

apropos Tertiær side 30

Pattedyrene kom til allerede i den mesozoiske æra - men blev holdt nede af krybdyrene. Da disse i stort tal forsvandt mod slutningen af Kridttiden, fik pattedyrene chancen. I Tertiær ses en opblomstring og formrigdom, som ikke står tilbage for krybdyrenes tidligere.

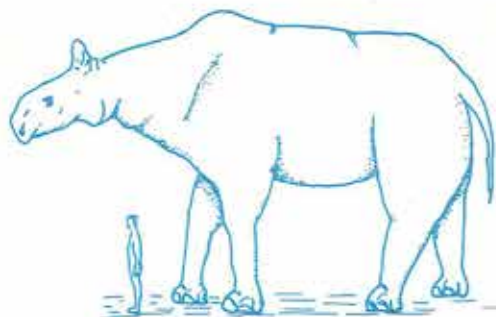


tidlig hest



tidligt næsehorn

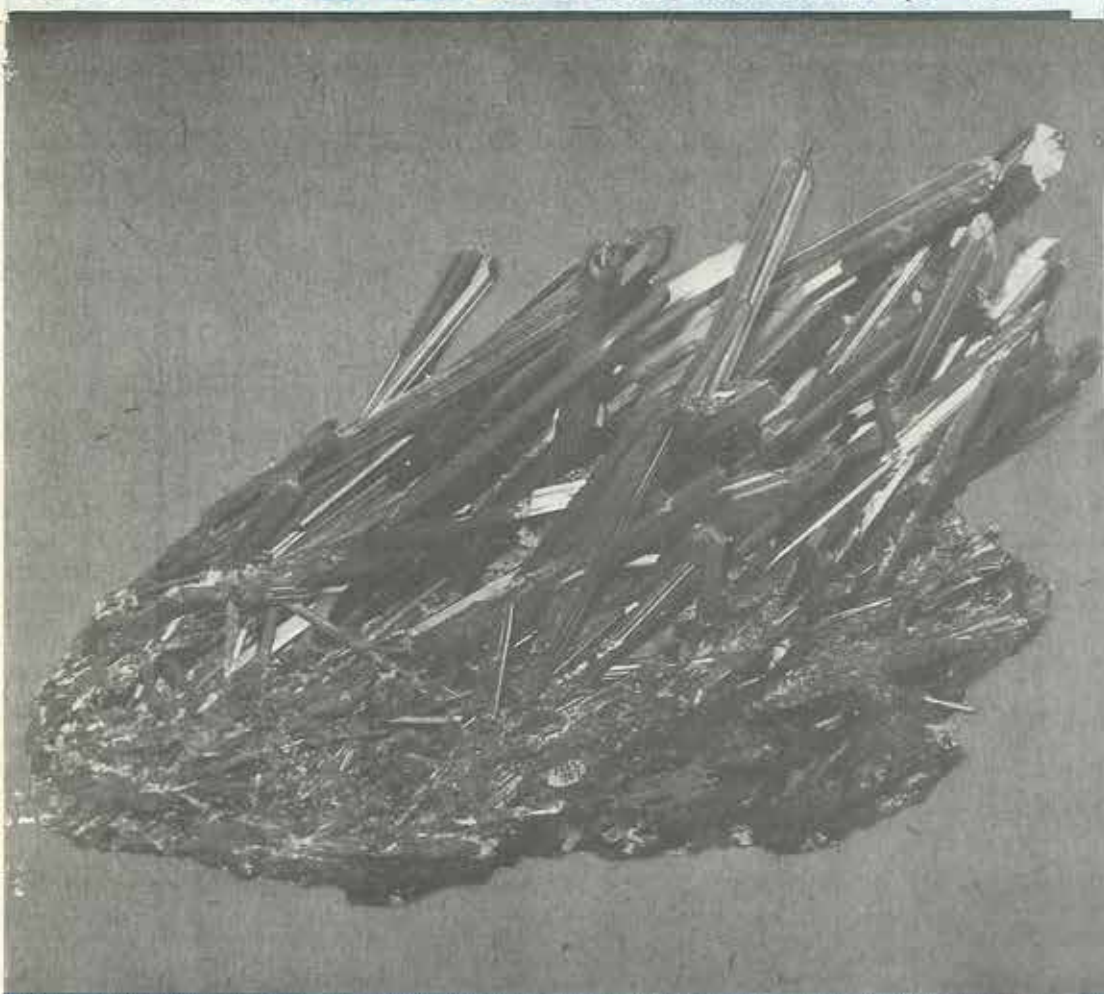
De tidlige heste og næsehorn var beslægtede - se figur, men den senere udvikling artede sig forskelligt. I næsehornsgruppen fandtes alle tiders største landpattedyr, Baluchitherium, som kunne nå en skulderhøjde på 6 meter.



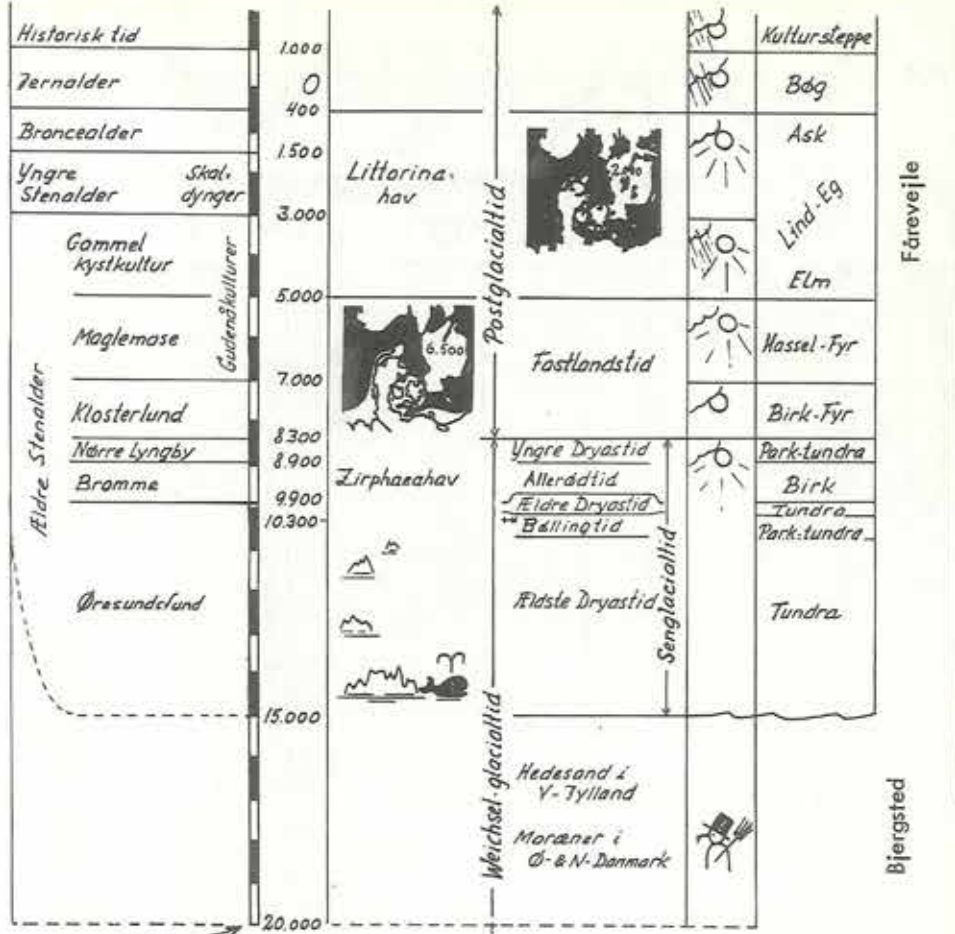
Baluchitherium fra Miocæn i Pakistan.

