

Hans Uhre: Ønskekvistens mysterier – olieagt og påvirkninger.
Jens Bråtens Forlag, 1991, 99 sider, 138 kr incl. moms.

'Ønskekvistens mysterier' er en beretning om de resultater, Hans Uhre har opnået med anvendelse af forskellige typer af ønskekviste. Hans Uhre vil med denne beretning beskrive, hvordan det er at arbejde med ønskekviste og de muligheder, de giver, så det ikke går i glemmebogen.

Det kræver både lyst og ikke mindst visse evner, for at kunne anvende ønskekviste. Bogen her giver en vejledning for anvendelse, og det er op til den enkelte at vurdere, om man er i besiddelse af sådanne evner.

Hans Uhre beskriver forskellige typer af ønskekviste, der går lige fra den traditionelle pilekvist til tråd af forskellige metaller, ja sågar ønskebenet fra en kylling kan anvendes. Anvendelses-området for de forskellige typer, samt hvordan de holdes med hænderne, er beskrevet, så en eventuel nybegynder kan komme godt fra start.

Hans Uhre har brugt ønskekviste til påvisning af vand, brunkul, salt, olie og gas. Det mest kontroversielle område er påvisning af gas og olie, idet det ligger på forholdsvis store dybder. Hans Uhre mener, at 5 til 10 kilometers dybde ikke er nogen hindring for ønskevisten, og han beskriver også, at ønskevisten med 'held' er anvendt i flyvemaskiner i 10 kilometers højde.

Hans Uhre beskriver flere forsøg på at overbevise olieselskaber om hans evner med mere eller mindre held. Han har deltaget i flere blindforsøg for at påvise olie eller gas med gode resultater, så hans evner i så henseende kan ikke afvises. Det sidste, der mangles, er, at der bores, hvor Hans Uhre udpeger stedet! Han har dog stillet sin viden til rådighed for omverdenen med angivelse af, hvor der er muligheder i Danmark.

Bogen er som sagt en beretning om Hans Uhre's arbejde med ønskevisten gennem de sidste 60 år. Bogen giver et godt indblik i de konflikter, der opstår mellem den metafysiske verden og forskere, for helt afvise Hans Uhres evner kan man ikke. Bogen kan anbefales for interesserede i ønskekviste og deres anvendelse samt for interesserede i metafysikkens verden.

Frands Schjødt



HEROVER SES EN GENNEMSKÅRET MANGANKNOLD, DER ER FISKET OP FRA DYBHAVETS BUND. KNOLDEN, DER ER VIST I NATURLIG STØRRELSE, HAR EN TYDELIG KONCENTRISK OPBYGNING. VARV FORTÆLLER OM DANNELSEN AF MANGANKNOLDE OG OM MULIGHEDER FOR FREMTIDIG MINEDRIFT PÅ HAVBUNDEN. I DETTE NUMMER BEHANDLES ENDVIDERE DE PROCESSER, DER INDGÅR I JORDBUNDSDANNELSEN I DANMARK. DER ER OGSÅ EN ARTIKEL OM JORDSKÆLVET I TYRKIET SET MED GEOLOGENS ØJNE, OG ENDELIG ER DER EN 'ØJENVIDNESKILDRING' FRA METEORSTENSFALDET VED MERN I 1878.

GEOLOGISK KORT OVER DEN DANSKE UNDERGRUND

VARVs nye geologiske kort er nu sendt til trykkeriet, så det færdige kort skulle være klar til salg allerede i maj måned. Kortet får et format på ca. 70 x 100 cm, og bliver trykt i 15 specialfarver.

Vi har desværre endnu ikke fuldt overblik over produktionsomkostningerne, men kortets pris vil blive meddelt VARVs læsere så snart som muligt.

— VARV —

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10,
1350 København K. Telefon: 33 11 22 32, Telefax: 33 11 46 37.

Telefoniske bestillinger og forespørgsler kan rettes til: Svend Pedersen og Steen Sjørring på ovenstående telefonnummer.

Skriftlige henvendelser og bestillinger ekspederes snarest muligt.

Redaktion: Svend Pedersen (ansvarshavende), Asger Berthelsen, Jens Konnerup-Madsen, Lena Madsen og Steen Sjørring.

Renskrift
og montage: Steen Sjørring

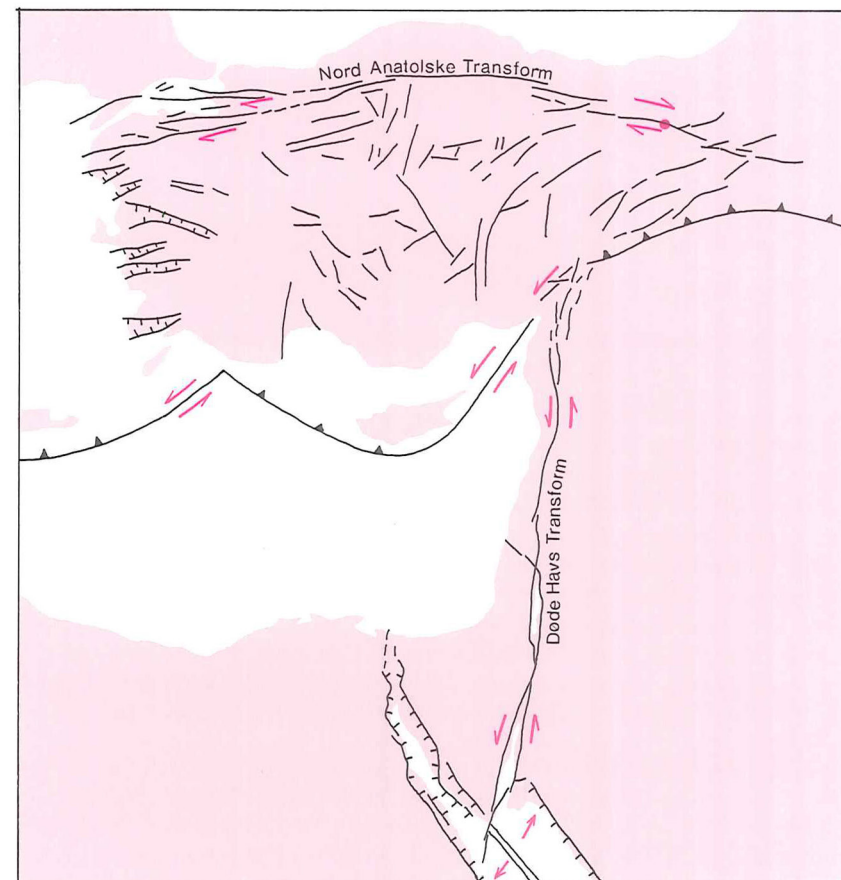
Repro: Tecno Color a/s, Esbjerg

Tryk: Johnsen+Johnsen a/s, København

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 80 kr i abonnement for 1992. Abonnement tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80, eller 80 SEK til VARVs svenske postgirokonto: 4388-5.

Adresseændringer bedes meddelt VARV!

© 1992 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.



Figur 3. Forkastningsmønstret i Tyrkiet. Linier med korte sidestreges angiver lokal strækning, medens linier med trekantner angiver subduktions-zoner. Øvrige linier angiver sideværts forkastning. Placeringen af byen Erzurum er vist med en rød plet.

specielt i den Ægæiske del — findes der også segmenter med strækning, således at der dannes lokale riftbassiner.

Sammenfattende kan man altså konstatere, at den østlige del af Tyrkiet er præget af en plade-mosaik med netop de to slags pladegrænser, der medfører den største jordskælvsaktivitet. Der er således ikke noget overraskende ved jordskælvet i Erzurum — med en beliggenhed midt på den Nord Anatolske Transform vil jordskælv være et meget ubehageligt, men desværre uundgåeligt element for denne bys indbyggere også i fremtiden.

JORDBUNDEN I DANMARK

af Kjeld Rasmussen

Danske geologer beskæftiger sig især med de dybereliggende lag og kun sjældnere med de overfladelag, der udgør den egentlige jordbund, de pedologiske forhold.

Det kan være svært nøjagtigt at afgrænse, hvor dybt denne jordbund når ned. Som naturlige grænser nævnes ofte de dybder, hvortil planterødderne når, eller hvortil virkningen af de jordbundsbyggende processer kan erkendes. Ingen af disse grænser plejer at være skarpe.

I de egne af verden, hvor jordbunden er dannet ved forvitring af faste bjergarter på stedet, vil det kun for unge jorde gælde, at jordbunden omfatter hele forvittringslaget, men de processer, der foregår i den egentlige jordbund, påvirker også i større eller mindre grad de underliggende lag. I Danmark, hvor jordbundsbyggelsen foregår på aflejede, forud mere eller mindre forvitrede, materialer, må lignende forhold gælde, selvom de her kan være vanskeligere at erkende.

