen og av brønnrørets tverrsnitt. Gjennem de av mig brukte 1½ toms rørbrønner går der i den vannrikeste ca. 10 liter pr. minutt, mens vannføringen i de fleste bare er et par liter i minuttet. Brønnen ved Kristiansands bryggeri¹⁾ fører gjennem et 2 toms brønnrør hvert minutt 20 à 30 liter, og til sine tider på året ennu mere.

Brønnens vannføring er som oftest størst like efter at avløpet fra de vannførende lag er etablert. Men som nedestående sammenstilling viser, hender det også at den tiltar betraktelig i de første par uker efter brønnens anlegg. Dette pleier å finne sted når det vannførende lag består av fin sand. Brønnen 1 i Torsbekkdalen og de to nederste i tabellen, fra Bynesset og Kristiansand, er eksempler herpå. Hvis derimot det vannførende lag består av grov sand og brønnrøret er ført helt ned i dette, pleier vannføringen å være størst i begynnelsen. I nogen tid efter åpningen, der varierer fra et par dage til et par måneder, er vannføringen da avtagende. Når denne brønnens innstillingstid, som den kan kalles er over, blir vannføringen stort sett jevn, og varierer bare med nedbøren. I løpet av flere år vil dog sannsynligvis rustdannelse i de trange brønnrør gjøre at vannføringen avtar, og i nogen tilfeller avtar den på grunn av at røret tilslemmes nedentil.

¹⁾ G. Holmsen: En artesiske brønd i Kristiansand. Naturen 1926.

Brønn ved	Brønnen anlagt	Vannføring 1/min.					Brønnens dyp m.	Vannets	
		Efter 1 døgn	Efter 10 døgn	Efter 20 døgn	Efter 30 døgn	Efter 60 døgn		Temperatur C°	Stigehøide over marken m.
Hønsen, Sørum, 1	31/5 27	20.0	16.0	12.0	1)		22	6.2	3.10
Do. do. 2	1/10 "	20.0	2.2	2.0	2.0	2.0	24	6.2	4.55
Lören, do.	9/6 "	1.2	1.0	0.9	0.7	0.6	25	6.4	2.70
Skea, do.	18/6 "	42.0	24.0	19.0	17.0	16.0	45	7.2	6.10
Rådhusgaten 9, Drammen	5/8 "	1.6	1.4	1.1	1.3	1.4	20	7.9	4.85
Rådhuset, do.	28/8 "	19.0	16.0	13.6	19.4	13.6	24	7.5	4.15
Rømers vei, do.	31/8 "	1.6	1.3	1.0	1.3	1.6	21	7.5	
Drm's bad	8/9 "	4.0	2.8	2.1	2.2	2.4	44	9.2	
Torsbekkdalen, Sarpsborg, 1	15/5 28	1.0	2.5	1.9	1.8	1.1	19	7.2	3.20
Do. do. 2	21/5 "	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	17	7.0	
Brå, Bynasset	8/9 "	0.3	3.0	8.5	6.1		15	5.8	6.00
Bryggeriet, Kristiansand .	21/8 25	40.0	2) 80	64.0	60.0	53.0	29	9.0	

For nogen brønner foreligger der kontinuerlige målinger gjennom lengere tid, et år eller mere, som viser at i vinterens løp synker vannføringen jevnt til henimot tiden for snesmeltningen i april—mai, da den atter stiger. Ellers avhenger avløpet meget av regnmengden. Regn om vinteren synes merkelig nok å virke på samme måte som regn i den telefri årstid, mens derimot nedbør i form av tørr sne, som ventelig kan være, ingen innflytelse har på vannføringen.

Følsomheten for regn er meget forskjellig. En brønn i Drammen har en vannføring, der varierer mellom drypp i vedholdende tørkeperioder og et par liter i minuttet etter meget regn, mens andre brønner ikke har nogen merkbar forskjell i sin vannføring i årets løp. Den vannrike springbrønn i Kristiansand gikk næsten tørr en sommer det var lite regn. Det er derfor sannsynlig, at de periodiske forandringer vi iakttar er knyttet til relativt små artesiske bekkener, og at jo større det artesiske bekken er, desto mindre varierer dets

1) Brønnen ødelagt av jordskred 30/6.

2) Fire dager etter brønnens åpning var vannføringen 96 l. pr. minutt.

trykk. Brønnen i Torsbekkdalen viser ingen variasjon i årets løp. Den kommer derfor sannsynligvis fra et stort artesisisk bekken.

Vannets oppløste bestanddeler.

På sin vei gjennom jordlagene oppløser grunnvannet salter og gasser. I myrer og sumpig skogbunn er vannet farvet brunt av humusforbindelser, og av kalkholdig jordbunn og bergart optar det kalk. Går der kullsyreholdig vann gjennom sand med jernholdige mineraler oppløses noget av jernet. Ved at rester etter dyr og planter råtner i jorden dannes svovelvannstoffgass og metan, og begge disse gasser kan finnes i grunnvannet.

Grunnvannet i leravsetningene inneholder dessuten mere eller mindre av salter, som stammer fra sjøvann hvori leret er avsatt, først og fremst koksalt. Som oftest er dog lerets vannforråd opblandet med cirkulerende grunnvann, der bringer med sig karbonater i oppløsning.

Alle steds i landet hvori vi har marine leravsetninger forekommer *koksaltholdige kilder*, som alt tidlig har tiltrukket sig opmerksomheten. Kong Christian IV forsøkte å utvinne salt av en kilde på Langøen i Drammenselven, og på gården Alvum i Tune er en kilde, som i nødsårene 1808—1809 blev benyttet av småkårsfolk til saltning. Sandefjord bad blev grunnlagt 1837 på en koksaltkildes medisinske virkning, og Larviks bad på en lignende kilde i 1880-årene. I siste halvdel av forrige århundre blev en masse koksaltkilder nærmere undersøkt i den hensikt å finne vann passende til forskjellige slags brønnkurer, og i 1908 blev for første gang vann fra Larvikskildene, det senere så utbredte Farrisvann, bragt i handelen som taffelvann.

Koksaltkildene utmerker sig som navnet sier ved et høit innhold av koksalt. Således viste en prøve innsamlet fra en kilde i Skjeberg 6. mai 1928 26.67 gram salter i literen, hvorav ca. 25 gram var koksalt. Farris fører henimot 2 gram salter i literen, hvorav tre fjerdepart er koksalt. Resten fordeler sig vesentlig på karbonater og sulfater av kalk, magnesia og natron, samt klorkalium. Strengt tatt er saltene i grunn-

vannet dissosieret, så vi heller bør snakke om hvilke ioner vannet inneholder enn hvilke salter de fører. I den moderne vannanalyse angis nu heller mengden av syreanhydrider og metalloksyder eller syrerestioner og baserestioner enn de salter, som derav kan utregnes.

Vannet fra rørbrønnene inneholder de samme oppløste bestanddeler som saltkildene. Saltholdigheten kan være meget forskjellig. Det salteste vann jeg har funnet stammer fra vannførende lag i den leravsetning hvori det store lerfall ved Brå i Bynesset løsnet våren 1928. Saltinnholdet her var 22.18 gram i literen. Dernæst kommer den artesiske brønn ved Skea i Sørum med 5.56 gram i literen, og så er der alle overganger til så lite som 0.15 gram pr. liter, der er hvad vannet fra den artesiske brønn ved Kristiansands bryggeri inneholder. Det lar sig ikke med sikkerhet på forhånd si, hvor vannet er meget salt, og hvor det er lite salt. Hvor vannet må antas å ha gått forholdsvis kort tid i lerets vannførende lag, altså hvor grunnvannets sirkulasjon er rask, vil det være lite saltholdig, og hvor den er treg, så vannet har stått lenge i leravsetningen er vannet sterkt salt. I regelen finner vi derfor det salteste vann under de store lersletter, og det minst salte i små lerfylte daler eller i landskaper, hvor leret ofte veksler med grushauger og opstikkende fjell. Det salteste vann inneholder forholdsvis mere koksalt enn det mindre salte. Jo saltere vannet er, desto høiere klorprosent viser saltene. Lerets grunnvann er først og fremst preget av sitt koksaltinnhold. Opblandes det med annet grunnvann fører det også en nevneverdig mengde andre salter, først og fremst karbonater. Vi kan således ved å analysere vannets saltinnhold trekke viktige slutninger om dets opprinnelse. Når det er om å gjøre å finne vann til husholdningsbruk må vi fortrinsvis søke dette på steder, hvor vi har grunn til å tenke oss, at der er sirkulasjon i grunnvannet.

Foruten oppløste salter kan leravsetningenes grunnvann inneholde svovelvannstoff og metan, den siste endog i stor mengde.

Professor *Strecke* fant i 1850-årene ved å sammenligne analyser av saltinnholdet i Sandefjords svovelvann med

sjøvannets, at kildevannet inneholder mindre svovelsyre, men derimot svovelvannstoff, hvad fjordvannet fullstendig mangler. Han tenkte sig, at sjøvannets sulfater var redusert til oppløselige sulfider av organiske stoffer, som ligger i jorden og råtnet. Th. Kjerulf antar, at det organiske stoff som spiller en sådan rolle ved saltenes omsetning er tang. — Svovelvannstoff dannes sikkert også i grunnvannet på bekostning av kismineraler, svovelkis og magnetkis.

Mens således svovelvannstoff i saltkildene forlengst har vært kjent og har vært gjort til gjenstand for undersøkelser, er opdagelsen av at leravsetningenes grunnvann også inneholder metan fullstendig ny.

Der blev for et par år siden innsendt til mig en vannprøve fra Skjeberg med et usedvanlig høit saltinnhold. Våren 1928 besøkte jeg denne kilde, som ligger på Hafslunds grunn, et par hundre meter ovenfor hovedveien. Den kommer frem i lerbakken nedenfor en gammel lerfallgrop, nogen få desimeter over Gatedalsbekkens nivå. Kildevannets temperatur er 8° C. Fra kilden bobler frem en mengde gass, som stinker av svovelvannstoff. Da jeg nettop var beskjeftiget med en større grunnundersøkelse i Sarpsborg fikk jeg anledning til atter en gang å besøke kilden for å innsamle en prøve av gassen i den hensikt å studere denne, og hadde da rustet mig med et par glassbeholdere med haner, som velvillig var mig utlånt av Norges Svalbard- og Ishavsundersøkelser. Beholderne var tidligere brukt til å opsamle gass fra en kilde på Spitsbergen.

Den innsamlede gassprøve blev undersøkt av amanuensis dr. Botolfsen ved universitetets kjemiske laboratorium, og analysert med hensyn på svovelvannstoff, kulldioksyd, tunge kullvannstoffer, surstoff, metan, vannstoff og kvelstoff. Resultatet av denne undersøkelse var overraskende. Gassen viste sig å bestå for en vesentlig del (96 pct.) av metan og kun for en ringe del av svovelvannstoff.

Senere påtraff jeg under dypboring i Torsbekkdalen flere steder gass i jorden, som strømmet ut av borerørene, og efter at disse var trukket op også av hullene efter dem. Fra en springbrønn som etablertes straks nedenfor den planlagte

fylling for Holberggates forlengelse innsamlet jeg en ny gassprøve, som jeg også overdrog dr. Botolfsen å analysere. Denne blev undersøkt på samme måte som gassen fra Hafs-lunds saltkilde, og viste sig å være ennu renere enn denne, idet kjemikeren fant, at den inneholdt 98.5 pct. metan.

Springbrønnene fører fremdeles gass, tilsynelatende i samme mengde som før. Formodentlig er grunnvannet i dypet mettet med metan. Eftersom vannet stiger op gjennom brønnrøret, der er 18 meter langt, kommer vannet under lavere trykk og avgir derfor en del gass.

Et godt husholdningsvann kan inneholde rett betydelige mengder av mineralsalter uten at det er nogen ulempe ved det. Vannet fra en artesisk brønn ved Hønsen i Sorum inneholder 680 mg. salter i literen, hvorav ca. halvparten utgjøres av koksalt, og ansees allikevel som et førsteklasses vann til husholdningen. Av jern og svovelvannstoff skal der imidlertid ikke stort til før vannet blir ubrukelig, men det lar sig lett gjøre å rense vannet for disse bestanddeler.

Grunnvannets temperatur

avhenger av stedets middeltemperatur og av den dybde det kommer fra. Når en brønn viser samme vanntemperatur hele året rundt skriver vannet sig fra et dyp som ikke berøres av årstidenes temperaturveksel. Da jordtemperaturen stiger med dypet vil også vannets temperatur være høiere når det kommer fra stort dyp enn når det kommer fra et mindre. De artesiske brønners vann pleier å vise den samme temperatur hele året rundt.

På Romerike har vannet fra 20 meters dype brønner en temperatur av 6.1° C, mens like dype brønner i Sarpsborg fører vann av 7.2° C og i Drammen av 7.5° C. En 44 meter dyp brønn i Drammen har en vanntemperatur av 9.2° C, mens en like dyp brønn ved Skea i Sorum viser 7.2° C. I det trondhjemske har vannet i samme dyp en temperatur nærmest som Romerikes, idet en 15 meter dyp brønn ved Brå i Bynset viser 5.8° C. Det relativt varmeste grunnvann har brønnen ved Kristiansands bryggeri, som kommer fra 30 meters dyp og måler 9.0° C.