VARV

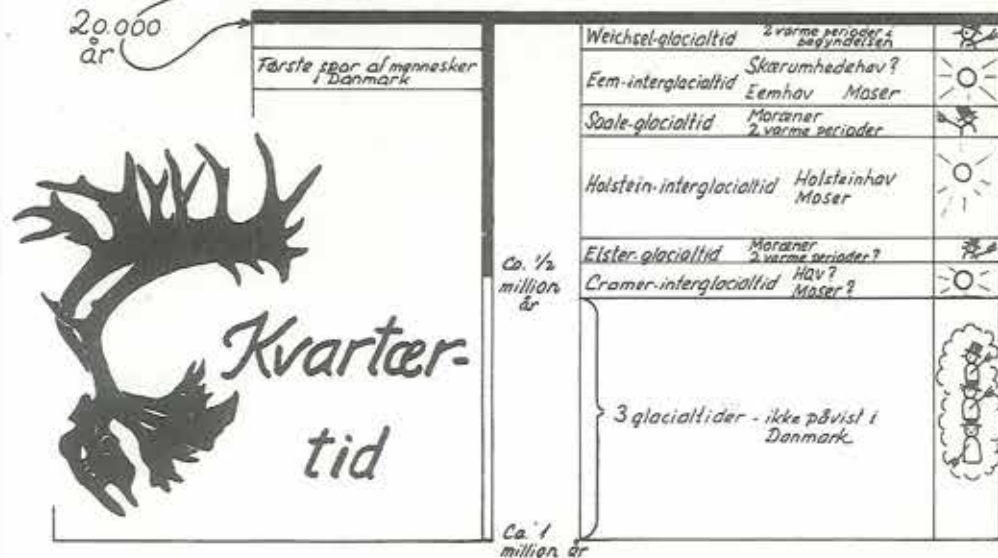
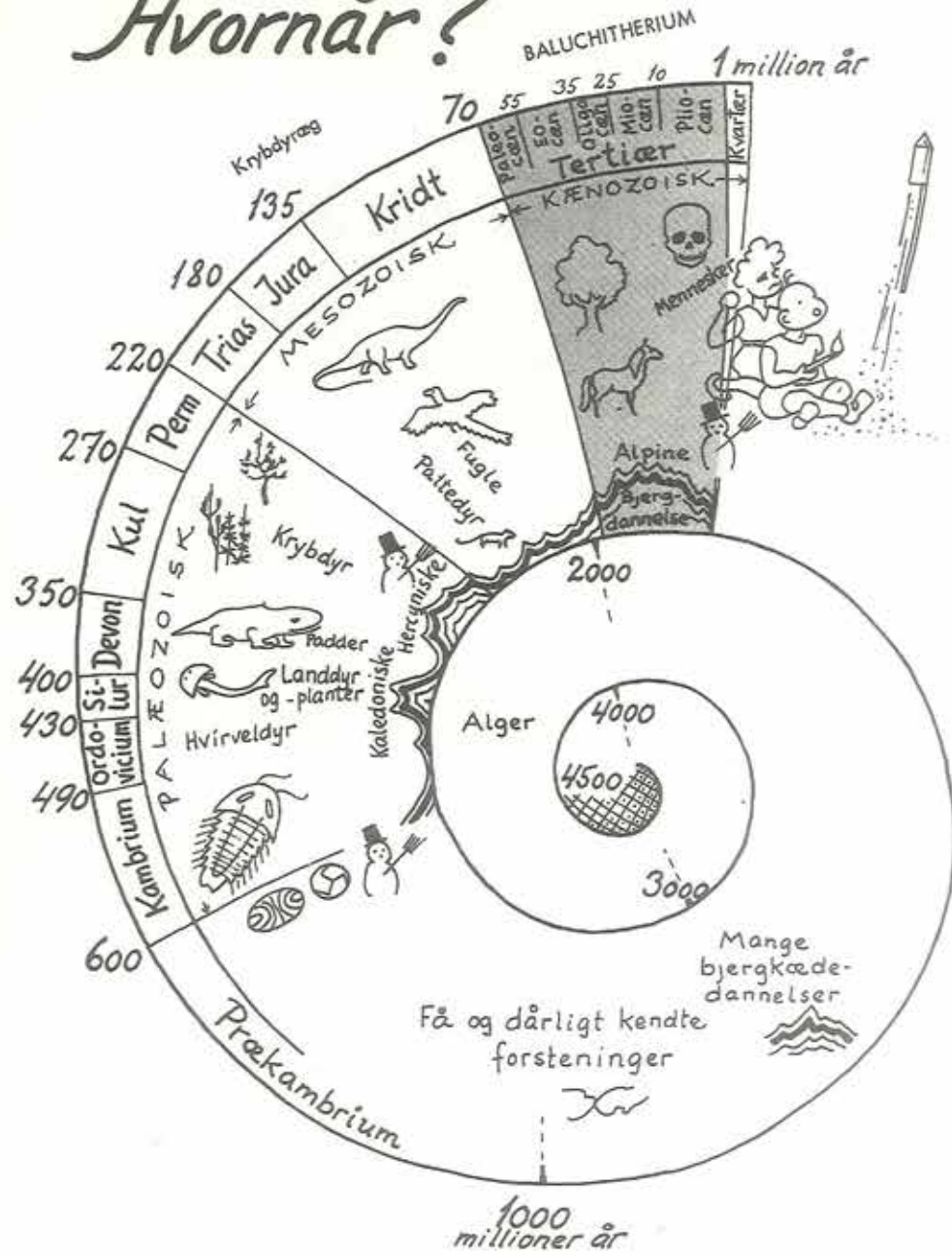
NR. 3 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1966



MINERALRIGET VIRKER FORTRYLLENDE PÅ DE FLESTE. FOR DEM, DER IKKE BLOT VIL FORTRYLLES, FORTÆLLER MONA HANSEN I DETTE NUMMER OM, HVAD MINERALER ER OG HVORDAN MAN KOMMER DEM NÆRMERE IND PÅ LIVET. KOMMENDE VARV-NUMRE VIL UDDYBE EMNET MED ARTIKLER OM DE OFTE MEGET RAFFINEREDE METODER, MAN KAN BRUGE VED MINERALUNDERSØGELSE.



Hvornår?



TIDERNE SKIFTER



TERTIÆR-periodens navn skyldes, at dens bjergarter tidligere blev betragtet som "det tredje" (tertiære) sæt af bjergarter fra Jordens historie. Perioden rækker fra 70 millioner år til 1 million år før nu.

Perioden er den sidste af de store urolige i klodens historie. Pyrenæerne, Alperne, Appeninerne, Karpaterne, Kaukasus og Himalaya dannedes ved foldning og hævnning af ældre og samtidige havaflejringer. Vulkanudbrud fandt bl.a. sted i Tyskland, Sydskindnavien, Grønland - og de steder i Nordatlanten, hvor lavabunkerne Island og Færøerne nu ligger.

Fremkomst og delvis nedbrydning af vulkaner og bjergkæder medførte, at der i tertiærtiden dannedes overordentlig afvekslende bjergarter.

I takt med jordskorpebevægelserne trak havet sig efterhånden tilbage fra fastlandene, der endte med at se ud omtrent som idag.

Planteverdenen var allerede i kridttid nået omtrent til nutidens udviklingstrin. Men med tertiærtidens begyndelse indtraf en påfaldende ændring af dyreverdenen - pattedyrene udviklede sig nu hurtigt og alsidigt fra deres uanselige forfædre. Allerede i ældste tertiærtid blev flertallet af alle kendte pattedyrgrupper repræsenteret. Pattedyrene udviklede en lang række særprægede former, og de kan ligesom muslinger og snegle bruges som lede-forsteninger for tertiærtidens forskellige afsnit.

Danmark har centralt og i vest tertiærtidslag lige under kvartærtidens lag. De kendes fra klinter, udgravninger og borer. I det øvrige Danmark blev de slidt væk af kvartærtidens gletschere. Nogle af de danske meget afvekslende tertiærtidslag er aflejret i hav, andre i ferskvand.

Danmark lå mellem det forholdsvis stabile Norge-Sverige og det urolige Sydeuropa. Lagene viser, at Danmark i lange tidsrum var mere eller mindre dækket af hvad man kan kalde en østlig del af Vesterhavet. Bevægelser i vor undergrund fik kystlinien til at svinge frem og tilbage. Efterhånden dækkede havet dog mindre og mindre områder, og de yngste havaflejringer er afsat langs en kyst i Sydvestjylland.

Langs kanten af det opdukkende land lå i hvert fald i yngre tertiærtid store sumpskove (med sumpcypres, kæmpefyr, gran, birk, el og laurbærtræer, hvis rester nu er de jyske brunkul). Iøvrigt var det voksende Danmark sandsynligvis gennem store dele af tertiærtid et varmt skovland med søer og floder, der førte sand og ler med sig fra Norge-Sverige Finland's smuldrende bjerge. Men i tidens løb sank den årlige gennemsnitstemperatur en lille snes grader - den følgende kvartærtids første store nedisning forestod.

SF.

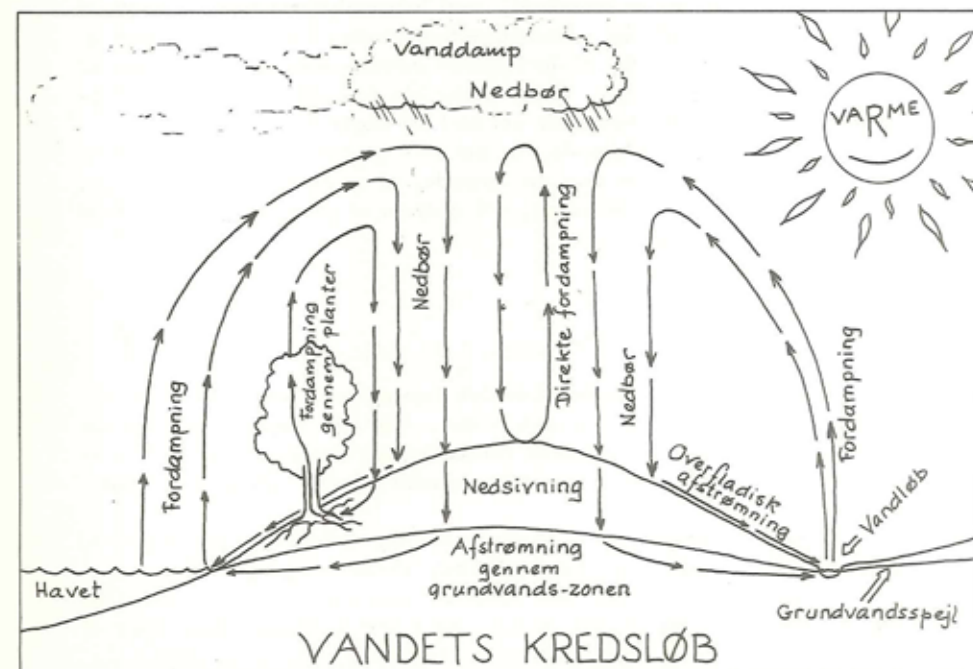
Gammelt Vand i Hanen

af LARS JØRGEN ANDERSEN

Den kemiske forbindelse H_2O - vand - kan have tre forskellige tilstandsformer eller faser. Den kan optræde som damp (vanddamp), som vædske (vand) og som fast stof (is, sne eller hagl).