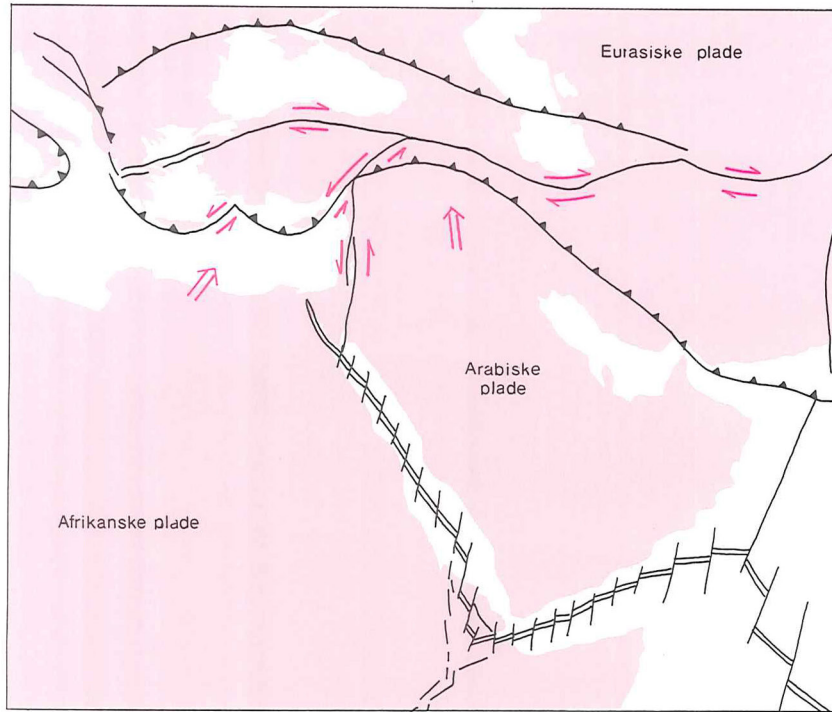
En jordbundsbyggelse foregår gennem en række processer, der groft kan grupperes som:

1. Forvittrings- og opløsningsprocesser, nydannelse og omdannelse af mineraler.
2. Humusdannelse.
3. Flytningsprocesser.

Disse processer forløber kun, hvor der — i hvert fald periodisk — er fugtighed til stede. En egentlig jordbund dannes ikke i ørkener og ej heller, hvor højarktiske forhold forhindrer plantevækst og livsprocesser.

Ved flytningsprocesserne transporteres materialerne i opløst eller opslemmet stand. De afhænger naturligvis af fugtighedsforholdene og af topografien. Temperaturen har stor betydning for forvittringsprocessernes forløb, og hele klimaet har afgørende indflydelse på vegetationen, på de biologiske omsætninger og på stofkredsløb og -balance i jordbunden og indvirker her igennem på den pedologiske udvikling. Jordbundsbyggelsen afhænger således af følgende faktorer:

Udgangsmaterialet, stedets klima, topografi og vegetation samt den medgåede tid. Normalt vil det gælde, at ikke alle disse faktorer er indbyrdes uafhængige.



Figur 2. De overordnede relationer imellem den Afrikanske Plade, den Arabiske Plade og den Eurasiske Plade. Dobbelte pile angiver pladebevægelsen i forhold til den Eurasiske Plade, medens enkeltpile angiver den relative bevægelse langs med transforme forkastninger.

Plade ved en roterende bevægelse. Pladerne hænger stadigvæk sammen i området nord for Suez, og den skæve separation imellem Afrika og Arabien betyder, at områderne syd for 'omdrejningspunktet' generelt er udsat for en strækning, således som det tydeligt kommer til udtryk i både det Røde Hav og den Østafrikanske Rift.

Nord for 'omdrejningspunktet' bliver der omvendt et pladsproblem, idet der jo her foregår en sammenpresning — dette pladsproblem udløses delvis igennem bevægelserne i Dødehavs Transformen. Det samlede resultat er imidlertid, at de to roterende plader siden Miocæn har presset mod randen af den Eurasiske Plade i det tyrkiske område med mere eller mindre **modsat retning** og derved forårsaget opsplitningen af de mange mikro-plader i netop dette område. Den fortsatte sammenpresning resulterer i en evig justering imellem de små plader i plademosaikken, således at de fleste pladegrænser i mosaikken er enten destruktive med subduktionszoner, eller konservative transforme forkastninger. Lokalt —



A—horisont

E—horisont

B—horisont

C—horisont

Figur 1. Podsolprofil fra det nordvestlige Jylland. Foto: Leif Petersen.

I Danmark er klimaet så fugtigt, at der i normale år dannes grundvand. Flytningsprocesserne sker derfor i nedadgående retning. Materialerne transporteres både i opløst form (regulær udvaskning), i opslemmet tilstand (lernedslemning) og gennem processer, som hører hjemme under kolloidkemien.

Flytningsprocesserne fører typisk til, at der øverst dannes et udludningslag, hvorfra materiale er fjernet. Herunder findes lag, hvor en del af de stoffer, som er fjernet fra udludningslaget, er ophobet (se fig. 1).

Udludningslaget kan ofte opdeles i en A- og en E-horisont, hvor A-horisonten omfatter de lag, der er mørkt farvet af humusstoffer, mens E-horisonten ofte er grålig.

B-horisonten, der ofte kan opdeles i flere subhorisonter, omfatter det lag, som er blevet beriget med materiale fra A- og E-horisonterne, mens den underliggende C-horisont ofte betragtes som upåvirket af de processer, der har ført til dan-

hyppige eller særligt kraftige. Umiddelbart kunne man jo forestille sig, at det samme ville gøre sig gældende langs de konservative pladerande, men som det vil være VARVs læsere bekendt fra artiklen om San Andreas forkastningen (1990/4), kan jordskælv i de såkaldte transforme forkastninger være endog særdeles voldsomme. Umiddelbart forståeligt er det naturligvis, at jordskælv i forbindelse med destruktive pladegrænser kan være lige så voldsomme, og her forekommer de nogle steder med focus helt ned til 700 km dybde.



Figur 1. Bygning i en jordskælvsramt by i den østlige del af Tyrkiet. Skaderne stammer fra et forholdsvis lille jordskælv i 1986. Foto: Henrik Stendal.

Men lad os vende tilbage til det aktuelle jordskælv i Tyrkiet og se på de pladebevægelser, der finder sted i netop denne jordskælvs-plagede region.

I store træk afspejler den aktuelle pladekonfiguration i Middelhavsregionen simpelthen den langvarige kollision imellem den Afrikanske Plade og den Eurasiske Plade. Den Afrikanske Plade bevæger sig i nordlig retning og subduceres under den Eurasiske Plade, således at vi har en typisk destruktiv pladegrænse. Denne subduktion er baggrunden for bl. a. dannelsen af det Alpine Foldebælte og den recente vulkanisme i Italien og det Ægæiske Hav (VARV 1991/ 2—3).

Kollisionen imellem Afrika og Eurasia er imidlertid ikke helt så ukompliceret som her antydnet, og specielt i den østlige del af kollisionsszonen forstyrres det forventede mønster ganske betydeligt ved tilstedeværelsen af et antal mellemstore til helt små plader. Specielt vigtig i denne sammenhæng er udskillelsen af den Arabiske Plade, der siden Miocæn har bevæget sig væk fra den Afrikanske

JORDSKÆLV – igen !

af Lena Madsen & Eckart Håkansson

Atter har en jordskælvkatastrofe ryddet avisernes forsider, og endnu engang iler VARV med at bringe den geologiske baggrund for disse ubehagelige, men ganske uafvendelige naturkatastrofer.

Det seneste jordskælv ramte den østlige del af Tyrkiet, hvor store dele af Erzincan blev lagt i ruiner – igen. Jordskælv forekommer ganske ofte i denne region, og de fleste husker sikkert de voldsomme jordskælv, der ramte Armenien for ikke særlig lang tid siden. Men faktisk blev byen Erzincan næsten fuldstændigt ødelagt så sent som i 1939.

Men hvad er så baggrunden for de meget voldsomme og ødelæggende jordskælv, som finder sted i netop denne region?

Som det blandt andet fremgår af en række tidligere artikler i VARV (se f. eks. 1990/4), er langt den overvejende del af vor klodes jordskælv knyttet til randen af de plader, der tilsammen opbygger jordskorpen. Det skyldes, at pladerne bevæger sig indbyrdes i forhold til hinanden, således at der hele tiden opstår spændinger langs pladernes rand. Disse spændinger udløses som jordskælv. Ved hyppige spændingsudløsninger opstår der talrige, men små jordskælv, medens virkeligt kraftige jordskælv ofte afspejler en større træghed i spændingsudløsningen.

Nu afhænger jordskælvenes styrke imidlertid også af, **hvordan** pladerne bevæger sig i forhold til hinanden. I princippet kan den indbyrdes bevægelse imellem to plader foregå på tre måder:

1. Pladerne kan bevæge sig **fra** hinanden. Herved dannes der oftest, i forbindelse med de såkaldte midt-ocean rygge, ny oceanisk skorpe – denne type pladerand betegnes for det meste **konstruktive**.
2. Pladerne kan bevæge sig **imod** hinanden. Herved forsvinder gammel skorpe i forbindelse med subduktions-zoner, og denne type pladerand betegnes derfor **destruktive**.
3. Endelig kan pladerne bevæge sig **langs** hinanden i en transform forkastning. Den hertil knyttede pladerand – der kan betegnes **konservativ** – er neutral med hensyn til dannelse eller destruktion af skorpe.

Langs konstruktive pladerande forekommer jordskælv næsten udelukkende tæt ved overfladen (d.v.s. med højtliggende focus), og de er hverken særligt

nelsen af A-, E- og B-horisonterne, men strengt taget er påstanden om en sådan uberørthed næppe helt korrekt. A-, E- og B-horisonternes karakter og grad af udvikling afhænger af de jordbundsbyggende faktorer, og de har ikke været ens i Danmarks forskellige egne. Lad os først se på tidsfaktoren, klimaet og udgangsmaterialerne:

Tidsfaktoren

I Danmark er jordbundsbyggelsen næsten overalt foregået på aflejret materiale (gletscher- og vandaflejringer), og langt størstedelen af vore blottede jordbundsprofiler er dannet i Holocæn (de sidste 10.000 år), nogle af dem endda på ret unge Littorinaaflejringer (ca. 4–7.000 år gamle) eller helt recente marsk- og flyvesandsaflejringer. Derimod er de gamle jordbundshorisonter blevet ødelagt gennem erosion og landskabsudvikling i Weichsel istiden. Langt de fleste af vore jorde er altså unge, men dog med sådanne indbyrdes forskelle i alder, at det har sat sig spor i deres udvikling.