Rørbrønnene som drepskanaler.

Den spesielle form for ras som er benevnt lerfall viser, at stabiliteten av våre lerterrasser kan være liten. Lerfallenes årsaker blir sjelden eller aldri klarlagt. Hvor lerfallene går ut mot bekker og elver får det rinnende vann skylden for å ha undergravet bakken og fremkalt ras som trekker lerfallet etter sig. Forekommer der ikke noget vannløp i den dal hvortil lerfallet bryter ut blir denne forklaring uantagelig, men også i det tilfelle tør den almindelige opfatning være, at forut for lerfallet må der ha gått et overflateskred, hvorved terrassens indre, bløtere ler lettes adgangen til å komme på gli. Da lerfallene løsner likeså ofte om vinteren mens marken er frossen som om sommeren når marken kan være opbløtt etter regn, blir antagelsen om innledende overflateskred heller ikke tilfredsstillende. Heller ikke kan vi finne nogen regel for at lerfallene er hyppigere i flomtid når det rinnende vanns erosjon er stor, eller under en regnperiode når marken er særlig opbløtt enn til andre tider av året. Det er derfor mulig, at vi er på villspor, når vi står i den formening at et lerfall må innledes ved et eller annet mindre lerskred.

Det synes mere fruktbringende å søke en forklaring på lerfallene i variasjoner av grunnvannets art og mengde i lerterrassene.

Våre leravsetninger pleier å ha to forskjellige grunnvann-nivåer, hvorav det øverste har fri overflate og er knyttet til sandlag over leret eller til lerets forvitrede overflate. Når grunnvannstanden øker i dette lag tiltar trykket i lerterrassens indre i samme mon, og således stiger faren for at leret presses ut til siden. Det innelukkede grunnvann, det som står under artesisk trykk er i lerfallstrakter ofte sterkt saltholdig, og når vi erindrer at lerets kolloider innflueres av elektrolyttene vil enhver forandring av ionekonsentrasjonen tenkes å kunne medføre betydelige forandringer i lerets konsistens.

At grunnvannets bevegelse i naturen kan være forandringer underkastet ser vi av at nye kilder fremstår og gamle tørrer inn. Hvis grunnvannstrømmen i en lerterrasse for-

andres vil dette ha en stabilitetsforandring til følge. Der foreligger virkelig iakttagelser om frembrudd av nye vannårer på steder, som umiddelbart etter blev rammet av lerfall.

Det i lerterrassene langsomt cirkulerende grunnvann har her og der sine synbare avløp i kilder. Foruten disse tør der gjennom leret, som hos oss oftest er et magert, sandholdig ler, foregå en diffus strømning fra høiere mot lavere nivå. Til tross for at vi ikke alltid kan påvise kilder, innstiller nemlig vannstanden i rørbrønnene fra samme artesiske bekken sig ikke i samme nivåflate. Dette tyder på at grunnvannet må være i bevegelse, og denne opfatning styrkes av den omstendighet, at også det innelukkede grunnvanns overflate i nogen grad følger landskapets topografi. Cirkulasjonen hemmes sterkt av finkornige vannførende lags store friksjon mot vannets bevegelse, men helt stille synes grunnvannet hos oss ikke å stå.

Selv en tynn rørbrønn kan skaffe avløp for rett betydelige vannmasser når den føres ned i grov sand. Brønnen ved Skea leverte således i begynnelsen 2400 liter pr. time. En så pass stor vannføring vil fremkalle en betraktelig bevegelse i grunnvannet og forandring av dets cirkulasjon. Dette gir sig til kjenne blandt annet derved at det utstrømmende vanns saltholdighet med tiden avtar, likesom saltenes innbyrdes mengdeforhold blir et annet. Et grunnvann med stort saltinnhold og spesielt når det inneholder $\text{Cl} + \text{SO}_4$ i et mengdeforhold som nærmer sig sjøvannets (63 pct. av de samlede ioners) har undergått liten og høist ubetydelig cirkulasjon. Åpnes der da det artesiske bekken et utløp gjennom en rørbrønn viser det sig, at klor og svovelsyreionekonsentrasjonen avtar.

Saltene i lerets grunnvann stammer fra sjøvannssalter, som er medrevet under sedimentasjonen. Siden der finnes mange eldgamle saltkilder i våre leravsetninger kan vi ikke tenke oss annet enn at saltet må overføres fra leret til det vannførende sandlag. Hvis dette ikke fant sted måtte vel det salt, som oprinnelig var innesluttet i sandlaget tilslutt bli utvasket og kilden bli fersk.

Ved den senkning i det hydrostatiske trykk som de ar-

tesiske brønner bevirker kan det også tenkes, at der foregår en vannutpressing fra bløtt ler til sandlaget. Resultatet herav vil kunne merkes ved en synkning av marken over brønnens dreneringsområde, først og fremst omkring brønnrøret.

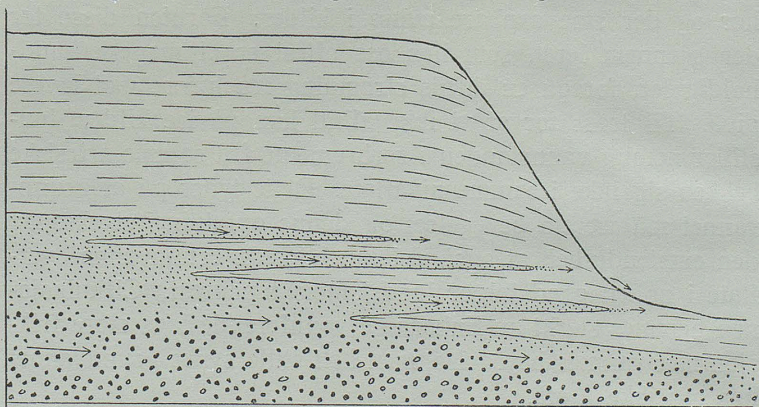


Fig. 3 a. Snitt gjennom en terrasse, som viser hvordan grunnvannet sprenger på ved terrassens fot.

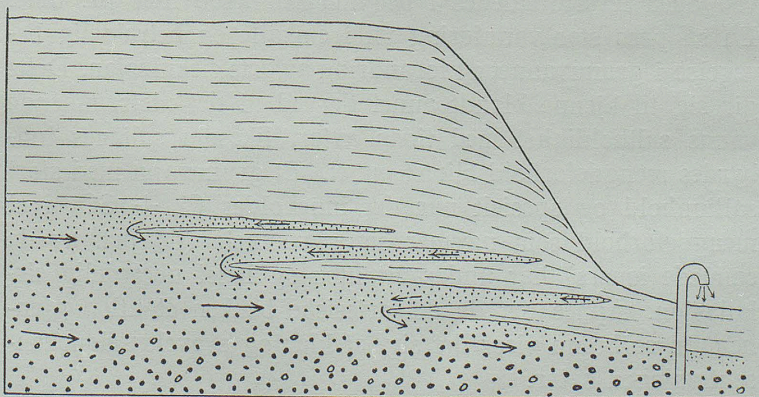


Fig. 3 b. Samme snitt som fig. 3 a visende grunnvannets bevegelse etterat en rørbrønn er anbragt nedenfor terrassen.

Virkningen av en artesisisk brønn på grunnvannstrømmen har jeg forsøkt å fremstille på fig. 3 a og 3 b. Fig. 3 a gir en forestilling om hvordan det innelukkede grunnvann søker å trenge frem ved terrassens fot. Dette er på tegningen anskueliggjort ved en veksellagring mellem utkilende ler og

sandlag, men virkningen blir den samme om lagene ikke kiler ut således som snitt-tegningen viser, bare der er en gradvis overgang mellom det vannførende lag på bunnen og det tette ler lenger oppe i avsetningen. Når grunnvannet under artesiske trykk drives frem gjennom kvikler i foten av lerbakkene, hvad der ofte er tilfellet, ligger der heri et faremoment for utglidning, som kan avvendes ved å etablere rørbrønner, der endrer grunnvannstrømmens retning. Fig. 3 b skal anskueliggjøre hvordan den artesiske brønn ved å lette avløpet fra det vannførende lag i undergrunnen avleder det vann, som har tilbøielighet til å sprenges sig frem gjennom de svakt vanngjennemslipende lag i terrassefoten.

Mine målinger av grunnvanntrykket i forskjellige dyp i samme borhull viser, at der er kommunikasjon mellom de forskjellige sandlag i leravsetningen.

Den videnskapelige kjemis grunnleggelse i slutningen av 18. århundre.

Av John Sebelien.

Mens mange videnskaper som filosofi og matematikk, og til dels også naturvidenskaper som zoologi og fysikk allerede i oldtiden hadde fått en videnskapelig behandling og videnskapelig utformning, er det ikke mere enn ca. 150 år siden, at man kan tale om en kjemisk videnskap. Ikke således å forstå, at man ikke hadde kjemiske kunnskaper — derom vidner jo den gamle utvinning av mange metaller, fremstilling av glass og emaljer, av farver og lægemidler m. m. Man hadde også spekulasjon over stoffenes sammensetning. Der var forestilling både om udelelige »atomer«, som alle ting bestod av, og om forskjellige »grunnstoffer«, der utgjorde bestanddelene av de mere sammensatte stoffer. Allerede ca. 600 f. Kr. antok Thales fra Milet vann å være det grunnstoff som alt annet var bygget op av, — A n a x i -

mænes antok at *luften* spilte denne rolle, og den store Aristoteles antok de 4 elementer vann, jord, luft og ild. Men alt dette var bare *spekulasjon*, og hvilte ikke på systematiske iakttagelser eller metodisk utførte eksperimentale undersøkelser. Ennu i det 17. århundre kunde den store videnskapsmann Boyle ikke avgjøre om svovel var en bestanddel av svovelsyren, eller om svovelsyren var en bestanddel av svovel. I det 18. århundre var man sterkt optatt av å spekulere over forbrenningsfenomenet, som man betraktet som en spaltningsprosess av mere sammensatte stoffer, som avgav noget som var svært lett og flyktig og som man kalte *Flogiston*. Man antok endog om dette merkelige stoff at det hadde en *negativ vekt*, idet man hadde lagt merke til at ved visse forbrenninger, f. eks. ved metallenes rostning, tiltok de i vekt. En rusten spiker veier jo mere enn samme spiker i ren stand. Her var jo altså egentlig en virkelig videnskapelig forklaring på fenomenet. Den var ganske visst akkurat den motsatte av hvad vi nu antar, men det lå i at man ennå savnet de nødvendige forkunnskaper for den rette forståelse, og dem fikk man først i siste fjerdedel av det 18. århundre.

Det var fremfor nogen andre de tre menn englenderen Priestley, svensken Scheele og franskmannen Lavoisier, hvem vi skylder grunnleggelsen av den videnskapelige kjemi, således som denne har fortonet sig for oss gjennom hele det forrige århundre og til dels ennå i vår tid. Disse tre menns livsløp er i og for sig så interessant, at det vil være umaken verd å bli litt nærmere bekjent dermed.

Joseph Priestley var født den 30. mars 1733 i nærheten av byen Leeds i Yorkshire, hvor faren var klædehandler. Sønnen var opprinnelig av faren bestemt for handelen, men gutten følte sig mere tiltrukket av den geistlige stand. Han mistet tidlig sin mor og var allerede som barn religiøs overspent og hengiven til teologiske spekulasjoner. Disse tilbøieligheter blev i høi grad utviklet efter at gutten var kommet i huset hos en tante, hvis hus nærmest kunde betraktes som et akademi for alle trosretninger og alle sekter. Han vokste op her i en atmosfære av teologiske debatter

og religiøse tvistigheter, og kastet sig med iver over studiet av kaldeisk, syrisk, arabisk og lignende *gamle sprog*, for å bli i stand til å danne sig sin egen mening om de debatterte problemer ved å lese de gamle skrifter i grunnsproget. Samtidig studerte han dog også *matematikk*. Etter å ha fullendt sin teologiske utdannelse blev han ansatt som prest i *Suffolk*, hvor hans vanskelige sinn imidlertid snart bragte ham i strid med sin menighet. Han søkte da et annet embede, og opnådde også å erholde et sådant i *Cheshire*, hvor han levet i små og trykkende økonomiske kår, mens han foruten som prest også virket som sproglærer. Samtidig begynte han imidlertid å interessere sig for naturvidenskap og gav sig til å utføre fysiske eksperimenter. På en reise til London traff han den berømte amerikaner Benjamin Franklin, som ikke bare hadde frarøvet »tyrannerne septret, men også himlen lynet« — ved sin oppfinnelse av lynavlederen. Under samværet i London gav Franklin Priestley mange gode råd og anvisninger, som kom ham til nytte under hans arbeide med utførelsen av elektriske forsøk. Året efter skrev han sin bok, elektrisitetens historie, som forskaffet ham den sjeldne ære å bli innvalgt som medlem i »Royal Society«, d. v. s. det kongelige engelske videnskapsakademi. I 1767 skiftet Priestley atter opholdssted, idet han flyttet til *Leeds* for å lede en dissentermenighet. Her kom han »tilfeldigvis« til å bo i nærheten av en brygger — en omstendighet som blev av stor betydning for hans videre videnskapelige virksomhet. Det var en eiendommelighet hos Priestley, at han anså sitt livsløp styret av »tilfeldigheter«. Således var det en gang at han *tilfeldigvis* kom ned i nevnte bryggeris kjeller, hvor det interesserte ham å iaktta den sterke gassutvikling der foregikk i de skummende gjærkar. Herved kom han »tilfeldigvis« til å foreta en nærmere undersøkelse av den gass som undvek ved boblingen, og han fant at det var den samme gass som man kjente annet steds fra under navn av »ildfast« gass, og som vi nu kaller for *kulldioksyd* eller bare *kullsyre*. Vårt kjennskap til gassarter innskrenket sig den gang foruten til den *atmosfæriske* luft og den nevnte »ildfaste gass« bare til den

av skotten C a v e n d i s h opdagede »brennbare gass«, den samme som vi benevner med navnet »vannstoff« og som C a v e n d i s h fremstillet ved innvirkning av syre på sink eller jern.