I atmosfæren er dampfasen den mest stabile og derfor hyppigste form for vand. Den flydende og den faste form vil efter kort tids forløb falde ned som nedbør.

Vandmolekylets vej fra dampfasen over vædskefasen eller den faste fase tilbage til dampfasen kalder man vandets kredsløb.



VAND HAR EN ALDER

Den tid det tager for et bestemt vandmolekyle at passere vejen gennem kredsløbet, bliver det pågældende vands højeste alder.

Da vejen er af meget forskellig længde og gennemløbes med forskellige hastigheder, vil alderen af vandet i forskellige kredsløb blive meget forskellig.

Vandet tilføres jorden som nedbør. En del af nedbøren fordamper straks fra jordoverfladen. Vandet i dette kredsløb har kun eksisteret i kort tid, minutter eller timer.

En del af den nedbør, der når jordoverfladen, vil løbe overfladisk af gennem vandløbene til søer eller til havet. Den del af kredsløbet, der foregår på jordoverfladen, vil formentlig kun strække sig over dage eller uger.

Den resterende del af nedbøren siver ned i jorden, hvor en væsentlig del påny opfanges af planternes rødder og gennem planterne føres tilbage til atmosfæren. Hos os andrager denne del af vandets kredsløb 350 - 400 mm vand om året eller fra 30 - 50 % af nedbøren. Dette kredsløb kan tage fra måneder til omkring 1 år.

Resten af nedsivningsvandet passerer forbi planternes rødder og bliver før eller senere til grundvand. Nedsivningen over grundvandszonen foregår væsentligst i lodret retning, men så snart vandet når grundvandszonen vil bevægelsen blive sideværts, med bevægelsesretningen bestemt af grundvandsspejlets hældning. Bevægelseshastigheden i grundvandszonen er først og fremmest afhængig af jordlagenes kornstørrelse samt størrelsen af grundvandsspejlets hældning. Under naturlige forhold varierer disse hastigheder mellem nogle centimeter om året til nogle meter i døgnet.

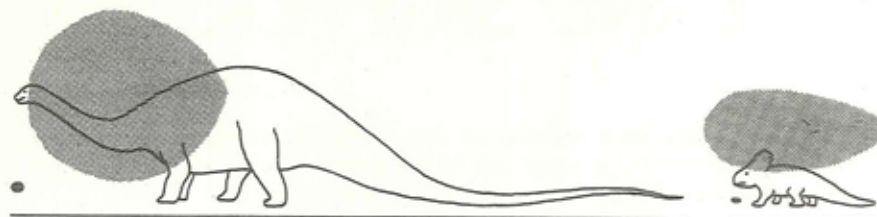
Det er derfor indlysende, at det er i grundvandszonen, man skal finde det ældste vand. Da man må formode, at grundvandsbevægelsen vil være størst i den øvre del af zonen, vil alderen af grundvandet uden tvivl stige med voksende dybde.

MODERNE METODER TIL BESTEMMELSE AF GRUNDVANDS ALDER

I tilfælde, hvor vandets kredsløb foregår over jordoverfladen, vil det være ret let at bestemme dets alder. Når der derimod er tale om grundvand, bliver aldersbestemmelse vanskelig, og det er nødvendigt at ty til forskellige hjælpemidler for at følge vandet på dets vej gennem jordlagene.

I vore dage bruger man i stigende omfang radioaktive sporstoffer til bestemmelse af grundvandets strømhastighed, strømretning og -alder.

De radioaktive stoffer, der benyttes, kan være kunstigt fremstillede og sat til vandet på et eller andet sted i dets kredsløb. Men flere af



Sammenligning mellem ægformen (gråskyggede figurer), ægstørrelsen (sorte figurer) og voksen legemsstørrelse hos den store langhalsede og langhalede Hypselosaurus og den mindre Protoceratops. Begge levede i slutningen af kridttiden.

Svend Erik Bendix - Aalund

VARV

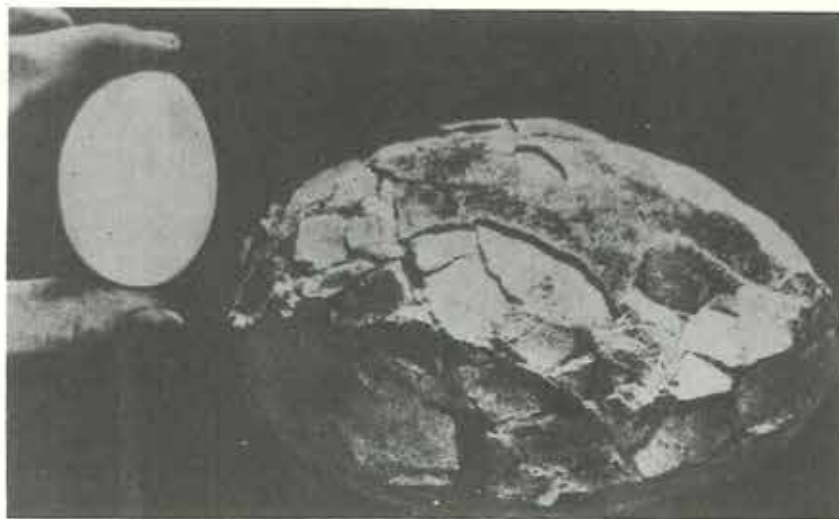
Postadresse: Tidsskriftet VARV, Mineralogisk Museum, Østervoldgade 5-7
København K. (Tlf. *Mi 5001).

Redaktion: Erling Bondesen (ansvarshavende), Mona Hansen, Søren Floris
Valdemar Poulsen.

TRYK: OFFSET-SERVICE VE. 58 98

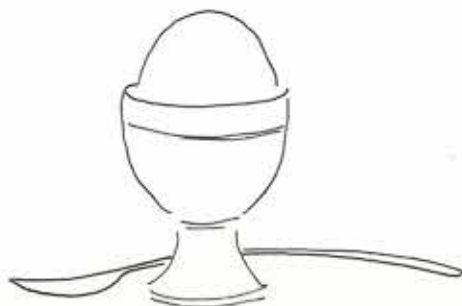
VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 10 kr i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 68880. Alle henvendelser vedrørende adresseforandring, fejl ved bladets levering o. lign. bedes rettet til postvæsenet.

Eftertryk af tekst og billeder er kun tilladt med kildeangivelse.



Æg af Hypselosaurus sammenlignet med et hønseæg.

Det er ganske instruktivt at sammenligne den størrelse, man har beregnet for de nyklækkede unger af Protoceratops og Hypselosaurus med de størrelser, som de voksne individer fik. Den nyklækkede Protoceratops må efter beregningerne have målt omkring 25 cm i længde og vejet næppe over 500 gram, medens den voksne havde en længde på ca. 2 m og en vægt på omkring 100 kg. Hypselosaurus-unger var ikke stort mere end 36 cm lang, og dens vægt var antagelig omkring 800 gram. Hvad Protoceratops angår var længde- og vægtforøgelsen fra nyklækket unge til voksen således henholdsvis 8 gange og ca. 200 gange, medens disse tal hos Hypselosaurus, hvor den voksne málte op mod 13 meter og havde en vægt på omkring 10 tons, således er henholdsvis omkring 30 gange og mere end 10.000 gange. Det er ganske imponerende tal, der således er tale om, men formodentlig er de blevet overskredet ret væsentligt af de største kæmpeøgler som Brontosaurus og Brachiosaurus (50 tons). Forskellige forhold gør det nemlig sandsynligt, at også disse kæmper "begyndte" som 800 grams baby'er.



de radioaktive stoffer dannes ved kosmisk stråling i stratosfæren eller i forbindelse med brintbombeeksplosioner og kommer hertil med nedbøren, eller på anden måde, via atmosfæren.

Sådanne radioaktive sporstoffer er blandt andet isotoperne kulstof-14 (C-14), silicium-32 (Si-32) og tritium (en brintisotop, H-3).

ALDERSBESTEMMELSE MED C-14

Kulstof-14 (C-14), som i udstrakt grad benyttes til arkæologisk og geologisk aldersbestemmelse, er blandt andet i Tyskland også blevet benyttet til datering af grundvand. Da atmosfærens C-14 indhold har været konstant gennem tiden, og da man kender tempoet for C-14's radioaktive nedbrydning (mængden af C-14 halveres på ca. 5.700 år), kan man ved måling af C-14 indholdet beregne alderen af den undersøgte vandprøve. I grundvandet er det C-14 indholdet i grundvandets indhold af HCO_3^- (bikarbonatjonen), man bestemmer. Metoden er dog ikke helt sikker, idet grundvandet såvel under nedsivningsprocessen som i selve grundvandszonen kan optage kulstof fra calciumkarbonat, CaCO_3 , der på grund af høj alder er C-14-fri. Denne optagelse må dog forventes hovedsagelig at være begrænset til den øverste del af jordlagene, og det har været muligt til en vis grad at korrigere for denne fejl.