Klimaet

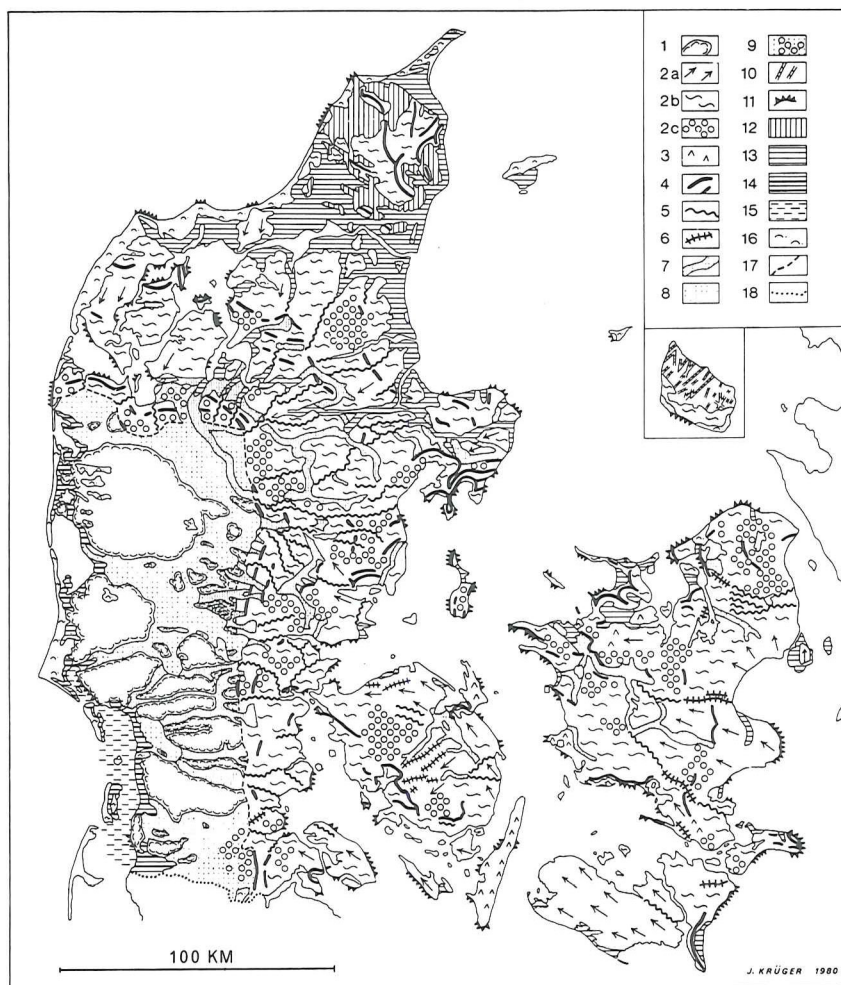
Klimaet er omtrent det samme inden for vort lille land. Den gennemsnitlige jordbundstemperatur, målt i 50 cm dybde, afviger mindre end 1°C mellem Falster og Vendsyssel. Klimaet er overalt humidt, men nedbøren er større i Vest-end i Østdanmark, og da de østdanske jorde gennemgående har større vandholdningsevne end de vstdanske – og herved også taber mest fugtighed ved evapotranspiration ('fordampning') – bliver resultatet, at vandgennemstrømningen er langt større i Vest- end i Østdanmark. I nogle vestjyske egne kan den udgøre 400 mm/år, mens den i Vestsjælland kan være under 100 mm/år. Disse forhold medvirker til de forskelle i jordbundsudvikling, som man finder ved sammenligning af Øst- og Vestdanmark. Men lige så vigtigt er det nok, at de to regioner gennemgående er forskellige med hensyn til udgangsmaterialernes sammensætning og alder. Dette skyldes de kvartærgeologiske forhold.

Udgangsmaterialerne – de kvartærgeologiske forhold

Selv om jeg er klar over, at langt de fleste af mine læsere er fortrolige med Danmarks kvartærgeologi og har kendskab til sammensætningen af overfladelagene i landets forskellige egne, vil jeg gerne støtte min videre fremstilling på fig. 2, der viser de kvartære aflejringer og landskaber i Danmark.

Af kortet ses, at langt den største del af Danmarks overflade er dækket af Weichselmoræner. Disse morænematerialer har dog vidt forskellig sammensætning i landets forskellige egne. På øerne og i den sydlige del af Østjylland er lerindholdet relativt højt (15–25% < 0,002 mm). Indholdet af silt (0,002–0,02 mm) er af lignende størrelse.

De morænejorde, vi finder gennem Jylland, langs hovedstilsandslinien, er mere sandede og indeholder kun 5–10% ler. Det samme gælder for mange moræneområder på Djursland, i Himmerland og i Vendsyssel. Også Saalemorænerne på de vestjyske bakkeøer er flere steder sandede.



Figur 2. Landskabskort over Danmark (efter J. Krüger 1980).

1. Morænelandskaber fra næstsidste istid (bakkeø).
2. Morænelandskaber fra sidste istid.
 - a. Moræneflade med svagt udviklede bakkerygge, der følger isens bevægelsesretning.

- b. Bølget bundmorænelandskab.
- c. Småbakket morænelandskab.
3. Hatformede bakker.
4. Israndsbakker.
5. Tunneldal.
6. Ås.
7. Smeltevandsdal eller -slette.
8. Hedeslette.

ANMELDELSE

Tor Nørretranders: Mærk Verden, Gyldendal, 576 sider, 1991. Pris 385 kr. incl. moms.

I modsætning til hvad titlen lover, så er Tor Nørretranders store værk 'Mærk Verden' et knæfald for en endog meget bastant form for rationalisme, uanset om bogens konklusion er et postulat om det modsatte. Ting som hører, og bør henhøre, under erfarings-, handlings- og følelseslivet, behandles af Nørretranders ud fra naturvidenskabelige grundopfattelser, der fortrinsvis er hentet i termodynamikken og informationsteorien. Hermed er der lagt op til nogle filosofiske fejlkonstruktioner af monstros karakter. De udebliver da heller ikke.

Informationsteorien handler om at sende beskeder gennem en elektrisk leder. Her (mis)bruges den til at analysere bevidstheden. Men bevidsthed er ikke en telefonautomat, og kan – eller bør – ikke behandles som en sådan. Denne teknikalistiske menneskeopfattelse leder da også Nørretranders på glatis. Forsøg, som synes at vise bevidstheden, er 'bagud' i forhold til underbevidstheden (af Nørretranders kaldet jeg og mig), og at den ikke behandler al den information, som vor organisme modtager gennem sanserne, tolkes nærmest som en mangel, en fejlfunktion, i stedet for at se det som endnu en genial(!) detalje i et i øvrigt fabelagtigt system. Det ville være det første bud fra et biologisk evolutionært ståsted, at 'forsinkelsen' var adaptiv, og dermed ikke nogen forsinkelse.

Det er bedrøveligt, at industrialismens kedsommelige opfattelse af mennesket som en slags avanceret maskine, på denne måde får en renaissance gennem den fortærskede metafor, hvor bevidstheden er en slags computer. Den slags puslede vi også med, da jeg gik i gymnasiet, det burde være et overstået stadium.

Nørretranders lever på en tradition, som nok er gammel, men som i sin moderne form slog igennem med den amerikanske fysiker Fritjof Capras bog: Fysikkens Tao (1975). Siden da har udbuddet af såkaldte nye 'verdensbilleder' (mindre kan ikke rigtigt gøre det) været jævnt, foreløbig kulminerende med 'Mærk Verden'. Mange af de bøger er rene rædsler. Det er 'Mærk Verden' ikke. En enorm belæsthed, en stor fond af viden og fremragende fortælleevne – og fortælleglæde – gør i høj grad bogen læseværdig. Desværre, kunne man næsten sige, når man nu er så uenig i bogens menneske- og videnskabssyn.

Som formidler af naturvidenskab er Nørretranders blandt de bedste. Som videnskabsjournalist gør hans næsten blinde kærlighed til naturvidenskaben ham somme tider til et lidt farligt bekendtskab. Filosof er han ikke.

Claus Heinberg.

Det kan synes overraskende, at en 'glødende' sten så hurtigt kunne afkøles, men det er kun overfladen af meteoret, der når at blive opvarmet af gnidningsmodstanden, der opstår i det meget korte tidsrum, hvor det er i berøring med Jordens atmosfære. Meteoret har straks efter nedslaget stadig verdensrummets lave temperatur i sit indre — minus 273°C , så der er egentlig langt større mulighed for at få forfrysninger, end det modsatte, ved berøring af disse fremmedlegemer straks efter nedslaget.

Faren for at blive ramt af et meteor er naturligvis meget ringe, men der foreligger dog flere beretninger herom: Under en stenregn i forbindelse med en ildkuglepassage i 1511 dræbtes en mand ved Crema i Italien, og i 1660 slog et meteor ned i et kloster i Milano, hvor en franciskanermunk blev dræbt. To svenske matroser blev i 1674 ramt af meteorstene på deres skib og døde deraf, og i Ungarn blev en bonde dræbt af et meteor, og hans vogn sønderslået 14. august 1905.