Nu gav P r i e s t l e y sig til å eksperimentere med utvikling av gassar i det hele tatt, og han fant derved en mengde tidligere ukjente gasser. Vi nevner av disse at han ved å behandle alkohol med konsentrert svovelsyre fikk utviklet en »brennbar gass« som han forvekslet med vannstoffet, men som i virkeligheten er en kullvannstoff, det s. k. *etylen*, som fremkommer i almindelig stenkullgass, og utgjør dennes lysende bestanddel, og som i 1795 av nogen hollandske kjemikere vistes å ha evne til å forene sig med klor til en oljeaktig væske, og derfor ofte kalles »oljedannende gass«. Ennvidere *ammoniakk*gassen som han kalte »alkalisk gass«, denne sterkt luktende gass der med så overordentlig letthet oppløses i vann under navn av *salmiakkspiritus*, at alle tidligere forsøk på å opsamle den over vann mislykkedes. Priestley fikk den ved å samle den over kvikksølv. En annen meget lett oppløselig, surt luktende gass der utvikles når man overheller almindelig koksalt med svovelsyre og derfor kalles *saltsyregass*, blev også først fremstillet av Priestley. Den har senere vist sig å bestå av de to gasser klor og vannstoff og danner ved oppløsning i vann den syre vi kaller *saltsyre*. Også den ved svovlets forbrenning utviklede gass med den eiendommelig stikkende lukt, og som vi nu kaller *svoveldioksyd* eller svovelsyringgass (undertiden også uriktig »svoveldamp«) blev undersøkt av P r i e s t l e y, likesom den giftige s. k. »kulldamp« eller *kulloksyd*, der opstår ved forbrenning av kull under utilstrekkelig luftadgang. Også lykkedes det ham av den atmosfæriske luft å isolere den ene hovedbestanddel, *kvelstoffet*, og senere å fremstille to av denne gassarts surstoff-forbindelser, nemlig dels dens laveste surstoff-forbindelse, den senere s. k. *lystgass*, som en tid lang bruktes som bedøvelsesmiddel ved mindre operasjoner, f. eks. tannuttrekninger, og som han fremstillet ved innvirkning av sink på det *egentlige oksyd*, det samme som dannet det første produkt ved kvelstoffets om-

dannelse til salpetersyre etter den *Birkelandske* metode, således som vi nu i en snes år har benyttet denne i vår salpeterindustri på *Notodden* og på *Rjukan*. Priestley fant at denne gass utvikles av kobber og salpetersyre. Av større betydning enn alle disse i og for sig betydningsfulle opdagelser var dog den innsats som Priestley gjorde i kjemiens utvikling ved *surstoffets* opdagelse den 1. august 1774 ved ophetning av det røde *kvikksølvoksyd*. Allerede 2 år tidligere hadde han utgitt sin bok »*Observations on different kinds of air*«, som senere blev oversatt både på fransk, italiensk og tysk, og hvori han omtaler at han ved ophetning av *salpeter* hadde fått utviklet en gass som med største letthet underholdt forbrenningen. Da den gass, som han nu fikk av *kvikksølvoksyd*et, viste lignende egenskaper som den han hadde fått av *salpeter*, tenkte han sig vel muligheten av at disse to hadde noget med hverandre å gjøre, og han fant, at denne nye gass som han kalte »*deflogistisert luft*« var noget tyngre enn almindelig luft, men han kunde ikke se at den av ham funne nye gass var en bestanddel av den almindelige luft. Han sa om den gass han hadde funnet at »den hadde alle den almindelige lufts egenskaper, kun i meget større fullkommenhet.«

Priestley kunde altså merkelig nok, uaktet han kjente begge atmosfærens to hovedbestanddeler, ikke erkjenne luftens sammensetning som en blanding av disse to, og han kunde ikke finne den forklaring på forbrenningsfenomenet, som vi nu anser for den riktige, og som man dog skulde tro lå nok så nær for hånden, når man hadde sett og erkjent *surstoffets* evne til å underholde forbrenningen. Dette lå i den store makt som *flogistonteorien* hadde fått over menneskenes sinn, og det viser oss hvor vanskelig det i det hele tatt er for oss mennesker å frigjøre oss fra en nedarvet opfattelse av et fenomens natur.

Som allerede nevnt hadde *Cavendish* i 1766 funnet vannstoffets utvikling av syrer og sink eller jern, og funnet dets ringe egenvekt ($\frac{1}{11}$ av luften). Priestley fant at denne gass opstod også av sink og alkalilut, og han hadde i 1775 gjort en del forsøk med knallgass ($H + O$). Noget

senere fant Cavendish at der ved denne eksplosjon av knallgass ikke bare opstod fuktighet, men også noget salpetersyre — dog offentliggjorde han intet herom før i 1784.

Imidlertid hadde også dampmaskinens berømte oppfinner, James Watt, som i Birmingham bodde i nærheten av Priestley gjennom ham fått interesse for disse spørsmål, og eksperimentert dermed og funnet at vannet bestod av »deflogistisert luft« = surstoff og »flogiston« = vannstoff. I et brev av 26. april 1783 meddelte han dette til Priestley og denne gav det videre til presidenten i Royal Society.

Priestley hadde ved å avsperre en bestemt luftmengde, og deri ophete noget *tinn* eller *bly* som deri blev »forkalket«, d. v. s. forbrent eller oksydert, som vi nu vilde kalle det, sett at luften derved mistet omtrent $\frac{1}{5}$ av sin mengde og samtidig mistet sin evne til yderligere å underholde en forbrenning. Han hadde ennvidere i en avsperrert mengde luft anbragt et stykke kull og ved hjelp av et brenn-glass bragt dette til å forbrenne og ved derpå å fjerne den dannede »ildfaste luft«, d. v. s. kulldioksyden, sett at også herved forminskedes den oprinnelige luftmengde med ca. $\frac{1}{5}$ og mistet likeledes sin evne til å underholde videre forbrenning. Men uaktet han altså herved hadde fremstilt kvelstoffet som en av luftens bestanddeler, betegnet han den tilbakeblivende rest av luften som »*flogistisert luft*«. Han trodde altså at luften hadde *optatt* flogiston, men han var ikke i stand til å se, at ved de foretatte forbrenninger var luftens ene bestanddel gått bort og hadde etterlatt den andre.

En dag da der »tilfeldigvis« løp en liten mus over gulvet, fanget Priestley den og da han ennvidere »tilfeldigvis« hadde stående en beholder med ildfast luft (CO_2), anbragte han dyret i denne og fant at det ikke kunde leve heri. Når han imidlertid innen musen var helt død, flyttet den over i en beholder med surstoff, som han likeledes »tilfeldigvis« hadde stående, så han at musen kviknet til, hvorved han altså konstaterte surstoffets betydning for det dyriske åndedrett.

På lignende måte konstaterte han også de samme to gassarters betydning for plantelivet. Han fant nemlig at når

grønne planter anbragtes under en klokke med *ildfast gass* (kullsyre), så vilde de når der var *sollys* til stede kunne fortsette å vokse i denne atmosfære og samtidig forandre den slik, at gassen blev i stand til å underholde forbrenningen og det dyriske åndedrett. Men han hadde ikke nogen forståelse av at den av de voksende planter således forandrede gass, nettop var den samme som er til stede i den atmosfæriske luft. Det var først noget senere i samme århundre, at der blev bragt klarhet i problemet om de omhandlede to gassarters forhold til plantenes ernæring og liv, dels av den i Holland fødte londonerlæge *Ingenhousz* i 1779, dels av den schweiziske prest og naturforsker *Senebier* i 1783. — *Priestley* hadde vel funnet, at dyrene ved deres åndedrett »forderver« den atmosfæriske luft, og at den således »fordervede« luft atter kan »fornyes« av plantene under lysets medvirkning, og han uttalte også som sin formening, at dette var »fakta, som syntes å være av stor betydning, og at de når de kom i de rette hender måtte kunne føre til viktige opdagelser.« Men disse opdagelser kunde han altså ikke selv greie. I det hele tatt var *Priestley* en dyktig eksperimentator. Hans landsmann *Thomson*, som levet et århundre senere og har skrevet en »*Kjemiens Historie*« sier om hans undersøkelser paa naturvidenskapens forskjellige områder, at som elektriker var han respektabel, som optiker var han kun en »kompilator« d. v. s. en samler, men som kjemiker var han en *opdager*. Allerede av det vi har omtalt fremgår det jo også, at han beriket vår viden med en mengde nytt av største betydning, men det var en mangel at hans undersøkelser ikke blev utført efter nogen konsekvent lagt plan — de var som han selv erkjenner, resultat av »tilfeldigheter« — uten innbyrdes sammenheng, og de mangler som regel også en inngående bearbeidelse. Hans sterke fastholden ved flogistonteorien hindret ham i å se sakens rette sammenheng og i å gi hans forsøksresultater den rette tyding. Således da han i 1782 fant, at metall-oksydene (metallkalkene) ved ophetning med brennbar gass (vannstoff) omdannedes til metaller, var han ikke i stand til å opfatte dette som en »reduksjonsprosess« under hvilken

vannstoffet fjernet surstoffet fra forbindelsen med metallet, men han forklarte det som at det var metallkalken som forenet sig med flogiston til metall. Han anså nemlig likesom Cavendish vannstoff for å være meget rent flogiston.

Og ennå så sent som i 1802, efter at Lavoisier hadde gitt sin mere moderne og tilfredsstillende forklaring på forbrenningsfenomenene, forsvarte Priestley flogiston-teorien.

Om Priestleys bevegede liv kan det ennå berettes, at da James Cook skulde ut på sin annen jordomseiling, vilde han hatt Priestley med som skipsprest, men det blev ikke til noget, da admiralitetet fant at han var for lite ortodoks og for frisinnat i kirkelig henseende. Imidlertid hadde han stor familie og smått om penger, hvilke to omstendigheter slo sig sammen til næringsssorger som gjorde det vanskelig for ham å drive sitt videnskapelige arbeide. Det var derfor et stort hell for ham at Lord Shelburn tilbød ham plass som bibliotekar og privatsekretær med en årlig lønn som svarer til 5000 kroner. Og derved at hans mæcen tok ham med på sine reiser til Holland, Frankrike og Tyskland kom han i berøring med datidens store utenlandske videnskapsmenn. Men ukjent av hvilken grunn forlot Priestley i 1780 plutselig sin velgjører Lord Shelburn og sin stilling hos ham, flyttet til Birmingham og kom i spissen for en stor dissentermenighet.

Hans kamp for trosfrihet for alle retninger bragte ham imidlertid på kant med alle partier. Hans forhold til den franske revolusjon, som han anså som et sosialt gjenfødselsverk, skaffet ham tittel av *fransk borger* — men slike sympatier var den gang ikke i nogen høi kurs i England, og da Priestleys venner og meningsfeller den 14. juli 1791 feiret årsdagen for Bastillens fall ved en fest, hvor Priestley selv dog ikke var til stede, stormet pøbelen først møtestedet og vendte sig derefter mot Priestleys hus som de brente, foruten at de ødela de derværende instrumenter og manuskripter. Priestley selv stod imidlertid i et nærliggende hus og betraktet hærverket med stoisk ro uten å klage. De stadige rivninger og sterke motsetninger mellem

ham og hans omgivelser bevirket imidlertid at livet i hans fedreland blev ham for uutholdelig, og den 7. april 1794 reiste han med sin familie til Amerika, hvor han ved Susquehannaelvens bredder kjøpte en eiendom på 200 000 acres, det er litt over 800 000 mål. Der blev her tilbudt ham et professorat i *Philadelphia*, hvilket han imidlertid avlo. Han virket i ennu 10 år i Amerika som prest og stadig optatt med teologiske og kjemiske spørsmål. I 1796 skrev han således et skrift på 32 sider omfattende et forsvar for flogistonteorien, som han dog selv hadde følelsen av ikke i lengden kunde stå sig mot Lavoisiers seirende *antiflogistiske* lære. Og i 1802 utkom der i et medisinsk tidsskrift i New York en artikkel av ham om Voltas søile og de kjemiske virkninger i denne. Han fant dog ikke heller her i sin utlendighet den ro som han hadde håpet, idet han stadig blev mistenkt og beskyldt for å være en hemmelig agent for den franske republikk. Han mistet sin hustru og sin yngste sønn, og han selv blev forgiftet etter et måltid sammen med alle andre deltagere i måltidet. De andre kom sig imidlertid, mens Priestley døde derav. Dette var i året 1804 da Priestley var 71 år gammel.