På grund af den lange halveringstid for C-14 kan C-14-metoden benyttes til aldersbestemmelser op til omkring 25.000 år. I ældre prøver forøges usikkerheden betydeligt selv ved en ubetydelig forurening med yngre C-14. Grundvand fra 100 meters dybde ved Köln er ved C-14 bestemmelser beregnet at være 10.500 år gammelt, og grundvand fra 800 meters dybde ved Salzgitter er dateret til at være ca. 10.000 år gammelt.

ALDERSBESTEMMELSE MED Si-32

Den radioaktive silicium-isotop Si-32, med halveringstiden ca. 500 år har også været benyttet til datering af grundvand, men sikre dateringer foreligger endnu ikke. Denne isotops anvendelsesområde ligger op til en alder af ca. 1000 år.

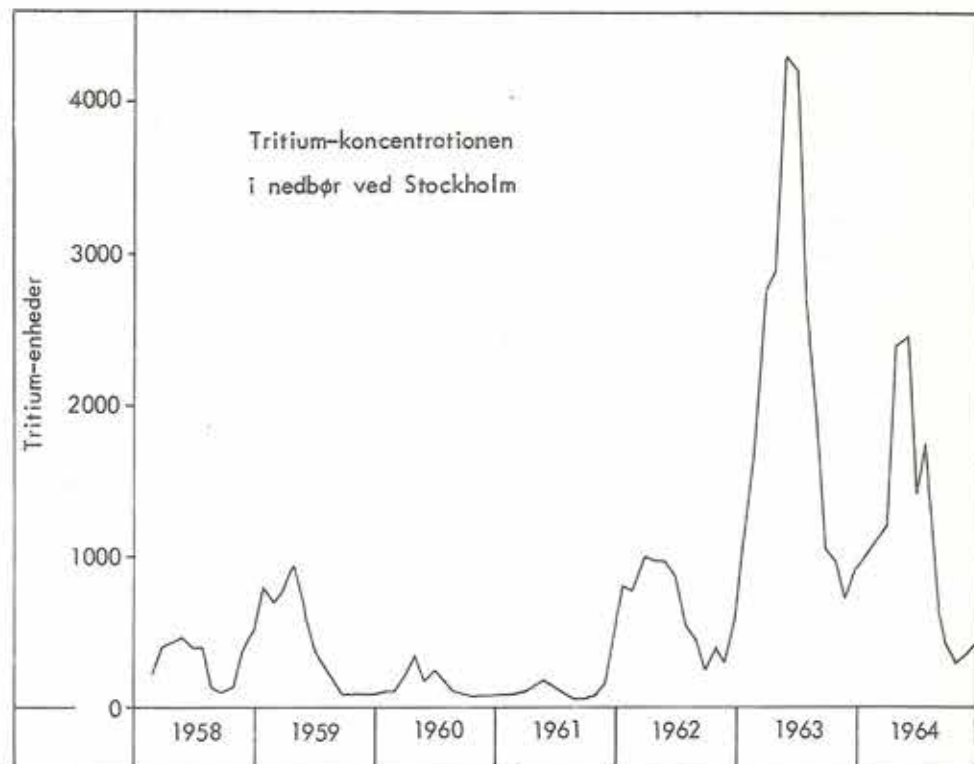
ALDERSBESTEMMELSE MED TRITIUM

Det unge grundvand, med en alder af op til 30-40 år, vil under visse omstændigheder kunne dateres ved hjælp af tritium, der er en radioaktiv isotop af brint. Den dannes i naturen ligesom de øvrige omtalte ra-

radioaktive isotoper ved kosmisk stråling i stratosfæren, men i den sidste halv snes år er der desuden dannet store mængder tritium ved brintbombsprængninger.

Mens nedbørens naturlige indhold af tritium før brintbombeforsøgene lå på 4-8 tritiumenheder (T.U.), (U = Unit = enhed), steg nedbørens tritiumindhold, som det fremgår af kurven over tritiumindholdet i nedbør fra Stockholm, i årene 1958-1964 til flere tusinde T.U. (Stigningen begyndte allerede i 1954, men regelmæssige måleresultater fra Skandinavien foreligger ikke før 1958).

Denne voldsomme stigning i nedbørens tritiumindhold kan også spores i de øvrige led af vandets kredsløb: vandløbene, planternes fordampning og i grundvandet. Da nedsivningens hastighed og grundvandets bevæ-



gelse skeletrester af fostrene, som var blevet bevaret af det indtrængende fine støv og udskillelser fra gennemsvivende mineralholdigt vand. Disse æg hører sammen med den ret lille dinosaur-øgle, *Protoceratops*, som man også udgravede talrige skeletter af de i samme lag. Æggene er aflange og ligner således nutidige øglers æg. Deres længde er ca. 20 cm.



Æg af *Protoceratops* liggende i "reden". Afstøbning af et sådant æg findes i Mineralogisk Museum i København.

Siden da har man fundet dinosaur-æg flere andre steder i verden - i Østafrika, i Brasilien, i det vestlige Nordamerika, i Portugal og først og fremmest i Sydfrankrig, hvor omkring hundrede æg er kommet for dagens lys i det sidste årti. De sydfranske æg anser man hovedsageligt for at tilhøre den store dinosaur-øgle, *Hypselosaurus*, hvis knogler kendes fra de samme lag. *Hypselosaurus*-æggene (hvoraf Mineralogisk Museum i København fornylig har erhvervet et fint eksemplar) måler omkring 23 cm i længde, og er ovalt afrundet - nærmer sig således hønsæggets form.

GAMLE ÆG

af SVEND ERIK BENDIX-ALMGREEN

I den sidste filmatisering af Conan Doyle's spændende novelle "Den svundne verden" lader man helten, professor Challenger, redde sig ud af diverse håbløse situationer med et æg af en flyveøgler i behold. Alt andet bevismateriale er gået tabt, men det lykkes på mirakuløs vis at få ægget med tilbage til civilisationen og få det udruget. Flyveøglen, som på denne fantastiske vis er kommet i hænderne på videnskaben, undslipper imidlertid under demonstrationen for en videnskabelig forsamling, men har forinden overbevist selv den mest skeptiske om professor Challenger's pålidelighed.

Denne fascinerende fortælling vil uvilkårligt få mange til at tænke: "Hvor meget ved man egentlig om fortidens krybdyr på dette punkt? Ved man i det hele taget, om de lagde æg eller fødte deres unger levende?"

Man ved faktisk lidt herom. Således er man klar over, at der fandtes både levendefødende og æglæggende former. Til den første kategori hører hvaløglerne, som levede i stort tal i fortidens have fra midten af triastiden til langt op i kridttiden. Til den anden kategori må man formode, at størsteparten af de store landkrybdyr hørte, og man kender forstenede æg tilhørende nogle af disse former.

Fundene af disse ældgamle æg stammer hovedsageligt fra aflejringer dannet i kridttiden og har en alder på 70 - 100 millioner år, men der er fornylig dukket enkelte fund op fra slutningen af juratiden, hvilket vil sige, at krybdyræg kendes omkring 150 millioner år tilbage i tiden.

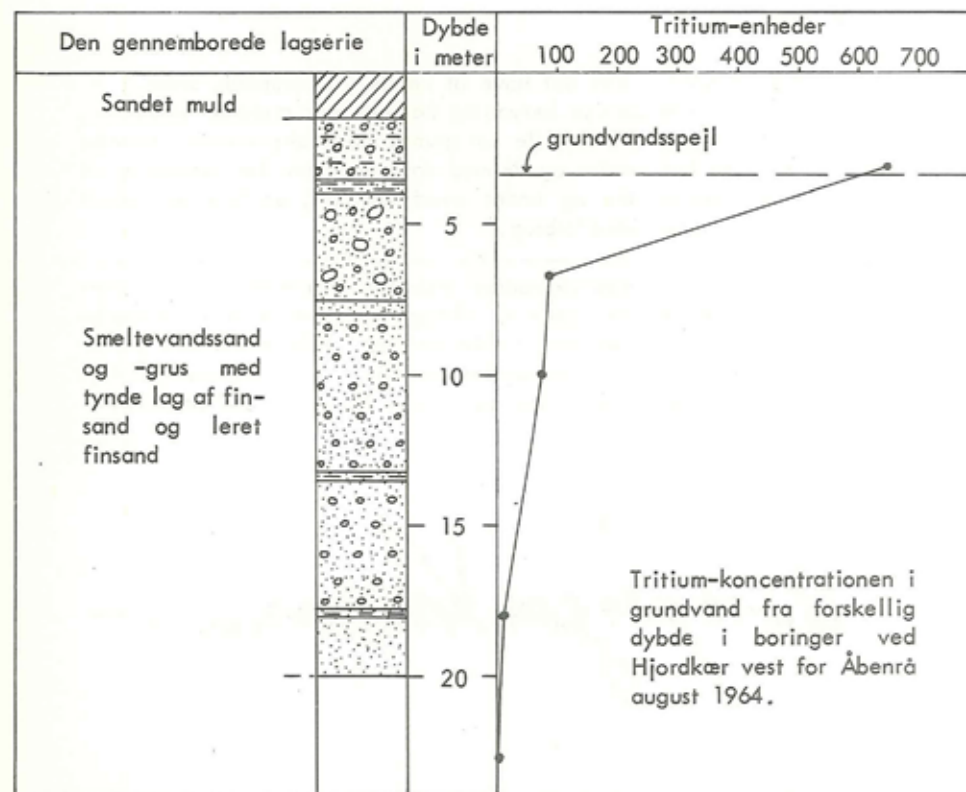
Det var i Mongoliet, man gjorde de første fund af forstenede æg, som med sikkerhed kunne knyttes sammen med fortidsøgler. Her opdagedes i 1922 af en amerikansk ekspedition hele reder med æg, der lå sirligt ordnede i koncentriske ringe, akkurat som de i slutningen af kridttiden var blevet lagt af øglehunner. En del af æggene var af uopklarede årsager aldrig blevet klækket, og i deres indre fandt man ved nærmere undersø-

gelseshastighed er lille, vil det forøgede tritiumindhold kun være nået ned til en vis dybde i grundvandet. Som følge heraf er det muligt at få oplysninger dels om nedsivningshastighed og nedsivningsmængde, men under visse omstændigheder også om grundvandets strømhastighed og dets alder.