Bibelske beretninger omtaler ild- og stenregn, og det samme gælder i sagnkredsen fra mange folkeslag Jorden over. Sådanne tildragelser blev ofte anset for at være de højere magters straf til menneskeheden.

To dage efter meteorfaldet ved Mørn indtraf — i følge datidens aviser — et landsdækkende tordenvejr, så voldsomt, at man i mands minde ikke havde oplevet noget lignende. Uvejret varede i flere dage, og ved Kolding sluttede det med et ejendommeligt luftsyn. I sydlig retning oplystes himlen af en glans så stærk, at man kunne se at læse derved. Op mod zenith strålede en rød søjle, der bredte sig vifteformet ud til siderne. (Dette kunne minde stærkt om en komet). Mand og mand imellem gisnedes der om en mulig sammenhæng mellem meteorstensfaldet og det påfølgende uvejr.

GEOLOGISK MUSEUM I KØBENHAVN

Geologisk Museum åbnede den 28. marts en særudstilling med emnet:

GEOLOGI I TIDLIGERE DANSK-VESTINDIEN

Museets åbningstider: tirsdag—søndag kl. 13—16. Mandag er Museet lukket.

Det skal tilføjes, at de lerede moræner i Østdanmark ofte af isen er blevet stærkt opblandet med kalk fra den prækvartære undergrund. I nogle områder kan noget af dette CaCO_3 endnu være til stede i mindre end 1 m dybde. Omvendt gælder, at udgangsmaterialet for jordbundsdannelsen har været stærkere udvasket og forvitret på bakkeøerne end på Weichsel-landskaberne.

Smeltevandsaflejringerne på de jyske hedesletter består overvejende af groft sand. Lerindholdet er tit under 3%, og siltindholdet er ringe.

Også de nordjyske littorinaaflejringer er overvejende sandede, men dog med en finere tekstur. De yngste af disse marine aflejringer kan endnu have et beskedent indhold af kalk. Det samme gælder de yngste af vore marskjorde. Marskjordens sammensætning afhænger af de lokale forhold. I Tøndermarskens indre, østlige område består overfladelagene overvejende af ler (bassinklæ), og den forlandsmarsk, der ved tidevandets hjælp dannes på vaderne langs den åbne kyst, indeholder ofte 20% ler.

Lerfraktionens sammensætning og egenskaber

Jordbundens lerfraktion adskiller sig mineralogisk fra silt- og sandfraktionen ved, at den ikke alene indeholder de primærminerale (kvarts, feldspat m. fl.), hvoraf de grovere fraktioner er sammensat, men også små pladeformede partikler (lerminerale) med en ordnet, lagdelt opbygning, som kan ligne den, man finder i glimmerminerale. Desuden indeholder lerfraktionen sekundært dannede Fe(III)- og Al-oxidhydroxider.

De fleste af lerminerale har gennem såkaldt isomorf substitution (hvorved ioner med lavere valens erstatter ioner med højere valens) erhvervet en negativ elektrisk nettoladning på lagenheder, hvoraf minerale er opbygget. Denne negative ladning kompenseres ved, at partiklerne, eller deres enkelte lag, omgiver sig med en ækvivalent mængde såkaldt adsorberede kationer (Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+} , Na^{+} , Al^{+++} , H^{+} m. fl.). Disse kationer er i regelen ombyttelige således, at de kan udveksles med andre kationer, som findes i jordvæsken, og herved kan leret bibringe en jord en betydelig stødpudeeffekt overfor forsuring og udpining for næringsstofkationer.

En lignende evne til kationbinding og -udveksling har jordens humusstoffer, endda i højere grad end ler, men humusindholdet er normalt beskedent, så for de fleste jorde gælder, at det er lerindholdet, som har størst betydning for deres kationadsorptionskapacitet.

9. Smeltevandsslette med dødishuller.

10. Sprækkedale i grundfjeld.

11. Kystkliner.

12. Senglaciale havaflejringer.

13. Postglaciale havaflejringer.

14. Marsk.

15. Vadehav.

16. Klitter.

17. Hovedopholdslinien.

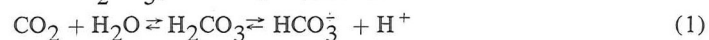
Det er også jordens indhold af fine partikler, som er afgørende for dens vandholdende evne, og derigennem får stor betydning for, hvor ofte en jord under givne klimatiske forhold gennemsives med vand.

Men særlig vigtigt er det nok, at de små lerpartikler med deres store specifikke overflade har stor evne til ved forvitring at frigøre ikke alene adsorberede kationer, men også sådanne kationer, som indgår i deres krystalstrukturer (Al^{+++} , Mg^{++} , Fe^{+++} , Fe^{++} m. fl.). Herved bibringer de en jordbund større evne til at modstå den forarming på base- og næringskationer, som den under naturlige forhold ellers vil undergå i et klima som vort, og derigennem ændres tillige jordbundsudviklingens forløb således, som det skal vises i det følgende.

Udviklingen af jordbundsprofiler under forskellige forhold

Jordbundsudviklingen er begyndt samtidig med, at der er etableret en vegetation. Med den følger en jordbundsfauna og mikroflora, som nedbryder planterester til vand, kuldioxid og uorganiske salte. Under disse omsætninger opstår resistente, organiske forbindelser med lang levetid og med høje eller meget høje molekyelvægte, det såkaldte humus, som i de øvre jordlag oftest udgør 2–3% af jordens vægt. Det afhænger af forholdene, hvor godt omsætningen af de organiske stoffer forløber, og hvor godt humusforbindelserne blandes med de øvre jordlag.

Under mineraliseringsprocesserne dannes mindre mængder af stærke uorganiske syrer og middelstærke organiske syrer, men især dannes store mængder kuldioxid, CO_2 , en forbindelse, der også produceres i jorden gennem planternes rodånding. Jordluften indeholder derfor oftest 10–100 gange så meget CO_2 som almindelig atmosfærisk luft. En del af dette CO_2 opløses i jordvandet, hvor det delvis omdannes til H_2CO_3 , der har syreegenskaber:

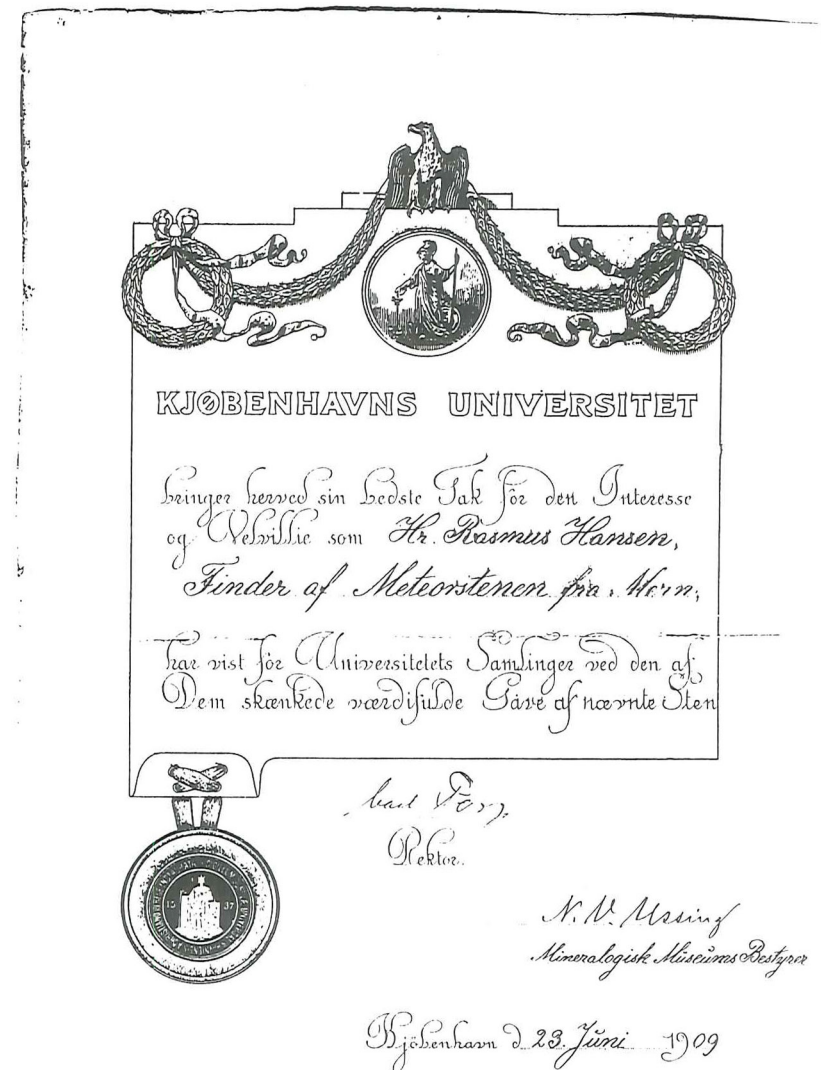


og som kan opløse kalk:



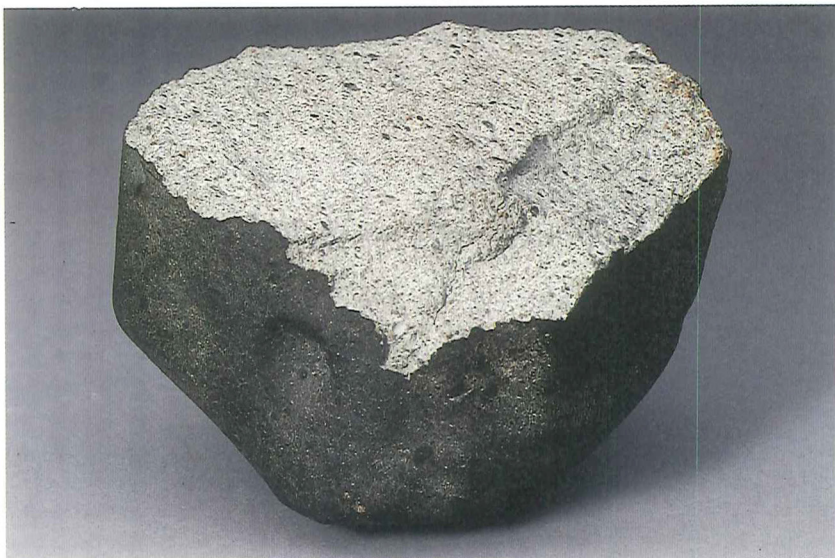
Så længe der er $CaCO_3$ til stede, vil jorden reagere neutralt eller svagt alkalisk. Hvor jorden er, eller er blevet, kalkfri, vil H^+ , der produceres (1), reagere med det stødpudekompleks, som jordens ler- og humuskolloider er bærere af, og herunder gennem ionbyttningsprocesser fortrænge adsorberede base-kationer, der herved må tabes ved udvaskning med mindre, de optages af vegetationen. I et fugtigt klima og under gode naturlige afdræningsmuligheder fører disse processer uundgåeligt til jordbundsforsuring og tab af plantenæringsstoffer i form af base-kationer. Det er klart, at den tid, det tager, afhænger af jordens syreneutralisationskapacitet, d.v.s., af dens indhold af ler, og evt. af $CaCO_3$, samt af nedbørsoverskuddets størrelse. Den afhænger også af vegetationen, ikke alene fordi transpirationen afhænger heraf, men også bl. a. fordi roddybden influerer på den mængde base-kationer, der gennem 'biocycling' indgår i det naturlige

Diplomet og et eksemplar af det omtalte skrift med afhandlingen: 'Der Meteorsteinfall zu Mern' opbevares nu i 'Langebæk Lokalhistoriske Arkiv'.



Stærkt nedfotograferet kopi af diplommet, der blev udstedt til Rasmus Hansen. For Mineralogisk Museum er diplommet underskrevet af N. V. Ussing, der var professor fra 1895 til 1911.

Professoren lagde ikke skjul på, at han anså fundet af stenen som yderst værdifuldt for den danske mineralsamling, idet man ikke ejede et meteor, der var fundet i det, vi nu kalder Syddanmark. Den ubemidlede karl, Rasmus Hansen, fik spontant af professoren den nette sum af 25 kr. som erkendtlighed. Den 3790 gram tunge sten blev overdraget til Mineralogisk Museum (nu Geologisk Museum) i København.



Meteorstenen fra Mern. Meteoret, der nu opbevares på Geologisk Museum, har flere gange været udsat for undersøgelser, så det er nu 'slået i stykker'. Den viste 'halvdel' med en lys brudflade vejer godt 2 kg. Foto: Ole Bang Berthelsen.

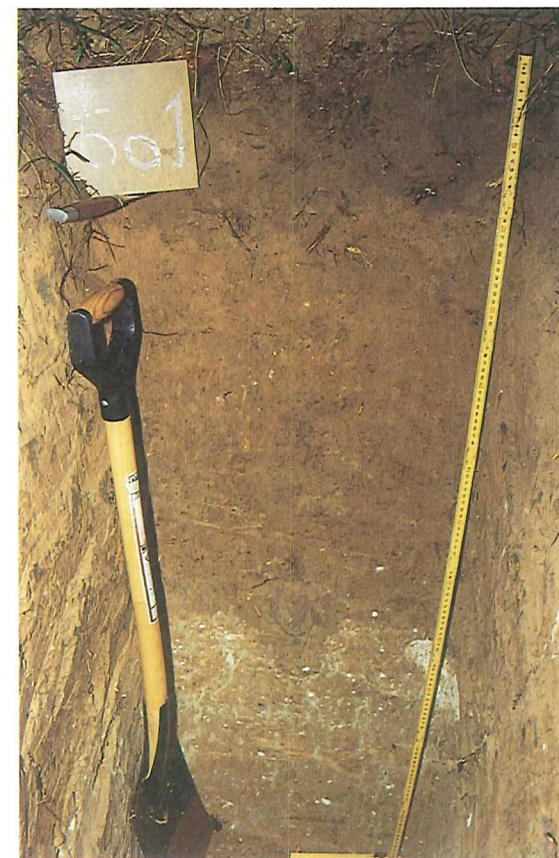
Da der var afskalningsbrud på stenen, og man trods energisk eftersøgning ikke fandt yderligere på nedslagsstedet, fremsatte professor Johnstrup den formodning, at stenen muligvis havde ramt Jorden og var prellet af, inden det egentlige nedslag.

Den 23. juni 1909 udstedte Københavns Universitet et diplom med tak til finderens af 'Meteorstenen fra Mern', hr. Rasmus Hansen, der da var bosat i Viomose. Lidt almindelig hovedregning synes at vise, at der hengik næsten 31 år med udformningen af denne velfortjente anerkendelse. Til alt held levede Rasmus Hansen endnu på dette tidspunkt. Årsagen til diplomudstedelsen synes at være, at en dr. Arstrides Brezina fra Wien da havde foretaget en indgående analyse af meteorstenen. Analysens resultater blev trykt – på tysk – i det Kgl. Danske Videnskabernes Selskabs skrifter i 1909, og et eksemplar blev overdraget Rasmus Hansen. Muligvis har han ikke kunnet tyde det fremmede sprog, idet der foreligger en håndskrevet – delvis – oversættelse på dansk.

kredsløb og hermed beskyttes mod udvaskning. Blandt andet derfor forløber jordbundsudviklingen 'gunstigere' under eg end under gran eller lynghede.

CO₂-produktionen kan bevirke, at jordens pH-værdi efterhånden falder til ca. 4, samtidig med at dens adsorptionskompleks gradvis tømmes næsten helt for adsorberede base-kationer.

I en oprindelig kalkholdig, leret morænejord tager kalkudvaskningen og forsuren lang tid, og mens det står på, vil der typisk foregå en lernedslemning i jordbunden. Den begynder, når det øverste jordlag er blevet udvasket for CaCO₃ og har fået svag sur reaktion, fordi en del af de adsorberede Ca⁺⁺-ioner er fjernet fra ler og humus gennem ionbytningsprocesser. Herved mindskes Ca⁺⁺-koncentrationen i jordvæsken således, at leret lettere dispergeres og føres med af det nedsivende vand. Transporten sker gennem revner og sprækker, porer og regnormegange, og det er især de fineste lerpartikler, som føres med.



A-horisont

E-horisont

B-horisont

Argillisk horisont

C-horisont

Figur 3. Brunjordsprofil i kalkholdig moræner fra Sjælland. Foto: Leif Petersen.

Leret afsættes igen, oftest i form af karakteristiske belægninger, hvis tætte jordlag blokerer for transporten, hvis fine porer i tørre jordlag opsuger det nedsivende vand, eller hvis opslæmningen når ned i jordlag, hvor Ca^{++} -koncentrationen er højere.

Gennem denne proces forarmes udludningslaget, A- og E-horisonterne (fig. 3), på ler samtidig med, at den underliggende B-horisont beriges med ler. Man siger, at der er dannet en *argillisk horisont*. Denne er hos os oftest 0,5–1 meter tyk men kan begynde i mere end 1 m dybde. Hvor jordbunden, som det ofte er tilfældet i landets østlige egne, endnu er kalkholdig i mindre end 1 m dybde, vil denne argilliske horisont være tyndere og findes over det (endnu) kalkholdige lag.

En argillisk horisont kan være vanskeligt gennemtrængelig for vand, så der i fugtige perioder sker en vandopstuvning.

I en vestdansk sandjord går udviklingen anderledes. Udgangsmaterialet er i regelen kalkfrit, og i det fugtige klima vil de små reserver af base-kationer hurtigt forsvinde ved udvaskning. Under naturlige forhold vil en sådan jord også blive næringsfattig, så vegetationen, og dermed det organiske affald, ændres. Herved påvirkes jordbundsfaunaen, f. eks. forsvinder de store regnorme, således at nedbrydningen af det organiske materiale nu i højere grad kommer til at foregå ovenpå jorden: *Muldlaget* afløses af et *morlag*. Samtidig hæmmes bakterievæksten, så stofomsætningen kommer til at foregå langsommere, mindre fuldstændigt og i højere grad ved hjælp af svampe.

De ændrede nedbrydningsforhold medfører, at der i morlaget dannes såkaldte fulvosyrer, en blanding af relativt lavmolekylære organiske forbindelser, som er noget opløselige i vand, har syreegenskaber og formår at danne komplekser med jern- og aluminiumioner. Som følge heraf kan morlaget blive ret stærkt surt med pH-værdier omkring 3; og de fulvosyrer, som af det nedsivende vand føres ned gennem de øvre mineraljordslag, formår undervejs at opløse jern- og aluminiumforbindelser og medføre metallerne i kompleksbundet form. Herved dannes en udludningshorisont, som er forarmet med hensyn til ferri- og aluminium-oxidhydroxider. E-horisonten (blegsandslaget) får herved den grå farve, som er karakteristisk for kvarts.

I større dybde vil fulvosyrerne efterhånden mættes med jern- og aluminiumioner, hvorved opløseligheden nedsættes, så de udfældes under dannelse af en såkaldt *spodisk horisont*. Heri kan det udfældede materiale sammenkittes sandskornene således, at der opstår et hårdt og kompakt allag, der kan være vanskeligt gennemtrængeligt for vand og planterødder. Resultatet af denne jordbundsudvikling er en såkaldt *podsoljord*, se fig. 1.