Surstoffets annen opdager var svensken Carl Wilhelm Scheele, født 9. desember 1742 i *Stralsund* som lå i den den gang svenske provins *Pommern*. Han tilhørte imidlertid en gammel tysk ætt, hvilket forklarer at tyskerne undertiden har lyst til å ville annektere ham som *tysk*. Han utførte dog hele sin livsgjerning i Sverige, og regnet sig selv som svensk, hvilket vel også må sies å være i enhver henseende korrekt. Hans far var kjøpmann og Carl Wilhelm var den 5te blandt 12 søskend. I sine barne- og gutteår var han nærmest av innesluttet gemytt og forrådde intet om de store anlegg som slumret i ham. I skolen blev han nærmest betraktet som ubegavet. Gjennem en læge og en apoteker som hørte til foreldrenes omgangskrets vaket guttens interesse for apotekergjerningen, og med 14 års alder blev han satt i lære hos en apoteker Bauch i *Göteborg*.

Her fikk han sin tjeneste i laboratoriet, og følte sig nu på sin rette hylle. Han fulgte en kamerat Grünbergers råd å studere kjemi, og i nattens stillhet kastet han sig med største iver over studiet av alle de gamle kjemiske skrifter som han kunde få fatt på. Og så gjorde han om natten og i all stillhet de forsøk som han hadde lest om, og vennet sig herved til å utføre disse forsøk med de små og ubetydelige hjelpemidler som han hadde til sin rådighet. En gang hendte det at en av hans kamerater hadde blandet noget knallsats inn i et av de pulver han brukte til sine forsøk, og da inntraff der om natten en veldig eksplosjon, som vekket hele huset og bevirket uro og forskrekkelse. De berettigede bebreidelser som han herved pådrog sig, skremte ham imidlertid ikke — han fortsatte tvertimot med største flid å øke sin viden ved lesning og eksperimenter. Hans prinsipal foruroligedes over hans rastløse flid, og skrev til foreldrene at han fryktet for »at Carl skulde ødelegge sig ved den overvettes flid, da han tilbragte en stor del av nettene med å lese i bøker som formentlig lå for høit for hans alder og som han fikk gjennom hr. Grünberger.«

Efter at hans 6-årige læretid var omme, blev Scheele ennu 2 år i Gøteborg, fikk derefter plass hos en apoteker i Malmö som selv interesserte sig meget for kjemi, og Scheele fant her en velkommen anledning til fortsatt fordypelse i sin videnskap. Her var det at han skrev sin første avhandling om det i gjøkesyren, *oxalis acetosellæ*, forekommende »syresalt« som senere førte til den viktige opdagelse av oksalsyren. Hans avhandling blev i 1768 innsendt til Vetenskapsakademien i Stockholm, men blev ikke trykt, idet professor Bergmann i Uppsala, til hvem avhandlingen blev sendt til bedømmelse, sa at den ikke inneholdt noget nytt. Ikke meget bedre gikk det ham med hans vakre opdagelse av vinsyren, som han hadde betrodd til sin venn, den berømte mangesidige naturforsker Anders Retzius, bestefar til den senere likeledes berømte anatom og antropolog Retzius. Scheeles venn Retzius gjentok de av Scheele gjorde forsøk, fant dem riktige, og skrev så den avhandling om »forsøk med vinsten og dens syre«, som blev trykt i

Vetenskapsakademiens forhandlinger 1770, og hvori Retzius omtaler Scheele som en flink og lærelysten *Pharmacæ Studiosus* hvem det er lykket av vinsten å fremstille en ny syre, som er forskjellig fra alle tidligere kjente syrer.

Imidlertid var Scheele allerede i 1768 etter 3 års opphold i Malmø flyttet til *Stockholm*, hvor han fikk ansettelse på apoteket »Korpen«, d. e. Ravnen. Han trivdes dog ikke riktig her, idet han ikke hadde noget å gjøre med laboratoriet. Eksperimenter kunde han imidlertid ikke undvære, og han beskjeftiget sig da med å undersøke lysets innvirkning på de forskjellige stoffer som han anbragte i vinduet, mens han ekspederte resepter.

I *Stockholm* blev Scheele snart kjent som en fremrakende kjemiker, og gjennom stockholmlægen Gahn blev han bekjent med dennes bror i Uppsala, den bekjente kjemiker J. G. Gahn, med hvem han for resten av livet stod i livlig brevveksling. I 1770 flyttet Scheele selv til Uppsala, hvor han på byens stadsapotek fikk ledelsen av laboratoriet, og fikk særlig tillatelse til å fortsette med sine egne forsøk. Scheeles prinsipal hadde iaktatt at når salpeter holdes i lengere tid i smeltet tilstand, så omdannes det til et salt som ved tilsetning av eddik utvikler røde dampe. Hverken den dyktige kjemiker Gahn eller den berømte professor Bergmann ved Uppsala universitet kunde forklare dette, men Scheele var straks i stand til å forklare fenomenet derved at salpeteret under ophetningen hadde opptatt *flogiston*, d. v. s. det var blitt redusert, og der var dannet et salt av en ny syre, den s. k. *salpetersyring*, som er en svak syre og utdrives av eddiksytren. Da Bergmann fikk høre dette, fikk han lyst til å lære den unge mann å kjenne som hadde så store kunnskaper. Scheele som ikke hadde glemt den behandling som Bergmann hadde gitt hans første avhandling, hadde slett ingen lyst til å gjøre den manns bekjentskap, men lot sig dog overtale dertil av Gahn. Og således opstod da et meget varmt og fruktbart vennskap mellom disse to store menn, Bergmann som med sitt store utsyn over videnskapen kunde gi Scheele anvisning på de problemer som denne med

sin skarpsindige og store øvelse i eksperimenterkunsten kunde løse.

Og S c h e e l e som i aller høieste grad så op til B e r g - m a n n og respekterte dennes store videnskapelige utdannelse søkte ofte dennes råd og uttalelser om sine tanker og arbeider. Under sitt opphold i Uppsala utførte nu S c h e e l e en meget stor mengde særdeles viktige undersøkelser, som snart gjorde ham til en av datidens mest berømte kjemikere. Det er likefrem forbausende, at S c h e e l e foruten å oppfylle sine tjenesteplikter kunde nå å få utført den masse ofte møisommelige undersøkelser som han gjorde. Det svenske *Vetenskapsakademi* som nu forstod å verdsette hans arbeide, innvalgte ham enstemmig til medlem i 1775 — men dette var også den eneste ytre utmerkelse som S c h e e l e mottok fra sitt fedreland.

Imidlertid måtte S c h e e l e tenke på sin fremtids økonomi, og da han tillike ønsket å få mere uavhengig anledning til sitt videnskapelige arbeide, søkte han apoteket i den lille by K ø p i n g, hvis innehaver nylig var død, og nu eiedes av enken. Det støtte riktignok på den vanskelighet at S c h e e l e ikke hadde avlagt den nødvendige apotekereksamen. Men der blev dog under hensyn til hans almenkjente dyktighet meddelt ham bevilling til å forestå apoteket og utsette den nødvendige eksamen til en senere leilighet.

Efterat han var flyttet til K ø p i n g begynte han med muligens ennu større flid enn før en ny arbeidsperiode. For det første tar han straks fatt på å sammenskrive sitt berømte hovedverk om »*Luft och Eld*«, d. e. luft og ild, hvortil manuskriptet var ferdig i slutningen av oktober 1775. Blandt den uhyre mengde viktige funn som S c h e e l e beskriver i denne bok er også hans opdagelse av »*ild-luften*« eller *surstoffet*, og dennes betydning for forbrenningen og åndedrettet. Det er altså den samme opdagelse som P r i e s t l e y hadde gjort allerede året før, men der hersker ingen tvil om at S c h e e l e har gjort sitt funn aldeles selvstendig og uten noget kjennskap til P r i e s t l e y s arbeider. Man må jo erindre at det internasjonale etterretningsvesen på den tid da man hverken hadde telegraf med eller uten tråd, og selv postvesenet ikke

hadde vår tids høie utvikling, i det hele tatt var meget primitivt. I videnskapens historie nevnes derfor også Scheele og Priestley sammen som surstoffets to av hinannen uavhengige opdagere. Imidlertid blev offentliggjørelsen av Scheeles bok betydelig forsinket. Først hadde Bergmann den til gjennemsyn, og han skrev også en fortale til den. Imidlertid var det boktrykkeren Svederus, som somlet med arbeidet og har ansvaret for den store forsinkelse, og for at mange av de i boken omtalte nye funn allerede var kjent da den utkom i 1777. Scheeles bok utkom imidlertid efterhånden i to svenske oplag, men dessuten også i tysk, engelsk, fransk og latinsk oversettelse.

Ved siden av sitt videnskapelige arbeide strevet han også med hell på å bringe apoteket ut av den gjeld, hvori forgjengeren hadde efterlatt det. Imidlertid hadde han den ergrelse at der meldte sig andre som spekulerte på å kjøpe apoteket, så at han ikke følte sig trygg i stillingen. Både Gahn og Bergmann tilbød ham da at han kunde komme til dem som assistent, en rekke andre venner vilde tilby ham apoteket i *Alingsås* og der innrede et godt laboratorium for ham. Nogen vilde ha ham til Stockholm som »*Kongelig Kjemiker*«, og atter andre tilbød ham stillingen som direktør for et stort nytt brenneri. Også i utlandet vilde man gjerne ha den berømte svenske videnskapsmann. Både fra *Berlin* og fra *England* blev der rettet ærefulle kallelser til ham. Han avsløg dem imidlertid, og uttalte i den anledning »jag kann ju ei mera än äta mig mätt, och om detta går an i Köping, behöfver jag icke annorstädes söka det.« Og til sin bror som bebreider ham at han ikke har mottatt tilbudet fra Berlin, svarer han, »at han på langt nær hadde nået så langt i kjemien som det må forutsettes til en slik stilling.«

Det viste sig da også at han hadde vunnet autoritetens tillit i Köping og at man satte pris på den glans og ære som Scheele bragte over byen. Man besluttet at man ikke vilde ha nogen annen apoteker i Köping enn Scheele. Der blev bevilget ham et privilegium på å anlegge et nytt apotek, og han sluttet da med det gamle apotek den overenskomst, at han som den rette eiermann av Köpings apotek,

påtok sig det gamle apoteks gjeld og enkens underhold. Og det lykkedes ham også snart ved flid og omtanke å få forretningen i været, slik at han ikke bare blev økonomisk uavhengig, men også kunde nyte en viss velstand.

Hans forretninger hindret ham dog ingenlunde i å fortsette det videnskapelige arbeide som gjorde ham til en over hele Europa hedret person. *Naturforskarselskapet i Berlin* innvalgte ham som sitt medlem i 1778, og *Videnskapsakademiet i Turin* innvalgte ham likeledes som medlem på et møte i 1784, da kong G u s t a v I I I nettop var til stede. Det sies at da man samtidig komplimenterte kongen i anledning av den berømte svenske lærde som var kongens landsmann, skal kongen ha følt sig litt genert ved tanken på at han slett ikke hadde noget kjennskap til denne berømte mann som dog var hans undersått. Han skal fluksens ha sendt en stafett hjem til Sverige med spesiell ordre til at den berømte S c h e e l e snarest mulig måtte dekoreres med en orden. Der blev nok også hengt en orden på en S c h e e l e, men ved en misforståelse blev det ikke kjemikeren og apotekeren i Köping, som blev den lykkelige — men en annen person av samme navn!

S c h e e l e s beskjedne karakter blev ganske uberørt av den virak som man ofret på ham. Det fremgår av hans uttalelser i anledning de omtalte tilbud fra utlandet. Og da han hadde mottatt meddelelsen om innvalget til medlem av akademiet i *Turin*, så skrev han til en venn: »Jeg tror sanneligen at man rundt omkring i verden betrakter mig som en av de største kjemikere, og jeg kunde fristes til å bli viktig i den anledning. Bli det slik ved, så ender det vel med at jeg kommer til å innbille mig å være like så dyktig som B e r g m a n n. Men skal jeg si min rette mening så har *han* mere forstand i sin lillefinger enn *jeg* har i hele mitt hode.«

S c h e e l e var ikke hvad man kaller *akademisk dannet*, og han manglet en mere omfattende lærdom, men fra sin tidlige ungdom var han vant til å tenke selvstendig, uberørt av forutfattede meninger, og å prøve riktigheten av sine slutninger gjennom forsøk. Og han hadde en merkelig evne til

å kunne greie sig med de enkle og primitive apparater som der den gang stod til en eksperimenterende kjemikers rådighet. Hvad der trengtes av glassapparater utover almindelige flasker og andre almindelige bruksgjenstander, som var i almindelig handel, måtte man tilveiebringe selv ved glassblåsning av *glassrør*. Av kautsjukvarer kunde man vel få kjøpt gummiplater, og derav måtte man selv forme sig sine *kautsjukslanger*. *Platinaapparater* kjentes ikke og til op-
hetning hadde man ikke andre varmekilder enn enten en kullild eller en almindelig spritlampe, men ikke gass eller petroleum, enn si elektrisitet. Men hans under det eksperimentale arbeide sterkt utviklede observasjonsevne gjorde, at S c h e e l e opdaget så meget som hadde undgått andres oppmerksomhet. Uaktet han selv ikke eide mange bøker leste han dog meget, men han har uttalt, at når han leste andres beretninger om kjemiske forhold, så pleide han aldri å tro noget av det, førenn han hadde funnet det bekreftet ved sine egne forsøk.