DANSKE TRITIUM-MÅLINGER

Der er herhjemme endnu kun udført ganske få analyser af tritiumindholdet i grundvand.

En serie grundvandsprøver fra Sønderjylland, Hjordkær vandværk vest for Åbenrå, viser, at tritiumindholdet aftager med dybden fra ca. 685 T.U. i overfladen af grundvandszonen til 4,8 T.U. i ca. 25 m dybde.



Mens det dybeste grundvand fra ca. 25 meters dybde ved Hjordkær må anses for at være ældre end 1954, må det overliggende grundvand være dannet af regn og sne efter 1954. Da der imidlertid er mulighed for en vis opblanding dels under borearbejdet og dels som følge af op-pumpning fra en nærliggende vandværksboring, må disse aldersbestemmelser tages med et vist forbehold.

Fra Nordøstsjælland, Langstrup kildeplads, hvor Gentofte kommune oppumper en stor del af sit grundvand, foreligger enkelte analyser, der viser, at grundvandet fra kalklagene i 42,5 - 77,5 m's dybde indeholder under 1 T.U., hvilket medfører, at alderen af dette grundvand må være større end 25 år.

Analysen af grundvand fra brønde og borer i sandlag til dybder fra 6,5 - 32 m i samme område viser tritiumkoncentrationer 80 - 7 T.U., hvilket er tegn på tilskud af nedbør efter 1954.

STOR BETYDNING

Hvilken betydning kan det have at kende grundvandets alder? - Ud over den rent videnskabelige betydning har det stor praktisk betydning, idet grundvandets alder kan fortælle om grundvandsforekomsternes størrelse og deres indbyrdes forbindelse og dermed også om faren for forurening af grundvandet med spildevand og andet overfladevand, en fare der vokser med det stadig voksende vandforbrug.

I forbindelse med undersøgelserne under den "Internationale Hydrologiske Dekade" er det hensigten at udbygge og anvende dateringsmetoderne ved klarlæggelsen af en lang række forhold i forbindelse med grundvandsundersøgelserne. Den "Hydrologiske Dekade" er 10 års internationalt videnskabeligt samarbejde om vand og vandproblemer. Det begyndte i 1965.

Lars Jørgen Rasmussen

NY BOG!

Der er i sommer udkommet en "Danmarks geologi" som vi tror, Varv's læsere kan få glæde af.

TILTRÆNGT

I lange tider har Danmarks-geologi'er kun været til at få antikvarisk eller som duplikerede forelæsningshefter uden billeder. Faktisk er der i over 25 år ikke kommet nogen bog med en samlet fremstilling, og de gamle er efterhånden på mange måder forældet. Der er derfor god grund til at glæde sig over, at man nu kan få en tidssvarende bog om vort lands tilblivelse.

MODERNE

H. Wienberg Rasmussen's "Danmarks geologi" er i den grad ført à-jour, at den flere steder fortæller om forskningsresultater, der endnu ikke er blevet trykt andre steder. Og heldigvis er den skrevet sådan, at den uden videre kan blive den moderne håndbog for alle interesserede.

STORT STOF - LET AT BRUGE

Bogen fortæller i lys af den seneste forskning om hele det danske riges geologiske opbygning og udvikling. Hovedafsnittene er: Danmarks undergrund og Danmark i kvartærperioden samt Færøerne og Grønland.

Det er nemt at få oplysninger om netop det, der interesserer i øjeblikket. Vil man gå videre med et emne, får man udmærket hjælp fra bogens liste over fagbøger.

Stor værdi har de over 250 illustrationer. Blandt andet giver de god besked om en mængde forsteninger, tegnet smukt og klart af tegner Christian Rasmussen. Og naturligvis er der mange kort over de geologiske forhold de forskellige steder.

Siderne er to-spaltede, og teksten er behagelig at læse. Den mangler praktisk taget alle vanskelige fagord - de få uundgåelige er forklaret, som regel i selve teksten. Som særlig service giver en afsluttende ordliste også forklaring af fagord, man vil støde på, hvis man går i gang med den danske egentlige faglitteratur.

FORHOLDSVIS BILLIG

H. Wienberg Rasmussen - Danmarks geologi.
Gjellerups liniebøger, Gjellerups forlag.
174 sider, illustreret.
1. udgave, 1966, kr. 34,50.

ST.

Bothwell, der døde som statsfange på Dragsholm (i 1578 ?).

Fra Fårevejle kirke ser man mod øst ud over den 55 kvadratkilometer store kunstigt inddæmmede og tørlagte Lammefjord. Bredden af fjorden gik i historisk tid lige sydøst for kirken.

I begyndelsen var Lammefjorden forøvrigt efter istiden landjord ligesom den lave moræneslette mod syd ned mod Jyderup - og ligesom den senere kunstigt tørlagte Sidinge Fjord. Der er fundet begravede tørvemoser og træstammer fra den tid (Fastlandstiden). Men for henved 7000 år siden steg havet og trængte ind over de laveste området. Dette "stenalderhav" (Litorinahavet) dækkede størstedelen af Odsherred. Det var hovedsagelig kun de gamle oppresningsmoræner, der stak op af havet. I vest lå oversvømmede hedesletter, og i øst lå de gamle gletscheres oversvømmede "tungebækkener" som fjorde.

Senere landhævning har bragt en del på det tørre igen - Fårevejle kirke er bygget på noget, der i Litorinahavets tid havde været en ø. Sidinge Fjord og Lammefjorden blev inddæmmede og tørlagt, henholdsvis fra 1842 og i 1873-1877 samt i 1946. Et par hundrede meter sydøst for kirken er der blevet gravet skaller af fjordens muslinger og snegle (til hønsfoder) - østers, blåmusling, hjertemusling, tæppemusling, strand-snegl og dværgkonk. Den lette jord fra fjordtiden bruger man blandt andet til specialafgrøder som asparges.

Også nordligst i Odsherred taler landskaberne geologisk. Sommerlandet ved RØRVIG er en morænelersflade fra istiden samt stenalderhavbund, der under senere landhævning er blevet forsynet med hele sribesæt af strandvolde - og dertil et vidt udbredt flyvesandsdække fra historisk tid hen over det ældre landskab.

KLINTEBJERG er et 35 m højt forbjerg af istidsjordlag på nordkysten. I Litorinahavets tid var Klintebjerg en ø. Der er fundet oldtidsbopladser ved øens kyst. Blandt geologerne er Klintebjerg kendt som findested for smeltevandsrullede blokke af forsteningsrig kalksten fra både yngste kridttid og ældste tertiærtid. Blokkene er under istiden fragtet frem af gletschere og smeltevand, der kom fra Køge Bugt-området (?). Der er så mange kalkrullesten, at man ligefrem udvinder dem ved gravning.

SJÆLLANDS ODDE med mange smukke stoppesteder er for en stor del bakked af tidligere vidtstrakte istidsaflejringer (nu kraftigt beskåret af havet) - for eksempel med Overby (med Odden Kirke's monument for de danske faldne i slaget ved Sjællands Odde i 1808) og med Yderby. Selve den yderste spids, Griben, er en 16 meter høj bakke af moræneler fra istiden. Foruden af bakkelandet består Sjællands Odde af flad hævet stenalderhavbund med strandvolde og flyvesand - for eksempel Yderby Lyng. Den nye færgehavn mellem Griben og Yderby er bygget ud fra hævet stenalderhavbund.

Man formoder, at hele Oddens form er betinget af randforløbet af en gletscher, der under "Odsherredfremstødet" lå i Kattegat-området.



FRA MINERALERNES VERDEN

af mona hansen

Hvordan kan geologer holde rede på alle de tusinder af forskellige "sten" eller bjergarter, der findes i naturen? Det kan de ved at undersøge og bestemme "stenenes" bestanddele, nemlig mineralerne. Disse har en række egenskaber, hvoraf nogle vil blive nærmere omtalt her.

Et eller flere mineraler kan danne en bjergart og her vil der være tale om næsten utrolig mange kombinationsmuligheder, således at man får en meget lang række forskellige bjergarter.

Der kendes ialt over 2000 mineraler, men kun ca. 200 er nogenlunde almindelige. Af disse er igen ca. 9 med til at danne de bjergarter, der udgør 95 % af jordskorpen.

HVAD ER MINERALER ?