Også i lerjorde kan de øvre lag blive så stærkt sure og næringsfattige, at der dannes et morlag, men her fører det ikke uden videre til, at der dannes en podsoljord, formentlig fordi, lerpartiklerne i udludningslaget har så stor evne til at frigive jern- og aluminiumioner fra deres krystalgitter, at fulvosyrerne hurtigt

METEORSTENEN FRA MERN

af Erhard Nielsen

Mindre meteoriter træffes meget ofte på Jorden, men det hører til de yderst sjældne oplevelser, direkte at iagttage et meteorfald – og derefter straks finde meteoriet. En sådan begivenhed indtraf for godt 100 år siden ved Mern i Syd-sjælland.

På en smuk, klar høsteftermiddag – torsdag den 29. august 1878 kl. halv tre – var man hos gårdejer Jørgen Peitersen i gang med at 'køre ind', da høstmandskabet med et hørte en besynderlig larm, der nærmest lød som rumlende vogne, der i stor fart nærmede sig. Støjen endte med et lydeligt knald og en stærk buldren.

Karlen, Rasmus Hansen, der netop var ved at lægge et læs ærter, bemærkede fra sit ret høje ståsted, at jorden på en nærliggende græsmark 'ligesom blev rodet op' og slynget i vejret. Han ilede hen til stedet og så, at der i den ret tørre, stive lerjord var dannet en syv til otte alen lang, og flere tommer dyb fure. Efter at have søgt en fem til seks minutter fandt han årsagen til forstyrrelsen, meteorstenen. Denne var imidlertid så varm, at han ikke kunne røre ved den, men efter nogle minutters forløb var den så meget afsvalet, at han tog den i sine hænder – dog under idelig skiften fra hånd til hånd – og løb hjem til gården med den.

Gårdejeren havde fra bopælen ligeledes hørt den usædvanlige støj, og senere viste det sig, at udover de nævnte, havde kun yderligere en person observeret fænomenet. Det var en mand, der 'gik efter ploven' i Øster Egesborg. Den stærke susende lyd forskrækkede ham, og da han kikkede op, så han en mørk genstand, der for af sted, kun et par alen over hovedet på ham.

Begivenheden rygtedes naturligvis hurtigt og vakte almindelig opsigt. Praktiserende læge i Mern, hr. Camille Nielsen, og politiassistent Meier i Præstø tog af-fære og henvendte sig skriftligt til Mineralogisk Museum i København. Geologen, den 60 årige professor Frederik Johnstrup, var netop på en rejse til Paris, men han havde vistnok allerede før sin hjemkomst set en af de ret korte avis-meddelelser om meteorfaldet. Trods rejsetræthed hastede han sporenstregs til Mern, hvortil han ankom den 7. september. Der foretog han indgående undersøgelser angående meteorfaldet.

Udover manganknolde findes der på dybhavets bund såkaldte manganskorper, hvor mangan og jern er afsat direkte på dybhavs-basalt, specielt hvor denne danner bjerge (seamounts). Manganskorperne er af økonomisk interesse, fordi der er målt et relativt højt indhold af platinmetaller, nemlig i samme størrelsesorden som i de forekomster, der udnyttes på jordoverfladen. Dertil kommer, at de indeholder betydelige mængder af metallet kobolt (op til 1%). Disse forekomster er af interesse, fordi de findes på betydelig lavere vanddybder, 'kun' en til to tusinde meter.

Om disse problemstillinger og meget mere kan man læse i geologen *Henning Sørensen's* bog: **Råstoffer**. Forekomst, forarbejdning, forbrug, forsyning i fremtiden:

Bogen er opdelt i en grundtekst og i 22 'bokse', hvori udvalgte emner omtales mere detaljeret. Således behandles mange aspekter af råstofproblematikken på en let læselig måde. Der gives en fyldig omtale af, hvor længe råstofferne rækker og om de miljøproblemer, der er knyttet til deres udnyttelse.

Bogen kan være med til at åbne vore øjne for, at man på længere sigt ikke bør godkende, at man af visse forekomster — f. eks. kobber — kun udnytter et enkelt grundstof, der udgør under 1% af forekomsten, medens de resterende 99%, der hældes tilbage efter brydning, er lette at angribe for vejrliget, ofte med store miljømæssige konsekvenser som resultat. Dette vil naturligvis kræve en ændret teknologi, så vi bedre kan udnytte de grundstoffer, der brydes. Det er bedre at forebygge (udnytte mere fra den enkelte forekomst) end at helbrede (fjerne miljøproblemerne, der opstår, når vejrliget udvasker farlige grundstoffer fra restdepoterne).

Bogens pædagogiske opbygning gør den meget anvendelig, ikke alene i gymnasieskolen og HF, som den er skrevet for, men for et stort antal mennesker, der anvender geologi i deres arbejde eller fritid. Ikke mindst for dem, der interesserer sig for vort miljø, vil et kendskab til de emner, bogen behandler, være af stor betydning. Hertil kommer, at bogen har et nydeligt lay-out med instruktive skitser og mange flotte fotos i sort/hvid og i farve.

Henning Sørensen: **RÅSTOFFER**. Forekomst, forarbejdning, forbrug, forsyning i fremtiden. Geografforlaget, Brenderup. 1989. 134 sider, pris: 148 kr.

John Rose-Hansen

mættes hermed og udfældes allerede i det øvre mineraljordslag, så den typiske zonerings udebliver.

Det skal dog nævnes, at man på lerjorde hyppigt kan iagttage, at en lernedslemning er blevet efterfulgt af en begyndende podsolering. Denne podsolering er da foregået i de udludningslag, som under lernedslemningen er blevet forarmet på frie lerpartikler, og hvori der herved er blevet større mulighed for, at fulvosyre kan bevæge sig nedad, før de mættes med metalioner og udfældes. De vil dog ikke nå længere end til overfladen af den argilliske horisont, før de udfældes.

Heraf forstås, at man på lerede moræner kan finde en veludviklet argillisk horisont i ca. 1 m dybde samtidig med vidnesbyrd om en begyndende podsolering i jordens øverste lag. For morænesandsjorde gælder tilsvarende, at man i en veludviklet podsoljord ofte kan finde spor af en argillisk horisont under den spodiske horisont. Der findes altså jorde, som er præget af såvel lernedslemning som podsolering, og det vil ses, at de er dannet gennem opløsnings- og udvaskningsprocesser, efterfulgt af flytningsprocesser, i form af lernedslemning eller podsolering eller gennem de to sidstnævnte typer processer i forening.

I denne gennemgang har jeg ikke nævnt de forvittringsprocesser, som har påvirket jordbundens silikatminerale under jordbundsdannelsen. Dette, fordi en nærmere beskrivelse heraf ville være pladskrævende, og også fordi disse processer foregår langsomt og de fleste steder ikke giver sig til kende gennem markante og let iagttagelige forskelle, jordene imellem.

Der foreligger dog forskningsresultater, som viser, at i de stærkest udludede og forsurede jorde har forvitringen nedsat mængderne af blandt andet feldspatter både i sand- og siltfraktionen, og det er vist, at i lerfraktionen, der jo må påvirkes stærkest, vil også de egentlige lerminerale med tiden omdannes og nedbrydes. Også i den henseende er der forskel på udviklingen i Øst- og Vestdanmark.

I kontinentale og tropiske klimater forløber jordbundsudviklingen anderledes og fører til andre typer jordbundsprofiler. Disse jorde må vi her forbigå, ligesom jeg må undlade en nærmere omtale af vore mose- og marskjorde.

Gennem et internationalt samarbejde har man beskrevet og kortlagt de karakteristiske jorde, man finder rundt omkring på vor klode. Samtidig har man udarbejdet systemer, hvorefter disse jorde klassificeres og navngives. Dette gøres på grundlag af blandt andet de karakteristiske, såkaldt diagnostiske horisonter, man finder i dem. Blandt disse diagnostiske horisonter er f. eks. en argillisk og en spodisk horisont, men det må bemærkes, at langt fra alle de jorde, som hos os bærer præg af podsolering eller lernedslemning, har så veludviklede horisonter, at de opfylder de kvantitative krav, som de internationale regler fastsætter, for at en horisont kan klassificeres som spodisk eller argillisk. Hertil kan der være forskellige grunde.