Under sitt opphold i Køping hendte det kun en *eneste* gang at han løsev sig fra stedet for å gjøre en reise til *Stockholm*. Det var i 1777, da han overvar et møte i Vetenskapsakademien, og det var også den eneste gang han var til stede i det akademi, i hvis forhandlinger han lot trykke så godt som alle sine verker undtagen den omtalte bok om »Luft och eld«. Under samme stockholmsbesøk var det at S c h e e l e i *Collegium Medicum* tok apotekereksamen i overvær av en stor forsamling av tilhørere, hvorved han erhvervet sig juridisk rett til sitt apotek. Og samtidig blev det meddelt ham at Collegiet hadde gitt avkall på alle de sedvanlige avgifter i den hensikt herved å kunne bevidne sin hengivenhet for herr S c h e e l e og den store aktelse man hadde for hans dyktighet.

Den følgende dag, da han møtte op til det omtalte møte i *Vetenskapsakademien*, hilste B e r g m a n n som var møtets president ham velkommen med en tale, hvori han uttrykte den glede det var for akademiet å se et så flittig arbeidende medlem i sin midte.

Da B e r g m a n n samme år avgikk som akademiets

president foranlediget han at der blev tilstått S c h e e l e en årlig understøttelse av »ett hundre riksdaler« til opmuntring og understøttelse ved hans kjemiske undersøkelser, og denne understøttelse vedvaret til S c h e e l e s død.

Allerede kort efter sin flytning til Kjøping, i slutningen av 1775, blev S c h e e l e som aldri før hadde vært syk angrepet av giktliedelser, som dog foreløbig ikke i nogen merkbar grad nedsatte hans arbeidsevne. Med årene blev det dog verre, og i begynnelsen av 1786 antok sykdommen en farlig karakter og 21. mai samme år døde han, to dager efter at han hadde iverksatt sin lenge næрте plan om å ekte sin forgjengers enke, som han derved gjorde til lovlig eierinne av hans eiendom. Han blev begravet på K ø p i n g s kirkegård, men merkelig nok er man ikke sikker på beliggenheten for denne Sveriges store manns hvilested. I Kjøpings kirke har dog den svenske apotekerforening reist et med hans portrettmedaljon forsynt vakkert monument over den mann, som har gjort den lille by så berømt også utenfor Sveriges grenser. Og ved den minnefest som holdtes 100 år efter hans død blev der i S t o c k h o l m reist en av billedhuggeren B ø r j e s o n skapt statue i bronse, visende den unge Scheele sittende og iaktta forløpet av et kjemisk forsøk, som han har satt i gang på en nærstående ovn.

Når vi nu efter å ha gjort bekjentskap med S c h e e l e s *liv* som jo var betydelig kortere enn hans samtidige engelske kollega P r i e s t l e y s, og vi skal kaste et blick på hans videnskapelige betydning, finner vi at denne på mange punkter går parallell med P r i e s t l e y s. Surstoffets opdagelse står som det centrale i begge livsgjærning. De hadde begge rede på dettes betydning for forbrenningen såvel som for det dyriske åndedrett, men ikke desto mindre var de begge ivrige tilhengere av flogistonteorien, uten å kunne opfatte forbrenningsprosessen som en forbindelse med surstoff. Begge hadde rede på at den almindelige luft bestod av to hovedbestanddeler, uten at dog nogen av dem kunde identifisere de to bestanddeler riktig.

S c h e e l e fant ganske visst likesom P r i e s t l e y at der utvikledes surstoff både ved ophetning av kvikksølv-

oksyd og ved ophetning av salpeter, men det var ved forsøk med mineralet *brunsten*, at han først førtes til sin opdagelse av surstoffet. Han hadde allerede ved tidligere forsøk med brunsten funnet at dette mineral som forresten er svart, hadde en særlig evne til hvad *Scheele* kalte å *fjerne flogiston* fra andre stoffer, d. v. s. å *oksydere* dem. Enn videre fant han at mens brunstenen ikke i og for sig kunde oppløses i konsentrert svovelsyre så oppløstes den deri ved ophetning, hvorved der dannedes et salt av »*flogistisert brunsten*«, altså av en lavere oksydasjonsgrad. Det *flogiston* som brunstenen hadde optatt, kunde *Scheele* ikke finne annen kilde til enn at han måtte tro det kom fra den tilførte *varme*, og den *ildgass* som samtidig utvikledes betraktet han som varmens annen bestanddel. Såvel *varme* som *lys* betraktet ikke bare *Scheele* men også kjemikerne helt op i det 19. århundre som *stoffer uten vekt*. *Scheele* betraktet dem begge som forbindelser av »*ildluft*« med *flogiston*, men således at lyset var den flogistonrikeste av de to. Forbrenningen bestod da efter hans teori deri, at atmosfærens »*ildluft*« forbinder sig med flogiston i det brennbare stoff, mens samtidig ildluftens annen bestanddel *varmen* blir frigjort.

Senere fant *Scheele* at surstoffet kunde utvikles av brunstenen ved ophetning *alene*, også uten tilsetning av svovelsyre, og forklaringen blev da den samme, at varmen avgav sitt flogiston til brunstenen, som i vårt nuværende sprog vil si at den blev redusert fra den høit oksyderte mangansuperoksyd til en lavere oksyd under frigjørelse av den i varmen inneholdte »*ildluft*«.

Det her omtalte mineral *brunsten* har allerede fra oldtiden av vært kjent, og bl. a. vært benyttet til rensning av glassmassen under dennes smeltning. Kjennskapet til dette stoffs natur var imidlertid nokså ufullstendig, og under *Scheeles* ophold i Uppsala opfordret *Bergmann* ham til å undersøke dette. *Scheele* arbeidet i 3 år med dette spørsmål, som måskje var det viktigste av alle hans arbeider, idet det ikke bare førte til opdagelsen av surstoffet, men *Scheele* viste også at brunstenen måtte kunne omdannes til et fra alle andre metaller forskjellig tidligere ukjent metall.

Han hadde dog ikke selv de hertil nødvendige ovner til sin rådighet. Men da han meddelte sine ideer til sin venn Gahn, lykkedes det denne ved sterk glødning av brunsten med kull å isolere det metall vi nu kaller *mangan*. Scheele viste at den grønne farve som man allerede lenge hadde iaktatt fremkomsten av ved smeltning av brunsten med salpeter, nettop skyldtes manganet, og ved hjelp av denne reaksjon påviste så Bergmann manganets tilstedeværelse i næsten alle jernmalmer. Ved opvarmning av brunsten med saltsyre fikk Scheele utviklet den grønnule sterkt giftige gassart som vi nu kaller *klor*. Han fant at han ikke kunde opsamle den i en okseblære, således som han pleiet å opsamle sine andre gassarter, ti klorete ødela den organiske substans, og når han opsamlet den i glassflasker og anbragte insekter eller andre smådyr deri, da blev de drept. Lakmus og andre plantefarver blev bleket av klorete, et brennende lys blev slukket, og metaller, selv gull, blev angrepet av denne nye gass. Ifølge hele sin opfattelse av fenomenene betraktet Scheele klorete dannelsen så, at brunstenen hadde optatt flogiston av saltsyren, og at klor altså var deflogistisert saltsyre. Om vi bare ombytter navnene flogiston og vannstoff er altså den nevnte opfattelse i overensstemmelse med vår.

En følge av Scheeles store observasjonsevne og den omhu hvormed han foretok sine undersøkelser, var at han under forsøkene med brunsten fant at denne som forurening inneholdt en ikke tidligere kjent »jordart«. Gahn fant senere at den samme utgjorde hovedbestanddelen av mineralet *tungspat*, hvorfor den av Bergmann fikk navnet *tungjord*, som senere omskreves til det greske *baryt*. Forbindelsen herav utgjør nu nogen av de viktigste reagenser som brukes på alle kjemiske laboratorier.

Allerede i det 16. århundre hadde en dansk-tysk alkymist i Hamburg fremstilt *fosfor* av *urin*, men i 1770 var Scheele den første som fremstillet det av *ben*, og i 1785 påviste han at tilstedeværelse av *fosfor i jern* var årsak til dettes *koldskjorhet*. Av de mange opdagelser som vi skylder Scheele vil vi ennu kortelig nevne at *alunjorden* som den den gang

kaltes (lerjorden), *ikke* som man *trodde var det samme som kiseltsyre*.

Av mineralet *flussspat* fikk han med svovelsyre utviklet en egen syre *flussyre*, som hadde den evne at den kunde etse og oppløse glass. Av den »*hvite arsenikk*« fremstillet han den nye syre *arsensyre*, og det gassformige, giftige *arsenvannstoff*, som han synes å ha omgått på en noget uvorren måte, så det nærmest må betraktes som et hell at han slapp godt fra det. Og av samme gassart fikk han ved ufullstendig forbrenning det s. k. *arsenspeil*, som man nu bruker som reaksjon på arsen ved alle arsenanalyser.

Han fant at den »*stinkende svovelgass*« d. e. svovelvannstoff som sverter sølv og som er brennbar, kan fremstilles på den metode, som den dag i dag i regelen benyttes på våre laboratorier, nemlig ved å behandle svoveljern med en syre. Han viste dog at den også kan opstå ved å ophete svovel i vannstoff.

At mineralet *grafitt består av kullstoff* blev første gang vist av *Scheele*, idet han fant, at det ved ophetning med oksydasjonsmidler som arsensyre eller salpeter utviklet en gass som var ren »*luftsyre*«, d. e. kullsyre. På grunn av sin særlige opfatning av oksydasjonsfenomenene kunde han dog bare tyde sitt funn som at grafitten er en slags mineralsk svovel eller kull, hvis bestanddeler er luftsyre forenet med en mengde flogiston. — Når man oppløser *støpejern eller rujern i syre* efterlates der alltid en del svarte fnugg. *Scheele* påviste at disse fnugg bestod av *grafitt*, idet også de ved smeltning med salpeter omdannes til kullsyre.

Allerede førenn han hadde fullført sin undersøkelse over grafitt, hadde *Scheele* optatt undersøkelse av et annet forholdsvis sjeldent mineral, der likesom grafitt ligner bly. Det er også bløtt som grafitt, men er meget tyngre enn denne. På grunn av sin likhet med bly, betegnedes det ofte med det greske ord for bly: *molybdæn*. *Scheele* fant at det bestod dels av svovel og dessuten formodet han deri et metallisk stoff, hvorav han dog bare fikk fremstilt oksyden, men som *Scheeles* landsmann *Hjelm* i 1782 fikk frem herav ved glødning med kull ved høi temperatur. Navnet

molybdæn brukes nu om dette metalliske grunnstoff, mens det naturlige mineral som vi har her i vårt land i så store mengder i *Knaben* i *Fjotland*, kalles *molybdænglans*. — Et annet med molybdæn beslektet metall er det s. k. *Volfram* som forekommer i et hvitt mineral i visse svenske jerngruber og som lenge hadde tiltrukket sig mineralogenes oppmerksomhet på grunn av sin store tyngde. Scheele påviste at dette mineral var et kalksalt av en ny syre som stod *molybdænsyren* nær. Senere lykkedes det av denne syre å utredusere med kull et metall, som først kaltes *tungstenmetall*, undertiden for *Scheelium*, men nu i almindelighet benevnes *Volfram*, og som er det metall som utgjør materialet i glødetrådene i våre moderne osramlamper.

Den vakre grønne men meget giftige malerfarve som kalles *Scheeles-grønt* bærer med rette hans navn, idet han fremstilte den som et kobbersalt av den før nevnte arsen-syrling. Likeledes var det Scheele som kastet lys over det s. k. *Berlinerblått*, som man vel hadde kjent lenge, men som han viste var en cyanforbindelse. Nettop av den grunn har cyanvannstoffet fått navnet »blåsyre«.

Blandt de mangfoldige organiske plantestoffer skylder vi ham opdagelsen ikke bare av de førnevnte to plantesyreer, men også av *sitronsyren* som han fremstillet av sitroner, men hvis tilstedeværelse han også viste i stikkelsbær og andre bær. Og dessuten påviste han at stikkelsbær også inneholdt den i bærsaftene ganske almindelig utbredte *eple-syre*. En annen almindelig utbredt plantesyre som han fant er *galleple-syre*, hvorav han ved ophetning fikk den som fotografisk fremkaller almindelig benyttede *pyrogallussyre*. Ved undersøkelse av sur melk fikk han isolert den meget viktige *melkesyre*.