Mineraler er stoffer, man finder i naturen - i mange tilfælde det, man vil kalde "sten". De er enten grundstoffer eller kemiske forbindelser af grundstoffer. Som eksempel på de første kan nævnes sølv (grundstoffet sølv, Ag), kobber (Cu), grafit og diamant (kulstof, C) og svovl (S). De kemiske forbindelser af grundstoffer er langt de talrigste - her er for eksempel mineralet kvarts (SiO_2) opbygget af grundstofferne silicium (Si) og ilt (O_2), stensalt (natriumklorid, NaCl) opbygget af grundstofferne natrium (Na) og klor (Cl) - og feldspat (KAlSi_3O_8), kaliumaluminiumsilikat, opbygget af grundstofferne kalium (K), aluminium (Al) silicium (Si) og ilt (O). Et minerals sammensætning - og dermed dets øvrige egenskaber - varierer højest indenfor visse snævre grænser.

I et laboratorium vil man kunne fremstille de forskellige mineraler ved at forene de grundstoffer, der opbygger dem, men disse produkter vil man ikke kalde mineraler. Et mineral skal nemlig både forekomme og være dannet i naturen uden menneskets indgriben.

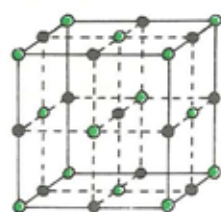
HVORDAN DANNES MINERALER ?

Ved mineraldannelse vil placeringen af de enkelte byggeelementer (grundstoffer og kemiske forbindelser), der udgør mineralet være bestemmende for mineralets ydre form. I nogle få tilfælde er byggeelementernes indbyrdes placering helt tilfældig og mineralet får ikke nogen bestemt form og det betegnes amorf.

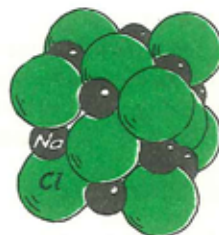
Hvis byggeelementerne derimod lejes på en ganske bestemt regelmæssig måde, siger man, at mineralet krystalliserer. Det ydre udseende får en "form", som dog vil variere efter placeringen af det enkelte minerals kemiske bestanddele.

Som illustration af dette kan vi bruge mineralet stensalt. Som allerede nævnt består det af natriumklorid (NaCl), altså grundstofferne natrium og klor. Et atom af natrium og et atom af klor danner et natriumkloridmolekyle. Bare et enkelt korn salt på ægget består af millioner af molekyler, der hver for sig har alle stensalts egenskaber.

Ved krystallisation af stensalt vil de enkelte natrium- og kloratomer placere sig som vist på figuren - skiftevis natrium og klor. Det kaldes et krystalgitter.

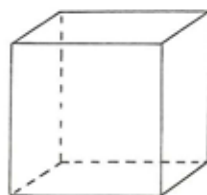


skematisk tegning af krystalgitter for stensalt.



krystalgitter med rigtige indbyrdes størrelsesforhold (40 millioner ganges forstørrelse).

Krystalgitteret bestemmer krystallens udseende og en stor del af det krystalliserede stofs øvrige egenskaber.



Stensalt-krystal

dem og sendte leret ud i havet mellem Skotland og Norge og afsatte grus og sand i tykke lag som de jyske hedesletter (der går ud under nutidens Vesterhav). Derfor ser den midtjyske "hovedstilstandslinie" som regel ud af forbavsende lidt, terrænmæssigt. - Fra hovedstilstandslinien smeltede indlandsisen tilbage, dengang en afgørende klimaforbedring indtrådte for ca. 17.000 år siden. Men tilbagesmeltningen stoppede flere gange og afløstes af fremrykning over land i kortvarige koldere tidsrum. Det var fremstød fra øst og sydøst hen over det sydøstlige Danmark.

Ved disse fremstød kunne indlandsisens frontgletschere op presse flager af den foranliggende stivfrosne jordbund. Flagerne blev senere efterladt som vældige, mere eller mindre krumme bakkedrag - oppresningsrandmoræner - som fortæller, hvor langt isranden kunne nå. Den oppressede forhåndenværende jordbund kunne selvsagt bestå af mange forskellige ting, men ofte var det stivfrosset smeltevandssand, der blev revet op i flager og skubbet afsted.

Her ved Bjergsted står man på en sådan randmoræne og ser mod vest ca. 60 meter ned på en hedeslette af smeltevandssand. En kilometer nord for Bjergsted by var der et sted, hvor særlig meget smeltevand nåede frem med sand til hedesletten, da indlandsisen for alvor smeltede bort fra egnen. Blandt andet herfra skræner sletten mere eller mindre jævnt ud til Kattegat, via Saltbæk Vig. Ellers formedes sletten især ved smeltevandstilførsel fra Syd- og Østsjælland via Åmosen.

Østpå ses det lavtliggende område med Jyderup, hvorfra Bjergstedgletscheren kom.

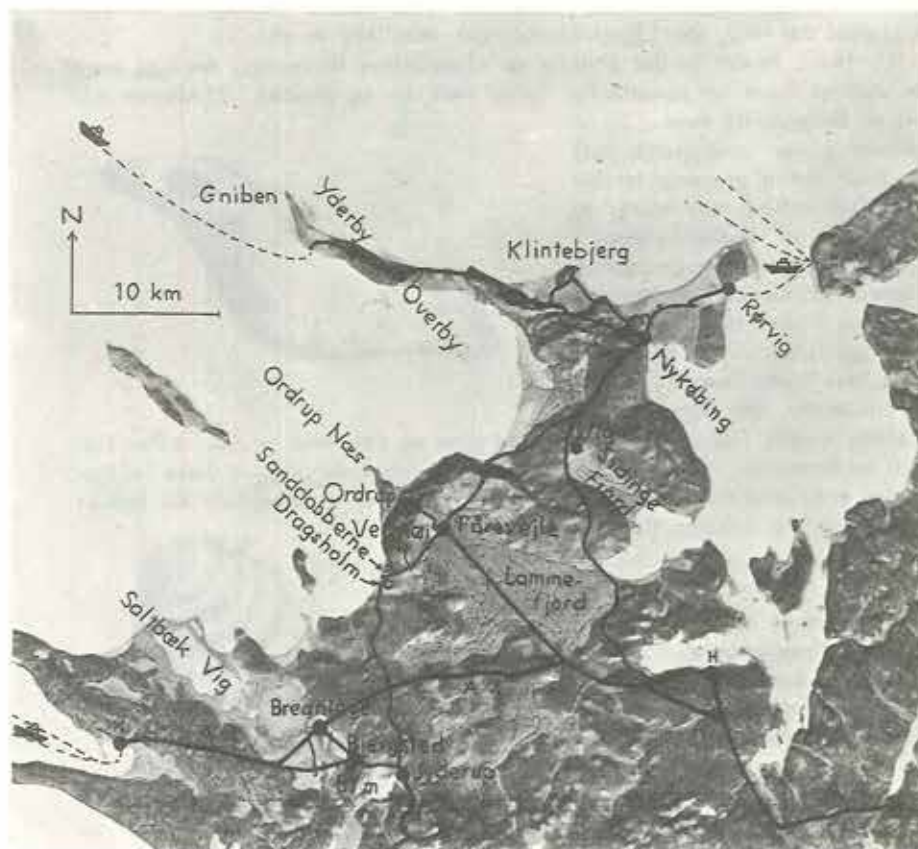
Kør fra Bjergsted til Fårevejle via Sanddøberne (fredet flyvesandsområde, ved Dragsholm - borg nævnt i 1300-tallet men som genialt placeret borgsted sikkert betydeligt ældre) og via Ordrup (indenfor Ordrup Næs).

I ORDRUP har man fra vejen ved den forhenværende vindmølle (i små 60 meters højde over havet) en prægtig udsigt over Sejrø Bugts øer og næs. Den vældige bakkerække, som man krydser mellem Ordrup og Fårevejle, er en oppresningsrandmoræne ligesom Bjergsted-bakken og forøvrigt af samme alder. Ved Vejrhøj nås højden 121 m over havet, og højder på 90 - 100 meter er almindelige. "Vejrhøjbu" er presset sammen foran en gletscher, der havde løsnat flager af stivfrosset istidsjord, mens den gled frem gennem Lammefjordsområdet østfra. Fra Ordrups møllebakke ser man nede langs stranden en strimmel hedeslette i den spidse vinkel mellem Ordrup Næs og "Vejrhøjbu". Den svarer til Bjergsteds hedeslette.

Samme historie kunne fortælles om bakkerne vesten om den tørlagte Sidinge Fjord ("Hønsingebu", ved byen Vig) og vesten om Nykøbing Bugt ("Højbybu"). Alle disse bakkedrag viser vestgrænsen for et Ods-herred-fremstød af en indlandsis med ujævnt fliget rand.