I figur 4 er vist et kort over de dominerende jordbundstyper i landets forskellige regioner. Det skal siges, at der indenfor hvert af disse områder vil være store lokale forskelle i jordbundsudviklingen således, at man indenfor samme område inden for korte afstande kan finde stærkt afvigende jordbundstyper. Et pedologisk kort, som lod disse lokale variationer komme til udtryk, måtte i nogle egne være endog meget detaljeret.

~~~~~

6. Lerjorde (senglaciale Yoldia-aflejringer) ofte med dække af flyvesand. Kun svag jordbundsudvikling.
7. Sandjorde (senglaciale Yoldia-aflejringer). Før kultivering præget af podsolering og/eller mangelfuld afvanding.
8. Sandjorde (postglaciale Litorina-aflejringer). Før kultivering præget af mangelfuld afvanding men kun svag podsolering.
9. Svære lerjorde med 25–45% ler. Kun svag jordbundsudvikling i disse næringsrige jorde.
10. Sandjorde (flyvesand) med en podsolering, der afhænger af alderen.
11. Tørvejorde, hovedsagelig på højmoser, hvor den oprindelige tørv er sur og næringsfattig.

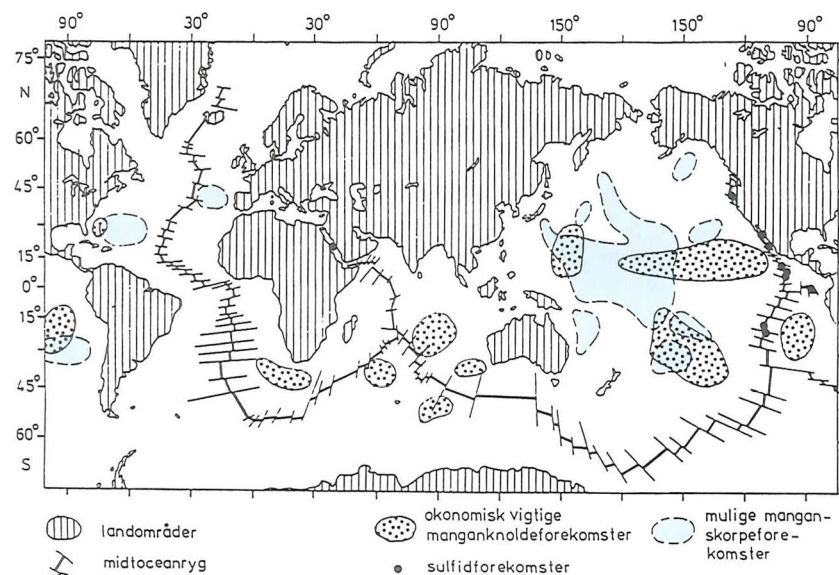
A large, dark, irregularly shaped rock specimen, likely a meteorite, resting on a light-colored surface. The rock has a rough, textured appearance with visible cracks and a lighter, possibly oxidized, outer layer.



|                      | Mn   | Fe   | Co  | Ni  | Cu  | Zn  | Pb  | V   | P   |
|----------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Manganknolde</b>  |      |      |     |     |     |     |     |     |     |
| i Stillehavet        | 21.6 | 10.4 | 0.4 | 0.9 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.1 |
| Den økonomiske zone  | 25.4 | 6.9  | 0.2 | 1.3 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| <b>Manganskorper</b> |      |      |     |     |     |     |     |     |     |
| Hawaii               | 22.4 | 18.5 | 0.1 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.6 |
| Palmyra              | 28.6 | 15.5 | 1.3 | 0.6 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.6 |

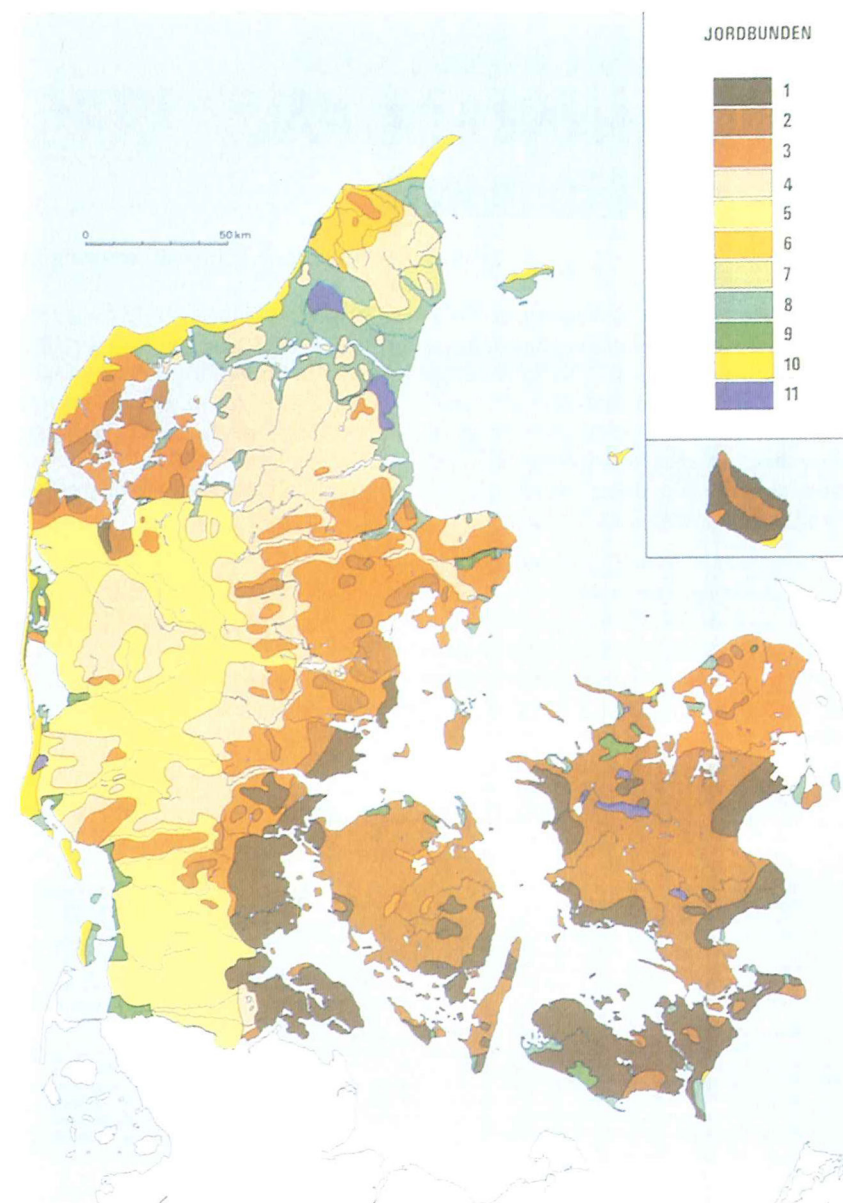
Tabel 2. Gennemsnitsværdier for metaller i manganknolde og manganskorper i vægtprocent:

kobolt, at specielt USA, Tyskland, Japan og Frankrig har anvendt store summer på at kortlægge deres udbredelse. I Danmark har vi deltaget i disse undersøgelser gennem deltagelse i forskningstogter, bearbejdelse af prøvemateriale og offentliggørelse af fortrinsvis geokemiske data. Knoldene inddeles i forekomster med over og under 2% (kobber plus nikkel plus kobolt). Knolde med værdier større end 2% anses for at være 'økonomisk interessante'.



Figur 8. Fordelingen af manganknolde og manganskorper på havbunden.

Selvom manganknolde-forekomsterne som nævnt er uhyre store med milliarder af tons af de økonomisk vigtige metaller, vil de efter al sandsynlighed ikke blive udnyttet foreløbig på grund af følgende forhold: 1. Deres brydning vil blive me-



Figur 4. Jordbundskort over Danmark. Efter Atlas over Danmark, bind 4 (1986): Landbrugsatlas over Danmark. Gengivet med tilladelse fra Det Kongelige Danske Geografiske Selskab (Copyright).

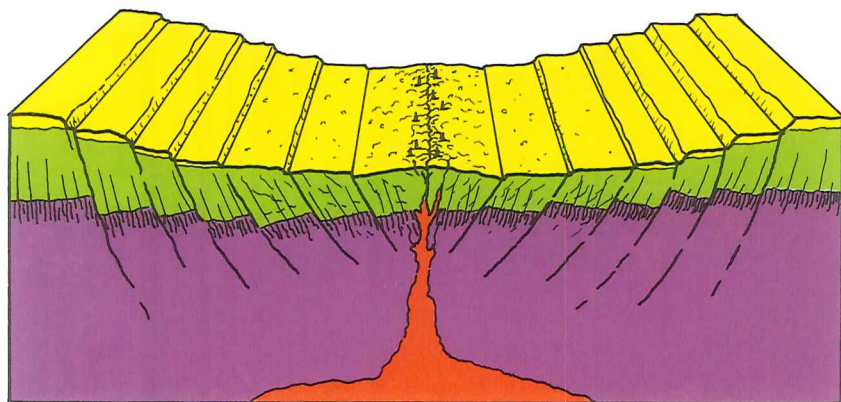


# BLACK SMOKERS OG MANGANKNOLDE PÅ DYBHAVETS BUND

af Helmar Kunzendorf og John Rose-Hansen

Da forskerne Corliss og Edmond i 1977 startede neddykningen til Stillehavets bund nordøst for Galapagos, havde de sikkert ikke ventet, at deres tur i det lille undervandsfartøj 'Alvin' ville blive indledningen til ikke mindre end en epokegørende ændring af forståelsen af dannelsesbetingelserne for mange malmforekomster, mulighederne for at foretage minedrift på dybhavets bund samt give væsentlige bidrag til forståelsen af livets udvikling og mulige opståen. Opdagelserne har sidenhen vist, at dybhavsbunden er et væsentligt område for stoffernes globale afsætning og cirkulation,

På dybhavets bund så forskerne varme kilder strømme op fra skorstens-lignende rør, og omkring dem så de et rigt dyreliv. Revner i havbundens pudelava var tæt pakket med op til 30 cm store hvide muslinger, brune hestemuslinger, bueformede snegle, gennemsigtlige søanemoner, krabber og hummere samt kolonier af op til 5 meter lange rørboende orme med røde hoveder. Store brune blinde fisk svømmede rundt. Der er mørkt i dybhavet, så dyrene har ikke behov for at kunne se.



Figur 1. Havbundens opbygning omkring en midtoceanryg. Langs spredningsaksen ses en række (forstørrede!) skorstene. Opstigende magma er rødt, gabbro (med gange i den øvre del) er violet, pudelava er grønt, og sedimentdække er gult.



Figur 7. Manganknolde med forskellig størrelse og form.

en hajtand. Mangan, jern og andre metaller, der var opløst i havvandet, er langsomt udfældet omkring de små partikler. Hvor hurtigt ved man ikke med sikkerhed, men undersøgelser tyder på, at det tager ca. 1 million år at få dannet blot få millimeter. Afsætningen af sedimentpartikler på havbunden (sedimentationshastigheden) er ca. 1000 gange større. Knoldene må derfor have været bevæget i perioder under deres vækst, da de ellers ville være blevet dækket af sedimenter.

Gåden, hvorfor manganknolde bliver liggende på dybhavets havbund, er ikke blevet løst til trods for talrige undersøgelser. Man mener, den nødvendige bevægelse for at holde manganknoldene på havbundsoverfladen er sket via kraftige havbundsstrømme, eller ved at f. eks. dyr har skubbet til knoldene i deres søgen efter føde, men der kunne jo også være noget galt med de hidtil benyttede metoder til aldersbestemmelse af knoldene.

## Hvor findes manganknoldene?

Manganknolde er ulige fordelt på Jorden. Store arealer med tætte forekomster af manganknolde findes i Stillehavet (fig. 8), hvor havbunden kan være næsten dækket af manganknolde liggende i rad og række på sedimentoverfladen. Der findes således milliarder og atter milliarder af tons af manganknolde. Selvom mangan er det grundstof, der findes i størst koncentration i knoldene (se tabel 2), er det på grund af knoldenes indhold af grundstoffer som nikkel, kobber og