Ved å ophete olje med blyglete opstår som bekjent *plåster*, hvilket Scheele med rette anså som en slags såpe, og av den væske som blir tilbake fremstillet Scheele *glyserinet*, denne søttsmakende væske som lenge kaltes for Scheeles oljesukker, og som nu spiller så stor rolle i den moderne sprengstoffindustri.

Vi kunde ennu fortsette lenge med opramsing av de

av Scheele gjorde kjemiske opdagelser. Det omtalte vil dog være tilstrekkelig til å vise hvor meget vi i virkeligheten skylder denne store mann, som i fullt mål fortjener navn av en av kjemiens største eksperimentatorer som har lagt grunnlaget for det nittende århundres fortsatte veldige utvikling.

Lavoisier var den mann som tok livet av flogiston-teorien, og la grunnvollen til den betraktning av de kjemiske fenomener, som har behersket naturvidenskapen hele det forrige århundre, og ennå er gjeldende.

Antoine Laurent Lavoisier var født i Paris 1743. Han tilhørte en rik kjøbmansslekt og der blev intet spart for å gi ham den best mulige opdragelse og de best mulige lærere. Hans utdannelse gikk navnlig i matematisk og naturvidenskapelig retning. I den unge alder av bare 21 år vakte han opmerksomhet ved å vinne en av den franske regjering utsatt premie for besvarelsen av en prisoppgave om den *beste gatebelysning*. Allerede ved dette arbeide viste han sin store utholdenhet og tålmodighet, idet han for å gjøre sitt øie følsomt til å måle de forskjellige lyskilder, opholdt sig flere uker igjennem i et absolutt mørkt rum. Allerede i 1768 blev han innvalgt i det *franske akademi*, hvor han snart blev et meget virksomt medlem, især efter at han i 1771 hadde overtatt en stilling som s. k. »*generaljorpakter*«, der gav ham midler til utelukkende å kunne ofre sig for videnskapen. I hans gjestfri hus samledes en gang om uken franske og utenlandske videnskapsmenn, og ved disse møter foregikk der en livlig drøftelse av alle videnskapelige spørsmål som var oppe i tiden.

Lavoisiers første store kjemiske arbeide som var det der skaffet ham inn i akademiet, var det som handlet om »*vannets omdannelse til jord*«. Man hadde nemlig lenge iaktatt, at når vann i lengere tid holdtes kokende i en glasskolbe, så optrådte der i vannet en del svevende hvite jordaktige partikler. Også Scheele hadde utført et slikt forsøk ved å la vann koke i 12 dager i en liten kolbe. Han så da at van-

net blev melket ved opslemning av et pulver som han erkjente som bestående av *kalk* og *kiselsyre*, og da samtidig glassets sider hadde mistet sin glans og var blitt matt, lå det nær å anta, at det var vannet som hadde oppløst noget av glassets bestanddeler. Lavoisier gikk ved sin undersøkelse av dette problem frem på en helt annen måte. I en nøiaktig veiet glasskolbe holdt han ca. 2 liter vann i kok i 100 dager, mens kolben som hadde en særlig lang hals hele tiden holdtes lukket med en innslepen tettsluttende glasspropp. Etter endt kokning var den samlede vekt av kolben og vannet uforandret, mens kolben etter vannets uttømmning og kolbens tørring viste sig å ha mistet 1.03 gram i vekt. På det nærmeste akkurat samme vekt hadde imidlertid den jordaktige masse som befantes i vannet, og som blev efterlatt ved vannets fullstendige avdampning. Det måtte herved ansees for bevist at den jordaktige masse, som var dannet ved vannets kokning, hadde vannet oppløst av glasset.

Av muligens ennu større betydning enn det ved forsøket vunne resultat, som man jo kunde vente efter Scheeles tidligere forsøk, var den av Lavoisier anvendte *kvantitative metode*. Det var nettop ved undersøkelsen av *vektforholdene* at flogistonteorien fikk sitt dødsstøt, og det var de kvantitative forhold ved de kjemiske prosesser som gav hele det følgende århundres kjemi sitt preg.

Allerede i 1772 begynte Lavoisier den rekke arbeider, hvorved han omskapte alle de eldre kjemiske teorier. I november 1772 innleverer han til det franske akademi en foreløbig og kort meddelelse om *forbrenningen av svovel* og av *fosfor*, hvorved de to nevnte stoffer tiltar i vekt. Og han sier at dette må komme derav at der under forbrenningen »fikseres« en stor mengde luft, som forbinder sig med dampen av de brennende stoffer. Og på samme måte gikk det også når metallene forandredes ved »forkalkning« eller rostning. Dette stemte også med, at når han i et særlig dertil innrettet apparat ophetet *blyoksyd* d. e. *blyglete* med *kull*, så blev der dannet *metallisk bly* under samtidig utvikling av en stor mengde gass.

Næste år fremlegger han nye undersøkelser, hvorved

han gjør nærmere rede for denne gass. Da hans forsøk hadde vist, at omhandlede gass hverken opstår ved ophetning av kull alene eller ved ophetning av blykalk alene, så slutter han at den må være opstått ved en *forening mellem blykalken og kullet*. Han kommer da inn på betraktninger over kullets rolle ved metallreduksjonen i almindelighet, men han vover ennå ikke å avgjøre om det er kullet, som tilfører metallet det *flogiston* som det har mistet ved »forkalkningen«, eller om kullet inngikk som en bestanddel i den utviklede gass.

Imidlertid fikk Lavoisier under Priestleys besøk i Paris høre om surstoffet og dets fremstilling av kvikksølvoksyd. Lavoisier forstod straks at her lå løsningen til problemet og han grep straks Priestleys funn med de »rette hender« som denne hadde ventet på. Han gjentok Priestleys forsøk med kvikksølvoksyd og fikk utviklet surstoff, hvis *mengde han bestemte* og fant, at det nettop svarte til forskjellen mellem det anvendte oksyd og det reduserte metalliske kvikksølv. Og dessuten fant han, at kull ved ophetning i surstoff omdannedes til »*ildfast luft*«. Og her ved blev det også klart for Lavoisier, at det »prinsipp« som ved »forkalkningen«, d. e. forbrenningen eller oksydasjonen, optas av metallene og øker deres vekt, i virkeligheten bare er *surstoffet*. Og samtidig blev det også klart for ham, at den »*ildfaste luft*« som opstår ved reduksjonen av metalloksydene med kull, må være en forbindelse av kull med surstoff. Ved påsketid i 1775 fremlegger Lavoisier disse sine undersøkelser i det franske akademi, og omtaler herunder også surstoffets utvikling av kvikksølvoksyd, uten dog å nevne Priestleys navn. Denne omstendighet kaster unektelig en skygge over Lavoisiers fortjeneste. Og selv om det nok kan innrømmes at Lavoisiers bestemmelse av det kvantitative forhold også ved denne prosess, som jo Priestley aldeles ikke hadde hatt nogen forståelse av, var av vesentlig betydning for hele Lavoisiers nye teori, så viser hans fullstendige fortielse av Priestleys navn dog den vanskelighet som store menn ofte har ved å anerkjenne andres fortjenester. Det var først mange år etter

(1782) at Lavoisier uttalte at »Priestley hadde opdaget surstoffet samtidig med ham selv, han trodde enn også *jør ham.*«

Nu fulgte der imidlertid slag i slag en stor rekke viktige arbeider fra Lavoisiers hånd som alle belyste surstoffets rolle ved forbrenningen. Vi nevner av disse hans forsøk med å *forbrenne diamant* og påvisningen av at kullsyren optrådte som forbrenningsprodukt (1775). I 1776 påviste han at surstoffet inngår som bestanddel av salpetersyren, hvor det er forbundet med den av Priestley funne »salpetergass« eller kvelstoffsperoksyd. Enn videre utførte Lavoisier i 1777 den første analyse av den atmosfæriske luft, idet han foretok en forbrenning av fosfor i en under en inndelt glassklokke avsperrert luftmasse. Han fant da at den herved fjernede mengde surstoff utgjorde ca. $\frac{1}{4}$ av hele luften, mens de øvrige $\frac{3}{4}$ utgjordes av den luft som han p. gr. av dens kvelende egenskaper kalte den »mefitiske luft«, d. v. s. kvelstoff. Vi vet nu at den utførte analyse ikke var korrekt, idet surstoffet utgjør $\frac{1}{5}$ og kvelstoffet $\frac{4}{5}$, men vi må snarest undre oss over at Lavoisier med datidens apparater kunde komme sannheten så nær. Resultatene av sine undersøkelser over forbrenningsfenomenene sammenfattet han i et resumé, som han i slutningen av 1777 fremla i følgende satser:

1) Ved forbrenningen utvikles *lys og varme*, som er et par meget fine og elastiske fluider, som omgir hele jordkloden og trenger inn over alt. Den »rene luft«, d. e. surstoffet, er en slik intim kombinasjon mellem lys og varme, og en annen substans. Ved forbrenningen optar det brennende stoff denne grunnsubstans, mens varme og lys blir fritt.

En forbrenning kan kun skje under medvirkning av denne »rene luft«, d. e. surstoff. Det brennbare stoff optar denne luft og tiltar derved så meget i vekt som den forbrukte luftmengde veier.

Ved forbrenningen omdannes de brennbare stoffer: kull, svovel og fosfor til syrer. På lignende måte som ved forbrenningen går det også ved *metallenes »forkalkning*« eller rostning, dog med den forskjell, at der ikke dannes syrer, men »metallkalk«.

Idet Lavoisier således gjør et sterkt angrep på den gamle *flogistonteori*, uttaler han at han ganske visst ikke ennå er i stand til å erstatte denne teori med en annen som er strengt bevist, men dog med en hypotese, som synes mere sannsynlig, og han tviler ikke på at han ved fortsatte undersøkelser skal skaffe fullt bevis for sin opfattelses riktighet.

Han innfører nu for det av ham nyfunne prinsipp for forbrenningen navnet »*oksygen*«, d. e. ordrett oversatt »syredannende stoff«, idet han betraktet denne bestanddel, som den særlig syredannende bestanddel i de viktige syrer, kullsyre, svovelsyre, fosforsyre og salpetersyre. Vi har nu i den nyere tid ganske visst fått en noget annen opfattelse av syrene, idet det viser sig at de nevnte oksyder av de brennbare stoffer ikke selv er syrer, men først må forbinde sig med vann for at de virkelige syrer skal dannes. Vi har ikke bare meget viktige syrer som *ikke* inneholder surstoff, men også mange surstoff-forbindelser som *ikke er syrer*. Imidlertid har den av Lavoisier innførte klassiske betegnelse oksygen eller surstoff gått over i så godt som alle sprog, også i *norsk*, hvor det er brukt i alle de klassiske arbeider hvormed våre egne store klassiske forskere G u l d b e r g og W å g e har innskrevet Norges navn i kjemiens historie. Det er farlig å ville forandre på slike gamle navn som har *historiens rett*. Ethvert levende sprog kan opvise mangfoldige eksempler på ord som efter hånden har fått en helt annen betydning, og ikke minst »navn«. Hvor mange mennesker går ikke omkring med navn som Sofus (vis), Augustus (ærverdig), etc. uten å besidde de egenskaper som disse navn betegner. Det eneste sprog som ikke har optatt ordet surstoff for dette stoff, er *dansk*, hvor ganske visst den utmerkede forsker Ø r s t e d for over 100 år siden innførte betegnelsen »ilt«, som unektelig er et *meget bedre ord*, idet det knytter sig til den hovedegenskap hos surstoffet at det er »ildens næring«, og dette navn er *uavhengig av vekslende teorier*. Det har nu over 100 års hevd i dansk sprog, men det har den store feil at det isolerer dansk kjemi fra alle andre sprog, og gjør dansk kjemisk litteratur vanskelig forståelig selv i de andre nordiske land. Den norske betegnelse

»surstoff« er i overensstemmelse med internasjonalt videnskapelig sprogbruk, der kunde muligvis være grunn til å gjøre det ennu mere internasjonalt ved å si »oksygen«. Men forresten er der ikke fra sakkyndig kjemisk side ytret nogen trang til navneforandring, de forslag som er fremkommet i den retning stammer fra folk som ikke er kompetente til å uttale sig om kjemiske spørsmål.