FÅREVEJLE KIRKE er blevet berømt, fordi man der kan se det indtørrede lig af hvad der efter traditionen er skotten James Hepburn, jarl af

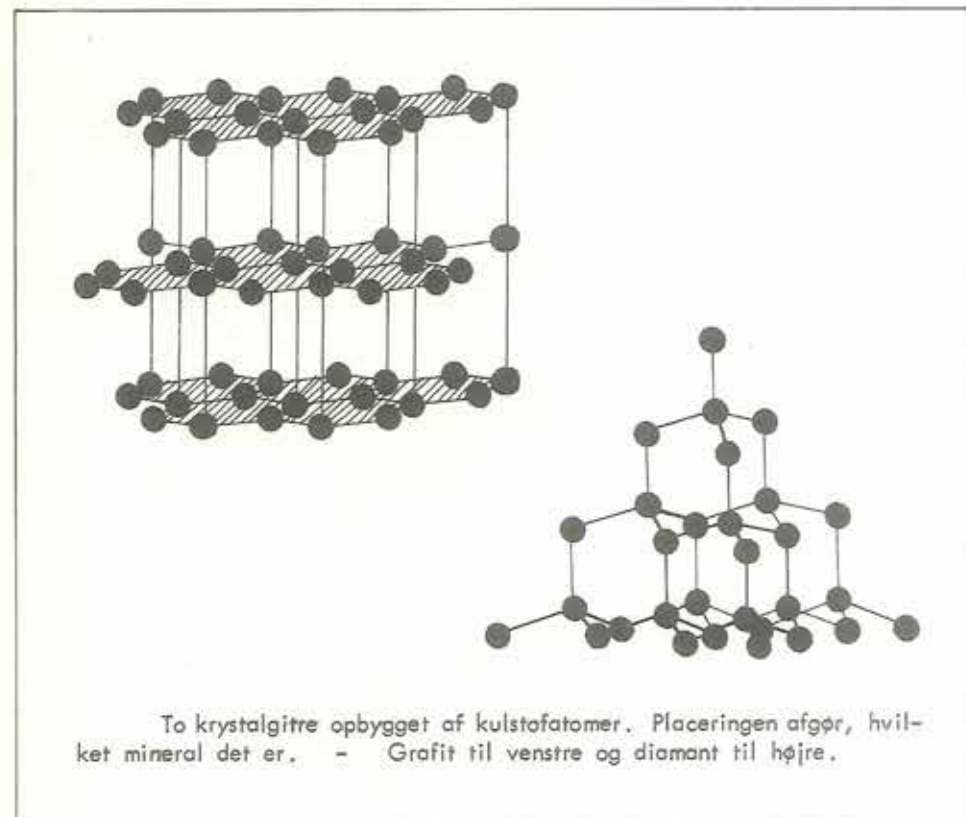
BESØG ISRANDEN



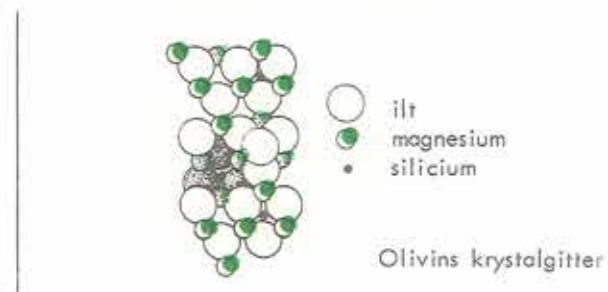
Nordvestsjælland tog form gennem de sidste 15.000 år. Landskabeligt smukke steder fortæller vigtige afsnit af historien.

Begynd i BJERGSTED, der nås fra hovedvej 4, når der drejes fra i Bregninge og køres 3 km mod sydøst. Gå ad stien mod vest og sydvest op på "bjerget" (87 m over havet) og se ud over sletten mod vest. Her er en israndsstilling fra tiden, da det meste af Sjælland endnu for godt 15.000 år siden lå under den skandinaviske indlandsis.

Forinden havde indlandsisen gennem et rundt halvt hundrede tusind år haft sin yderrand gående ind fra Vesterhavskysten til Viborg-egnen og derfra stik syd til ned i Tyskland. Det var en klima-betinget stilstandslinie, hvor ismasserne smeltede bort i samme tempo som ny gletscheris gled frem fra det centrale Skandinavien. Isen havde vældige masser af grus, sand og ler med sig, men det rigelige smeltevand fik fat i det meste af

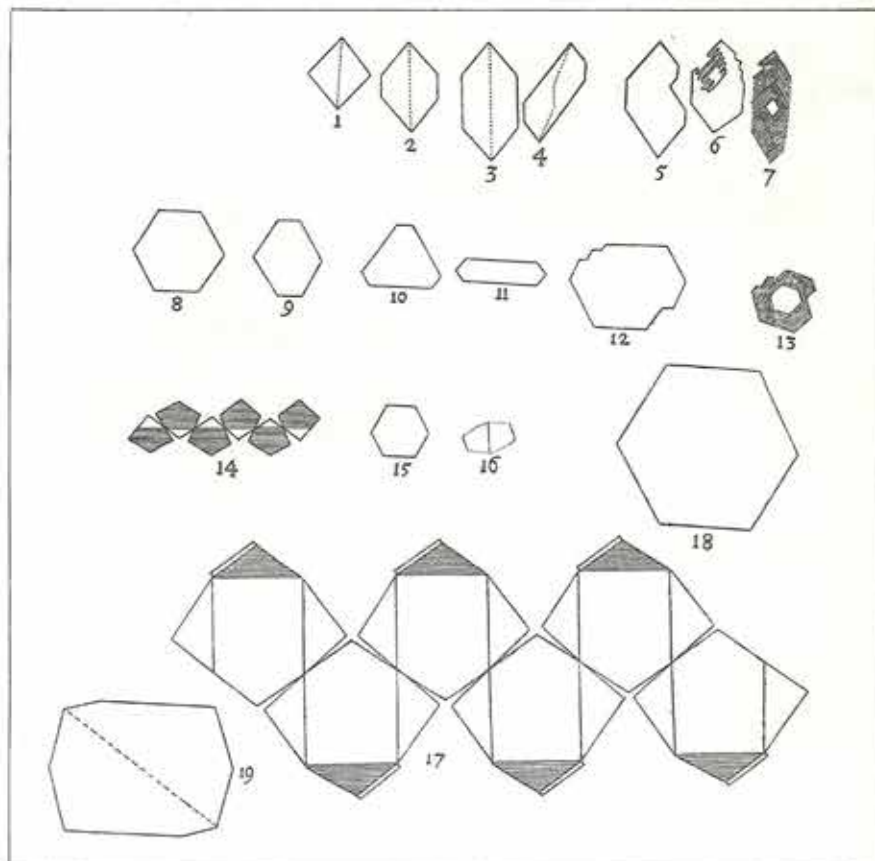


For hver enkelt mineral vil de kemiske bestanddele (atomer) være anbragt på en for dette mineral karakteristisk måde i krystalgitteret.



Når man vil undersøge disse gitres opbygning, må det gøres ved hjælp af røntgenstråler. Herom måske mere en anden gang.

Så tidligt som i 1669 beskrev danskeren Niels Steensen en del krystaller og opstillede "loven om kantvinklens konstans". Denne lov siger, at vinklen mellem tilsvarende flader er konstant i alle krystaller af det samme mineral.



Niels Steensens (Nicolaus Steno) berømte tegninger af krystaller fra hans banebrydende arbejde "foreløbig meddelelse til en afhandling om faste legemer, der findes naturlig indlejrede i andre faste legemer" - "De Solido intra Solidum Naturaliter Contento Dissertationis Prodromus". Afhandlingen, der gjorde Steno til "geologiens fader" udkom første gang i Florens i 1669. Steno illustrerer ved sine tegninger bl.a. "loven om kantvinklens konstans".

Skal : Skal ikke

I forrige nummer af Varv blev der fortalt om forsteninger. Her skal fortælles om ting, der ligner forsteninger men ikke er det.

Her i landet er det navnlig de almindelige flintesten, der kan narre ved at have en betænkelig lighed med dyr og planter. Flintesten har tit en besynderlig form. De er dannet i vor undergrunds kalk og kridt ved at grundvandet har udskiftet kalken med kisel, og på grund af forskelligheder i grundvandets fremtrængningsmuligheder og kemiske sammensætning har flinten fået meget forskellige former. Der er flintesten, der ligner knogler, og der er flintesten, der ligner barnefødder, fugle, fisk og obehoveder med øjne og det hele - der er et rigt felt for fantasien. Men slår man stenen itu, viser det sig, at hele herligheden er knyttet til den tilfældige ydre form. Der er ikke tale om forkislede bløddele omkring (forkislede) knogler.



Flint er også lumsk af en anden grund. Den har "muslet brud". Det vil sige, at dens brudflader har mere eller mindre tydelige buede flader og ribber, som ganske besnærende kan ligne aftryk af muslingeskaller.



Andre fejlmuligheder er mere sjældne her i landet. De vigtigste er nok sten, der ved forvitring har fået påfaldende form eller mønster - de kan ligne skildpadder og fuglehoveder.

Visse fintstribede og måske foldede bjergarter kan som løse sten godt have en betænkelig lighed med forstenet træ.

Endelig er der de forbavsende mængder af mos og tang, man kan finde på flader, der går på kryds og tværs i sten, især finkornede kalksten. Det sorte mos kan oven i købet sidde uden på runde kalksten i grusgravene. Det ser urimeligt ud og har da heller ikke noget at gøre med planteforsteninger. Under navn af dendritter er det mineraludskillelser fra grundvand, der ved hårrørsvirkning er trængt frem i tynde sprækker i stene. Dendritterne uden på de runde grusgravssten er dannet, mens stene endnu sad fast i det stenede grus. Kemisk set er dendritterne næsten altid jern-mangan-ilter.



Hvor de her nævnte fysiske egenskaber ikke slår til, må man ty til mere laboratoriebetonede og mere omstændelige bestemmelsesmetoder. Da det blandt andet er den kemiske sammensætning, der er karakteristisk for mineralet kan man ved en kemisk analyse nå et godt stykke videre. En kemisk analyse er imidlertid ikke altid dækkende, og mineralet underkastes derfor meget ofte optiske undersøgelser i et specielt mikroskop forsynet med talrige finesser og dikkedarer. Et sådant, iøvrigt ret bekosteligt, mikroskop er mineralogens og geologens fornemste våben. (Vi vil i et senere Varv fortælle, hvordan man ved hjælp af dette mikroskop undersøger en bjergart).