Nogle forskere mener, at der findes black smoker aktivitet på en trediedel af havbundens areal. Det er umådelige mængder af vand, der strømmer ud fra disse varme kilder, og der er således tegn på, at alle oceanernes vandmasser (i størrelsesordenen en milliard kubikkilometer) i løbet af få millioner år strømmer gennem disse cirkulationssystemer. Hvis denne antagelse er rigtig, giver black smokers et langt større tilskud af forskellige grundstoffer som f. eks. jern til havet, end samtlige floder gør.

Nyere undersøgelser har vist, at mange af de vigtige malmforekomster, der udnyttes eller har været udnyttet, er dannet på havbunden i forbindelse med black smoker aktivitet. Havbunden er så senere blevet hævet således, at malmforekomsterne i dag findes på land. Et eksempel herpå er kobbermineraliseringerne på Cypem.

#### Forekomster af manganknolde – fremtidens minedrift på havbunden?

Medens opløst jern, kobber, bly og zink udfældes som sulfider i og nær selve black smokers, forbliver andre af de opløste grundstoffer, f. eks. mangan, i opløsning og transporteres langt væk fra udbrudsstedet. De kan måske bidrage til dannelsen af de såkaldte manganknolde på dybhavssletterne i ca. 5000 meters vanddybde, selv om man hidtil ikke har kunnet bevise nogen indflydelse fra black smokers i forekomsten af manganknolde.

Manganknoldene har form som kugler, ellipsoidale legemer, eller de er mere uregelmæssige (fig. 6). Saver man manganknoldene igennem, viser det sig, at de er koncentrisk opbygget, og at der i midten ofte findes en lille sten eller f. eks.



Figur 6. Et område i Stillehavets bund, der er tæt pakket med manganknolde.

Dybhavet er havområderne uden for kontinentalsoklen med vanddybder, der overstiger 1000 meter. Oceanbunden består af store sletter i 3000 til 7000 meters havdybde med et relativt svagt havbundsrelief – de såkaldte abyssale flader, hvorover der rager flere tusinde meter høje, enkeltstående bjerge, 'seamounts'. Sletterne gennemskæres af et ca. 60.000 km langt sprækkesystem, midtoceanrygge, der er hævet noget i forhold til sletterne. Det var på dette sprækkesystem, de to forskere iagttog det nævnte dyreliv, og det var her, de fotograferede op til 30 meter høje rør – skorstenene eller 'black smokers', hvorfra der periodisk strømmer 'røg' ud.

Ud fra røgens farve kan man skelne mellem sorte og hvide skorstenene. Røgen fra de sorte skorstenene skyldes opslemmede bittesmå oxid/hydroxid- og sulfidmineraller som ferromangan-oxider og -oxyhydroxider samt svovlkis ( $\text{FeS}_2$ ), kobberkis ( $\text{CuFeS}_2$ ), blyglans ( $\text{PbS}$ ) og zinkblende ( $\text{ZnS}$ ). 'Black smokers' indeholder overvejende følgende metaller: jern, bly, zink, og kobber, men andre metaller som kobolt og nikkel er også blevet påvist.

Hvid røg fra skorstenene indeholder fortrinsvis sulfater. Her mangler de opslemmede sulfidmineraller, for de er allerede afsat i revner og sprækker under havoverfladen.

#### Hvorledes dannes black smokers?

Dybhabsbunden består af sedimententer og pudelava, der er gennemsat af sprækker. Ved midtocean-ryggene, som er de altdominerende vulkanske centre på havbunden (dannelse af ny havbund og pladebevægelse), siver koldt havvand ned i disse sprækker. Vandet opvarmes på vejen ned af varme fra de underliggende magmaer og når herved temperaturer på over  $400^\circ\text{C}$ . Havvand, som indeholder  $\text{NaCl}$ , når ved disse temperaturer op over vandets kritiske punkt og kaldes derfor i det følgende for *fluid*. Fluiderne er meget aggressive og opløser



Figur 2. Black smoker i aktivitet.



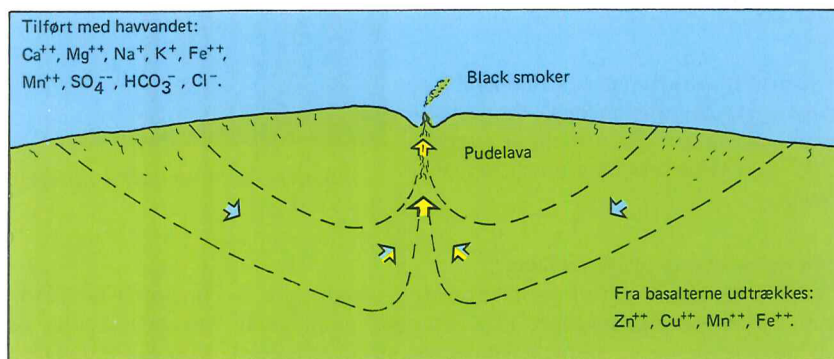
blandt andet metaller som jern, bly, zink, mangan, kobolt, nikkel og kobber fra pudelavaen, mens de afgiver natrium og magnesium til basaltspækkernes sider.

|                       | Fe   | Zn   | Cu   | Pb  |
|-----------------------|------|------|------|-----|
| Guayamas bassin       | 5.9  | 1.0  | 0.2  | 0.4 |
| Stillehavet 21°N      | 19.2 | 32.2 | 0.8  | 0.3 |
| Stillehavet 13°N      | 28.8 | 9.3  | 7.7  |     |
| Atlantis II Rødehavet |      | 02.1 | 00.5 |     |

*Tabel 1. Metaller i udvalgte black smoker forekomster. Alle værdier er i vægt-%.*

I nærheden af midtoceanryggenes centrale sprækkesystem, der oftest er udformet som en flere kilometer bred dal i 2 til 3 tusinde meters vanddybde, strømmer fluiderne atter op mod havbunden. Her bliver de pludseligt afkølet fra de over 400°C til ca. 2°C (normal bundvandstemperatur), hvorved først og fremmest jern, zink, kobber og bly forener sig med svovl (fra svovlbrinter) og danner mineralerne svovlkis, kobberkis, blyglans og zinkblende (metalsulfider).

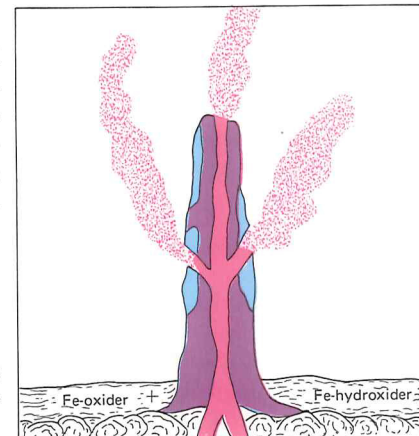
Periodisk tilførsel af fluider fører til dannelse af black smokers, som består af en tilførselskanal og vægge dannet af sulfid- og sulfatmineraler. Sulfiderne kan også afsættes nær skorstenene som overtræk på basalt, idet bittesmå korn opslæmmes i de varme fluider og blæses ud med stor kraft, men de kan også bundfældes på omgivende sedimenter, der så benævnes metalholdige sedimenter (metalliferous sediments).



*Figur 3. Processer ved midtoceanrygge. Vand fra havbunden trænger ned i revner og sprækker og varmes op af det underliggende magma, hvorefter det stiger gennem havbunden omkring spredningsryggen.*

Skorstenenes og havbundens grålige, gule og brunlige farver skyldes forvitring af sulfidmineralerne ved hjælp af iltrigt havvand. Black smoker forekomster er derfor dømt til nedbrydning i løbet af årtier, når den vulkanske aktivitet ebber ud, for sulfidmineralerne er ikke stabile i iltrigt havvand. Kun hvis mineralerne afsættes i selve sedimentdækket, eller hvis black smoker mineraler bliver dækket af sedimenter, kan de 'overleve'.

Andre steder på havbunden, f. eks. i Rødehavet, har man observeret udstrømmende væsker med lavere temperatur, som varmer det omkringliggende havvand op fra 2 til 20°C. Også her er der udfældet sulfider og oxider.



*Figur 4. Opbygningen af en black smoker. Varme fluid er rosa, sulfider er violette og sulfater blå.*



*Figur 5. Havbund dækket med pudelava.*