Efterat Lavoisier av sine forsøk over forbrenningen av *svovel*, *fosfor* og *kull* hadde funnet, at der herved opstod *syrer* eller rettere stoffer, som efter vår nuværende opfatning ved optagelse av vann *blir* til syrer, anså han det for rimelig at der også vilde opstå en syre ved forbrenning av *vannstoff*, og allerede i 1776 begynte han tildels sammen med flere av sine medarbeidere en lang rekke av forsøk for å finne denne syre, uten at det dog lykkedes ham å løse problemet. Det var først i juni 1783 da den engelske Sir Charles Blagden under et besøk i Paris fortalte Lavoisier om de resultater som Cavendish og James Watt var kommet til i England. Lavoisier utførte nu sammen med sin venn astronomen Laplace den 24. juni et nytt forsøk, og meddelte neste dag, den 25. juni i Akademiet som resultat herav at de hadde funnet at *vannet ikke var noget enkelt stoff*, men at det var sammensatt av den brennbare gass og surstoff og dannedes ved forbindelsen av disse to under den førstnevntes forbrenning. Man har også her villet *bebreide* Lavoisier at han har villet tilvende sig æren for den opdagelse som var gjort av de engelske forskere. Dette er dog uberettiget, ti dels uttalte Lavoisier i det nevnte møte hvor Blagden var tilstede, at denne hadde fortalt ham, »at mr. Cavendish i London allerede hadde forsøkt å brenne vannstoff i lukkede kar, og derved erholdt rett betydelige mengder av vann.« Dels hadde Cavendish ikke full forståelse av sin opdagelse, idet han nærmest tenkte sig vannstoffet som et på flogiston meget rikt vann, og altså ikke hadde nogen riktig erkjennelse av vannets virkelige sammensetning. Det var forbeholdt Lavoisier å se den rette sammenheng mellem fenomenene, hvorved han kunde gjennomføre sin teori og gi den almindelig anvendelighet.

Mens P r i e s t l e y forklarte metallenes reduksjon av metallkalke ved vannstoff, således at det var »*kalken som forenet sig med flogiston*«, gav nu L a v o i s i e r den riktigere forklaring, at *vannstoffet fjernet surstoffet* av metallens oksyd og dannet vann, mens metallet blev fritt.

Og mens flogistonteoretikerne hadde trodd, at *vannstoffutviklingen* av metall med syrer forklartes ved at metallens flogiston blev utdrevet av syren som forenet sig med kalken, forklarte nu L a v o i s i e r saken således, at metallet oksyderes av det tilstedeværende vanns surstoff, hvorved dettes vannstoff blir frigjort.

I revolusjonsåret 1789 utkom L a v o i s i e r s store *lærebok i kjemi*, hvori der likefrem snues op og ned på alle eldre forestillinger. De fleste av de stoffer som man før hadde betraktet som sammensatte, f. eks. metallene, fremstilles nu som enkelte, mens slike stoffer som svovelsyre, vann og metalloksyder betraktedes som sammensatte stoffer. Og som »*enkelte*« stoffer definerer L a v o i s i e r i overensstemmelse med vår tid: slike stoffer som fremkommer ved dekomposisjon av andre stoffer, som man for øieblikket ikke kan spalte videre, uten hensyn til om dette kan skje senere. Mens han således blandt enkle stoffer opfører f. eks. *kalk, magnesia, lerjord* og *kiseljord*, sier han uttrykkelig at disse stoffer formentlig snart vil utgå av de enkle stoffers rekke, da de antagelig er oksyder av enklere stoffer. Kali og natron tar han ikke engang med under fortegnelsen over de enkle stoffer »da de åpenbart er sammensatte, om man enn for tiden ikke kjenner deres sammensetning.«

L a v o i s i e r s betydning ligger i motsetning til P r i e s t l e y s og S c h e e l e s betydning ikke i at han opdaget nye stoffer, men i hele det nye syn og den nye og mere tidsvarende forklaring han gav på de allerede kjente kjemiske prosesser og de almindelige naturlover. Foruten de *almindelige forbrenningsprosesser* som foregår med merkbar varmeutvikling og under flammedannelse, og slike prosesser som metallens oksydasjoner, forklarte han også det dyriske *åndedrett* som en forbrenning, idet en del av legemssubstan-

sen forbrenner ved hjelp av den innåndede lufts surstoff til vann og kullsyre.

Og med konsekvent hensyntagen til de ved de kjemiske prosesser herskende *vektforhold* fant han at den samlede vekt av de enkelte stoffer som deltar i en kjemisk prosess, er nøyaktig den samme før og etter prosessen. Der skapes altså ved de kjemiske prosesser ikke nye stoffmengder, likesållit som der tilintetgjøres noget. Det er de engang forhåndenværende stoffmengder som skifter plass og foretar nygrupperinger, hvorved de nye kombinasjoner får andre egenskaper, men selve stoffmengden blir uforandret. Det er den viktige lov om *materiens konstans* som opstilt av Lavoisier har vært grunnleggende for hele vår naturbetraktning i over ett århundre.

Det er kun menneskelig at Lavoisier en enkelt gang skjøt over målet i sine bestrebelser for å anvende sin teori til forklaring av fakta. Således fikk hans opfattelse av surstoffet som en nødvendig bestanddel av alle syrer, ham til å tro, at også *saltsyren* måtte være en *surstoff-forbindelse* av et ennu ukjent grunnstoff, som han kalte *murium*. Det var først inn i det 19. århundre at englenderen Sir Humphrey Davy kunde avgjøre at saltsyren var en forbindelse av de to grunnstoffer klor og vannstoff. Herved blev der gitt det første støt til surstoffets detronisering som det nødvendige *»sure stoff«*. Nu anser vi at de stoffer som Lavoisier betraktet som de egentlige *»syrer«*, først *blir syrer* når de forbinder sig med *vann*. Herved kommer alle syrer *til å bli forbindelser av vannstoff*, og det er det på særlig måte bundne *vannstoff* som er det egentlige *»sure stoff«*. De to stoffers navn har således byttet betydning, men vi føler ikke derfor nogen trang til å forandre dem. Vi ser som i så mange andre tilfelle bort fra ordenes oprinnelige betydning, og beholder dem som et minne om den store mann som grunnnet vår nuværende kjemiske terminologi.

Lavoisiers navn stod i høi anseelse også utenfor de rent videnskapelige kretser. Det blev overdratt ham overbestyrelsen av statens *salpeter-* og *kruttfabrikasjon*, og i 1789 blev han medlem av kommisjonen til ordning av *vekt og mål*,

og blev derved en av medgrunnleggerne til det *metriske system* som senere har gått sin seiersgang over så stor en del av den siviliserete verden.

Hans fortjenester kunde dog ikke fri ham fra *Robespierres* blodtørst. Han blev anklaget for revolusjonstribunalet, og efter at han ifølge sine venners inntrengende anmodning en tid holdt sig skjult i Louvre, lot han sig dog arrestere, da han hørte at også hans svigerfar og flere av hans kolleger var blitt fengslet. Da en av hans forsvarere under rettsforhandlingene vovet å fremholde de store fortjenester som Lavoisier hadde av videnskapen, bemerket hans dommere hertil de ord: »*republikken har ingen bruk for videnskap.*« Den 6. august blev Lavoisier dømt med den løgnaktige og latterlige beskyldning for å »ha utsuget det franske folk ved under sin embedsvirksomhet å ha kommet vann i tobakken.« To dager efter kjørtas han avsted i kjerren og hodet av den store menneskehetens velgjører, som vi fremdeles skylder så meget for vår rette opfattelse av forholdene i naturen, det falt under guillotinen den 8. august 1794.

Den store mengde av ny positiv viden og det nye syn på fenomenene som var fremkommet i den av oss nu skildrede siste periode av det 18. århundre, muliggjorde den fart og de kjempeskritt hvormed vår videnskap utviklet sig videre gjennom hele det 19. århundre. I århundrets begynnelse var det nettop i de 3 land, England, Frankrike og Sverige, hvis deltagelse i kjemiens grunnleggelse vi har skildret, at videnskapen fortsatte sin blomstring.

Det var i *England* at *Dalton* i 1804 på basis av utførte eksperimenter, som viste lovmessigheten over de vektforhold hvorefter stoffene forener sig med hverandre, oppstillet sin *atomteori*. Man tenker sig herefter alle stoffer optredende i minste udelelige småporsjoner, og at det er disse som klumper sig sammen, når nye forbindelser opstår. Det er denne teori som har behersket kjemien gjennom hele århundret i den grad at man endog har betegnet den som »*atomenes videnskap*«. Først i siste århundreskifte førte opdagelsen av de *radioaktive* fenomener til at man måtte modi-

fisere sin opfattelse av atomene som ikke nu lenger antas som absolutt udelelige, men som bestående av et kompleks av små elektriske partikler, der er ordnet og beveger sig om hverandre som himmellegemene i et solsystem.

Humphrey Davy i England benyttet i forrige århundres begynnelse den nyopdagede elektriske strøm til i henhold til Scheeles riktige formodning å isolere de to viktige metalliske grunnstoffer kalium og natrium av deres surstoff-forbindelser. I Frankrike studerte Gay-Lussac de lover som gassartene følger ved deres kjemiske omsetninger som førte til at man måtte sondre mellom atomene og de av atomer sammensatte molekyler, som i virkeligheten er de minste stoffdeler som optrer med de egenskaper som stoffene har.

I Sverige utførte Jacob Berzelius (f. 1777, † 1849) i hele århundrets første halvdel et kjempemessig forskningsarbeide, som omspente hele den kjemiske videnskap på en måte som gjorde ham til denne videnskaps største autoritet til hvem man søkte fra hele Europa.

Også i Tyskland hadde man såvel i slutningen av det 18. som i begynnelsen av det 19. århundre vel deltatt i den eksperimentale kjemi og øket vår viden på forskjellig måte ved menn som Klaproth, Rose og Alexander von Humboldt, som arbeidet i Gay-Lussacs laboratorium i Paris. Men de første store betydningsfulle innsatser fra tysk side i kjemiens utvikling blev dog gjort senere i århundret av Justus von Liebig og Friedr. Wöhler. Den sistnevnte hadde allerede i Gay-Lussacs laboratorium av kullsyregass og metallisk natrium fremstilt den av Scheele tidligere i forskjellige planter funne plantesyre oksalsyre. Langt mere opsigtsvakt imidlertid Wöhlers opdagelse i 1828, da han fremstillet det tidligere bare fra den animalske urin kjente urinstoff ved ophetning av det av rent uorganiske bestanddeler fremstillede cyansure ammoniakk, uten nogen annen mellomkomst av dyrisk organisme enn den kjemiker som foretok opvarmningen av stoffet i en porselensskål. Den uhyre store betydning av denne opdagelse ligger dels i at den gav oss et nytt syn på naturen idet den viste oss unødvendigheten av å anta en sær-

lig *livskraft* som frembragte »livsprosessene«, dels i den revolusjon den frembragte i flere industrigrener, idet stoffer man tidligere kun kjente som produkter av især planters livsvirksomhet nu blev fremstilt ved *rent kjemiske syntetiske industriprosesser*. Vi nevner således først og fremst den store kunstige *farvestoffindustri* som riktignok først i 60—70-årene opstod i Tyskland og utviklet sig hovedsakelig der, selv om den nu efter krigen også har skutt fart i andre land. Dyrkningen av *indigo-* og *krapp-plante* er for tiden så godt som forsvunnet, idet disse planters farvestoffer like- som alle andre farver i alle regnbuens farver og nyanser nu med største fullkommenhet fremstilles syntetisk i kjemiske fabrikker.

Jeg kan ikke slutte denne oversikt uten å svare på det spørsmål som ligger nær: Har vi slett ikke her i *vårt land* gitt noget som helst bidrag til utviklingen av den kjemiske vitenskap? Heldigvis kan vi svare både beroligende og be- kreftende herpå. Det var i 1867 at prof. C a t o G u l d b e r g og P e t e r W å g e ved Kristiania Universitet i et universitets- program offentliggjorde den av dem funne kjemiske masse- virkningslov. Etter den er resultatet av den kjemiske prosess som finner sted når stoffer trer i vekselvirkning med hver- andre ikke bare avhengig av disse stoffers egen natur (deres *affinitet*) men også av deres *kjemiske masse*, d. v. s. den konsentrasjon hvormed de optrer. Uaktet avhandlingen var trykt på fransk, blev den nærmest oversett, og det var først da tyskeren O s t w a l d lot den optrykke på tysk i den av ham utgivne samling av kjemiske klassikere, at dette arbei- des store betydning blev innsett. Det danner i virkeligheten et av de grunnleggende arbeider for hele den nye gren av kjemien som kalles for den *Fysiske kjemi*, og den er såvel av teoretisk som praktisk betydning ved å kaste et forkla- rende lys over forhold og fenomener som man tidligere ikke hadde nogen forståelse av.

Småstykker.

Hvorledes havdybden kan bestemmes lettivint. I det nyinnredede havforskningsfartøi »General Greene« tilhørende United States Coast Guard for bruk til undersøkelser i forbindelse med International Ice Patrol er blitt montert den nyeste type av »ekko-lodd.« Prinsippet for dette instrument er som bekjent at lyd som utsendes fra fartøiet vil forplante sig til havbunnen, reflekteres herfra og vende tilbake til skibet igjen. Måler man tidsintervallet mellom utsendt og reflektert lyd og kjenner man dennes hastighet i havvann blir man i stand til å bestemme dybden.

Ved gruntvannslodninger (dybder mindre enn 125 favner) frembringes lyden av en cylindrisk hammer som slår kraftig mot en plate. Lyden forplanter sig fra denne gjennom en liten vanntank til skibets hud og derfra nedgjennom vannet. Hammeren heves ved hjelp av sterke elektromagneter der får sin strøm fra lysledningen ombord. Når strømmen brytes trekker en fjær hammeren tilbake igjen. Alt foregår automatisk og der frembringes 24 slag i minuttet. Den reflekterte lyd opfanges av to hydrofoner som er montert i en liten tank utenpå skroget like nede ved kjølen. Impulsene føres til broen hvor de forsterkes ved vacuumtuber.

Tiden da lyden utsendes og reflekteres angis ved blaff i en neonlampe som er festet i enden av en arm eller viser der roterer med konstant hastighet på en skive. Denne er inndelt i favner fra 0 til 125. Når lyden sendes ut er viseren ved 0, når lyden kommer tilbake er viseren ved det sted på skiven som direkte angir dybden.

Arbeider man på dybder større enn 125 favner er virkemåten litt anderledes. Lyden frembringes da ved at et diafragma settes i vibrasjon ved hjelp av vekselstrøm i en elektromagnet. Ascillatoren er anbragt i en kasse som er klinket fast til utsiden av skroget og slik at diafragma er i direkte forbindelse med vannet under. Der frembringes en klar og meget sterk og gjennemtregende tone med svingetallet 1050 og av $\frac{1}{10}$ sekunds varighet. Der trenges en vekselstrøm med frekvens av 525. For å få dette må der installeres en spesiell motorgenerator med tilhørende kontrollapparater. Den reflekterte tone optas av en spesielt konstruert hydrofon som er i stand til å opta selv svake ekko fra over 2000 favner. Ekkoet føres elektrisk til broen og optas i en hodetelefon. Viseren på skiven roterer på lignende måte som ved gruntvannslodningene, og den peker nøiaktig på 0 når lyden

utsendes. I det øieblikk ekkoet opfattes i telefonen avleser man dybden på en indre skala på skiven. Efter en del øvelse har man ikke nogen vanskelighet med disse avlesninger. Jeg har utført en hel del samtidige kontrolloddninger med wire, og disse har vist at apparatet fungerer meget godt. Helt betagende er det ved stadige loddninger under fart å følge fra broen hvorledes dybden kan veksle i løpet av korte tidsrum. Vi har også hatt god nytte av apparatet ved stedsbestemmelser i fåke.

Til de på skiven avleste dybder må adderes skibets draft. Ennvidere må erindres at lydens forplantningshastighet i sjøvann avhenger. både av temperatur, saltgehalt og trykk. I overflaten er således ved en saltgehalt av 31 ‰ lydastigheten 1445 m/sek. ved 0° C og 1508 m/sek. ved 20° C. I 700 favner (1280 meter) er hastigheten ved samme saltgehalt 1465 m/sek. og 1527 m/sek., ved 36 ‰ derimot 1470 m/sek. og 1536 m/sek. ved temperaturen 0 og 20° C henholdsvis.

Apparatet er bygget av Submarin Signal Co., Boston og koster montert ca. 7000 dollars.

Olav Mosby.

Trekk av ringselens forekomst i nutid og fortid.

Ringselen (*Phoca hispida* eller *foetida* Fabr.) er en forholdsvis liten og spinkel selart med en legemslengde av 100—150 cm. Undtagelsesvis kan de nå op til 160, men kan på den annen side forekomme i dvergformer helt ned til 60 cm., den såkalte »Trollsel». Hårlaget er forholdsvis stivt og farven er varierende. Oven til er den forholdsvis mørk, gråbrun til brunsort med smale, avlange, lyse ringer og buktede linjer, mens undersiden er hvitgul med færre pletter eller endog uten sådanne. Man kan også treffe enkelte nesten helt svarte individer.

Ringselen er en karakteristisk arktisk art, av cirkumpolar utbredelse, knyttet til isen. Men den forekommer også i relictstammer eller raser på en rekke andre lokaliteter sammen med andre relictstids- eller glacialformer tilhørende forskjellige dyreklasser.

Den egentlige *ishavsstamme* finner man særlig utpreget ved Grønmland, dessuten ved Franz Josephs land, Novaja Semlja, Spitsbergen (Svalbard) og Island, likeledes langs de nordrussiske kyster. Langs den sibiriske kyst brer den sig helt til Behringshavet og Alaska; og i det Ochotske hav finnes en egen underart (*v. gichigensis*).

Man pleier blandt relictselene å adskille: Østersjø-stammen, Ladoga-stammen (*v. ladogensis*), Caspi-stammen (*v. caspica*), Baikal-stammen (*v. sibirica*).

Østersjøstammen forekommer meget tallrik i den Bottniske bukt, men blir sparsommere mot syd rundt Skånes kyst. Herluf Winge sier om dens forekomst i Danmark: »Den viser sig af og til hos os i Østersøen og i Belterne, men kun som sjeldenhed. Fra istidens afleiringer foreligger et par fund, ligeledes fra stenalderens kjøkkenmøddinger». Den finnes ikke i Skagerak og ved den norske sydkyst og er således i nutiden helt adskilt fra stammene i Ishavet.

Ladoga-selene forekommer som en ferskvannsstamme i enkelte av de finske og russiske innsjøer i Europa, således f. eks. i Saimen og flere med denne sammenhengende sjøer, fremdeles som navnet sier i Ladoga, samt i Neva og Onega.

Caspi-selene er relicte innlandsformer fra de store asiatiske saltsjøer, Aral-sjøen og det Caspiske hav. Innen det sistnevnte område regner man årligars med en fangst av omkring 150 000 stykker.

Baikal-selene hører sannsynligvis til samme rase som foregående og er ennu lite kjente ringseler fra de store asiatiske ferskvannssjøer, Baikal-sjøen og Oran-sjøen.

Collett sier at ringselen ikke var sikkert kjent i Norge før 1882, men det år forekom den tallrik ved Østfinnmarkens kyster. Hos de eldre forfattere, sier Collett, finnes ingen fullt sikre opplysninger om denne art. Sannsynligvis er det dog denne, som under navn av »øsekar-kobbe» eller »gatte» er omtalt av Rosted allerede i 1788 som en vinterbesøker ved Tranø i Senjen. Og i firtiårene av forrige århundre angis enkelte individer å være fanget ved Borgevær i Lofoten, og i Tromsø museum opbevartes et individ som var skutt i Tranø 1874.

I Finnmarken treffer man den særlig under de store vårfiskerier (loddefisket) og i visse år ikke sjelden. Den viser sig tallrikest i februar og mars, som regel noe tidligere enn den normale russekobbes vårtrekk.

I årene 1902—03 fant der sted en masseinnvandring av ringsel til landets nordlige kyster, efterat temperatur- og isforholdene vinteren 1901—02 og sommeren 1902 i flere henseender hadde vært ugunstige, og den faste isgrense hadde strakt sig lenger syd enn i manns minne.

En masse ringseler, sier Collett videre, var under disse år faktisk avsperrret fra sine naturlige tilholdssteder lengere mot nord og øst og søkte i store svermer inn under Norges nordkyst like fra Varangerfjorden av og langt ned i Nordland, og enkelte individer, der blev drept helt nede ved Bergenskysten, tilhørte muligens

den samme innvandring. Den er også en sjelden gang fanget ved Trondhjemsfjordens munning og ved Frøøene.

I sin bok om »Norges pattedyr» (1912) angir Collett *ring-selen* »fra forhistorisk tid» (efter Tanner 1907) som skelettdeler kun funnet i marine banker 12—16 m. o. h. ved Vardø festning, uten angivelse av tidsstratigrafiske bestemmelser.

Men i det foregående er anført geologiske fund fra Danmark. Ennvidere er *ring-selens* rester funnet i »littorinaler» ved Norrköping og i »ancylusler» ved Skattmansø samt i det sydøstlige Skotland i flere glacialavleiringer, for kun å nevne noen få eksempler.

Det var derfor av ganske stor interesse at det sommeren 1909 lyktes mig å få fatt i to sammenhengende underkjevne og første ledd av første få av ringselen i leret ved *Nidaros teglverk*. Det var her forsåvidt av ennu større betydning som det allerede sommeren 1900 ved rike fund av bløtdyrrester og planterester hadde lyktes mig å utrede de geologisk-stratigrafiske forhold, resultater som er blitt bekreftet ved mine revisjonsundersøkelser sammesteds somrene 1901 og 1909 og likeledes ved senere besøk av kortere varighet.

Det var en ekte høiarktisk fauna representert i en mengde arter og i talløse individer som karakteriserte de derværende lerlag, likesom der også fantes opbevart bladrester av selve polarpilen. Dermed er de fundne rester av *ring-selen* også geologisk tidfestet som tilhørende *slutningen av istiden*.

P. A. Øyen.

Årsberetning for Det Biologiske Selskap i Oslo. 1930.

Selskapet har i det forløpne arbeidsår avholdt tre ordinære møter, med følgende foredrag:

1. Professor dr. H. H. Gran: Betingelsene for havets produksjon.
2. Dr. med. Th. Thjøtta: Om tularemi og dens forekomst i Norge.
3. Læge Haakon Sæthre: Om tårnshallens symptomer, årsaksforhold og arvelighet.
4. Professor dr. K. Bonnevie: En arvelig cerebro-spinal-defekt hos mus, med sekundære fot og hodeanomalier.
5. Dr. phil. Herman L. Løvenskiold: Billeder av Fokstumyrens fugleliv.

Medlemsantallet var ved årets begynnelse 114 og ved årets slutt 114. I årets løp utgikk og innvalgtes 6 medlemmer.

Som nytt styre valgtes med akklamasjon: Prosektor dr. Jan Jansen, formann, dosent Birger Bergersen, viseformann (gjenvalg), magister J. T. Ruud, sekretær.

Temperatur og nedbør i Norge.

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

April 1931.

Stasjo- ner	Temperatur						Nedbør				
	Mid- del	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
	° C.	° C.	° C.		° C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø.....	3.1	+ 1.4	12	26, 29	- 9	7	1	- 46	- 98	0	15
Tr.hjem	3.3	- 0.2	14	25	- 6	8	39	- 6	- 13	13	13
Bergen (Fredriks- berg)	5.2	- 0.1	16	26	- 2	1	91	- 4	- 4	22	5
Okseø	3.6	- 0.8	8	25	- 4	1	40	- 8	- 17	7	27
Dalen....	2.3	- 1.8	9	28	- 8	8	28	- 20	- 42	10	27
Oslo	3.9	- 0.8	13	25	- 4	8	50	+ 11	+ 28	21	13
Lille- hammer	1.8	- 1.0	12	25	- 9	8	49	+ 15	+ 44	11	23
Dovre....	- 0.7	- 0.7	7	28	- 14	1	15	+ 2	+ 15	4	23

Mai 1931.

	° C.	° C.	° C.		° C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø ..	7.2	+ 1.6	17	23	- 3	10	75	+ 6	+ 9	18	19
Tr.hjem	9.5	+ 1.8	22	25	- 0	10	55	+ 16	+ 41	20	19
Bergen.. (Fredriks- berg)	10.7	+ 1.7	23	28	3	1	131	+ 26	+ 25	37	12
Okseø.....	9.2	+ 0.2	17	27	- 4	1, 3	49	- 3	- 6	14	12
Dalen....	8.8	- 0.7	20	27, 28	1	9	116	+ 56	+ 93	21	18
Oslo	10.8	+ 0.3	24	28	3	7	92	+ 47	+ 104	24	30
Lille- hammer	8.8	+ 0.3	23	28	- 1	10	74	+ 24	+ 48	15	30
Dovre....	6.7	+ 1.5	16	27	- 4	9	34	+ 8	+ 31	20	19

NATUREN

begynte med januar 1931 sin 55de årgang (6te rekkes 5te 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 efter evne bidra til å utbre en større kunnskap om og en bedre forståelse av *vårt fedrelands rike og avvekslende natur*.

NATUREN

har til fremme av sin oppgave sikret sig bistand av *tallrike ansette medarbeidere* i de forskjellige deler av landet og bringer dessuten jevnlig oversettelser og bearbejdelser efter 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. 1000.

NATUREN

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

NATUREN

utgis av *Bergens Museum* og utkommer i kommisjon på *John Griegs forlag*; det redigeres av 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 inntrengende 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 ledsagende lydfenomen var. Enhver opplysning er imidlertid av verd, hvor ufullstendig den enn kan være. Fullstendige spørsmålsletter til utfyllning sendes gratis ved henvendelse til Bergens Museums jordskjelvsstasjon, hvortil de utfylte spørsmålsletter også bedes sendt.

Bergens Museums jordskjelvsstasjon i mars 1926.

Carl Fred. Kolderup.

Nedbøriakttagelser i Norge,

årgang XXXV, 1929, er utkommet i kommisjon hos H. Aschehoug & Co., utgitt av Det Norske Meteorologiske Institutt. Pris kr. 6.00.

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 ornithologisk Forenings Tidsskrift,

redigeret af Docent ved Københavns Universitet R. H. Stamm (Hovmarksvej 26, Charlottenlund), udkommer aarligt med 4 illustrerede Hefter. Tidsskriftet koster pr. Aargang 8 Kr. + Porto og faas ved Henvendelse til Fuldmægtig J. Spåth, Niels Hemmingsens Gade 24, København, K.