Til slut - hvorfor gør man så meget ud af at bestemme mineralerne? Er det bare for at hæfte et navn ved stykket, så det kan komme i den rigtige skuffe? - Nej slet ikke. Mineralerne er jo byggeelementer i bjergarterne - og bjergarterne fortæller mangt og meget om naturen af helt afgørende betydning for meget geologisk arbejde. *mh*

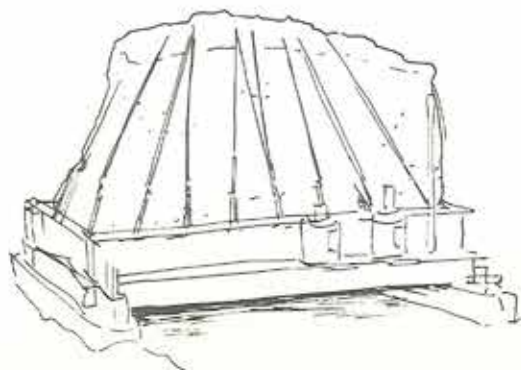
X

Igen i sommer prøver man at bjerge verdens 5' største meteorit til København. Ved redaktionens slutning var det meningen, at et bjergningshold skulle afrejse midt i juli.

Meteoriten blev i 1963 fundet nær Thule i Grønland. Ved bjergningsforsøg i 1964 og 1965 nåede man blot at få slæbt den vældige jernklump frem til kysten. I år lykkes det forhåbentlig at få den sejlet hertil, engang først på efteråret.

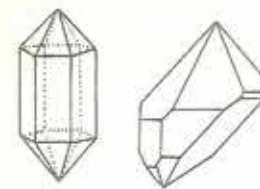
Sandsynligvis udstilles jernmeteoriten i Mineralogisk Museum på Øster Voldgade i København. Derved bliver den verdens næststørste udstillede meteorit. Den største udstillede (31 tons jern) er også fra Thule - den blev i 1897 bjerget til New York. Verdens største meteorit er jernklumpen Hoba, som stadig ligger på findestedet i Sydvestafrika. Den er nu på 60 tons, mens endnu 30 tons synes at være rustet væk.

Den "nye" meteorit er opkaldt efter findestedet, Agpalilik, Klippen hvor søkongen bor. Efter den seneste vurdering vejer den 17-18 tons.



ST

I naturen er det ikke så almindeligt at finde smukke "ideal-krystaller", idet vækstbetingelserne er uhyre varierende. De fleste krystaller bliver under væksten skæve og fortrukne, men loven om kantvinklens konstans gælder alligevel i alle tilfælde.



lige og skæv kvartskrystal

Loven forklares ved en nøje sammenhæng mellem den indre struktur (krystalgitteret) og den ydre form (krystallen).

Krystaller er begrænset af plane flader, og krystallerne vil have en eller anden form for symmetrisk arrangement af disse flader.



granat



kalkspat

Efter de forhåndenværende symmetriforhold kan alle krystaller anbringes inden for bestemte krystalsystemer, som igen kan underafdeles i krystalklasser.

Et minerals krystaltype er en meget vigtig egenskab, når det drejer sig om bestemmelse og identificering af et mineral. I praksis sker undersøgelse af krystaltypen tit med et særligt mikroskop, der kan give besked om lysstrålers passageforhold i krystallen - disse passageforhold giver værdifuld besked i de tilfælde, hvor krystalformen er ødelagt ved slid som for eksempel i flodgrus.

MERE OM MINERAL-DANNELSE

Mineraler kan dannes ved 1) størkning 2) sublimation 3) udfældning og 4) omdannelse. Et eksempel på størkning: Smeltede stenmasser, der ved et vulkanudbrud er kommet frem på jordoverfladen, vil størkne som lava, fordi temperaturen pludselig falder - i nogle tilfælde omkring 1000°. Foregår størkningen meget hurtigt, vil atomerne ikke kunne nå at placere sig regelmæssigt og resultatet bliver et amorf stof, i dette tilfælde vulkansk glas, der til forveksling ligner kunstigt fremstillet glas. Foregår

størkningen langsommere vil der ske en krystallisation - en krystaldannelse. Jo længere størkningen varer, jo større vil krystallerne nå at blive.

2) Sublimation er betegnelsen for at et stof går direkte fra luftformig tilstand til fast form. Opvarmer man en klump is (fast tilstandsform) vil den smelte til vand (flydende tilstand) og yderligere opvarmning vil give vanddamp (luftformig tilstand). Det modsatte foregår ved afkøling. Ved sublimation optræder den flydende tilstandsform overhovedet ikke. Mineraldannelse ved sublimation finder sted ved vulkaner.

3) Udfældning. Mineraler kan udskilles fra vandopløsninger når mætningsgraden er nået - det kan ske a) ved afkøling b) ved trykaflastning. Når vand siver gennem jordlagene, vil det optage forskellige stoffer. Disse kan så på et senere tidspunkt udskilles igen og danne mineraler. For eksempel vil kalk kunne transporteres og udskilles som revnefyldninger, som drypsten i huler eller ved jordoverfladen som kildekalk (frådsten).

Mineralet kan eventuelt også udskilles omkring en kerne af et eller andet og dermed danne en konkretion, eller det omvendte - fylde et hulrum ud.



Konkretion



Hulefyldning

4) Ethvert mineral er stabilt (bestandigt) under visse tryk- og temperaturforhold. Hvis disse forandres vil de grundstoffer, der indgår omplaceres således, at der dannes andre mineraler, som er stabile under de ændrede forhold. Mineral-omdannelse sker vidt og bredt ved jordskorpebevægelser, hvor jordlag flyttes til højere eller dybere niveau i jordskorpen.

FARVE

En meget vigtig fysisk egenskab er mineralets farve, eller mangel på farve. Nogle kendes simpelthen på deres farve, som for eksempel det kraftigt grønne malakit - et kobbermineral. En del mineraler kan indeholde urenheder og dermed erhverve en farve. Et og samme mineral kan godt optræde med forskellige "lånte" farver. Et mineral som flusspat kan således optræde farveløst, grøn, gul, violet og lyserød, uden at der kan påvises nogen variation i dets egen sammensætning.

Nogle grundstoffer kan erstatte hinanden i et minerals kemiske sammensætning. Det gælder f.eks. zink (Zn) og jern (Fe). Mineralet zinkblende (ZnS) vil, hvis det kun indeholder zink, have gul farve, mens en delvis substitution (erstatning) af zink med jern vil give mineralet gradvis mørkere farve over brun til næsten sort.

Radioaktiv bestråling vil kunne ændre et minerals farve, f.eks. vil stensalt, der ellers er farveløst, blive blå ved bestråling.

FARVESPIL

Man siger et mineral har farvespil i de tilfælde, farven varierer når man drejer mineralet i lyset. Det vil med andre ord sige, at farven er afhængig af, hvordan lyset rammer mineralet og dets retning igennem det.

STREG

Når man skal bestemme en række "sorte" mineraler, vil man benytte sig af "stregfarven", d.v.s. mineralets pulverfarve. Med mineralet tegner man simpelthen en streg på en hvid ru hård flade. Man er enedes om at bruge uglaceret porcelæn (en skåret kop). Denne streg kan for forskellige, men tilsyneladende ens mineraler blive: rød, rødbrun, gulbrun eller sort. Det er en god måde til at skelne f.eks. de forskellige jernmalme.

ANLØBNING

Mineraloverflader kan "anløbe", det vil sige, at den egentlige farve forandres på grund af luftens indvirkning. Det er det, man kender fra dagliglivet, når sølvtøjet trænger til at pudses.

"Rustfarver" kan nævnes her, de skyldes selvfølgelig jernforbindelser.

MAGNETISME

Enkelte mineraler er uden videre magnetiske, hvilket man kan prøve med en almindelig håndmagnet eller et kompas. Selvfølgelig indgår der jern i disse mineralers kemiske sammensætning.

BØJELIGHED m.m.

Nogle mineraler kan skæres i spåner og f.eks. metallisk sølv og guld kan hamres ud i tynde plader uden at bryde. Nogle er bøjelige, det vil sige, de lader sig bøje uden at få den oprindelige form tilbage, andre er elastiske, det vil sige, de kan bøjes og straks derefter antage udgangsformen igen.

Gips og glimmer har begge lys farve, hårdhed 2 og spaltelighed i en retning. Spaltebladene hos glimmer er elastiske mens de hos gips knækker ved forsøg på bøjning. - En egenskab, der gør at man let kan kende disse mineraler fra hinanden.

MASSEFYLDE

er et udtryk for mineralets vægt. Den angives med et tal, som står for vægten af en kubikcentimeter af stoffet angivet i gram. For mineraler skelnes groft mellem to "massefylder". Det drejer sig om almindelig stenmassefylde på 2,5 - 3,5 og om malmmassefylde på omkring 5.

Hvilken af de to massefylder et mineral har vil let kunne afgøres ved, at man simpelthen tager mineralstykket i sin hånd. Et mineral med malmmassefylde vil for en dansker med almindelig "stenerfaring" altid føles påfaldende tungt. Det drejer sig i de fleste tilfælde om såkaldte malme, d.v.s. mineraler, der indeholder så meget metal, at det økonomisk kan betale sig at udnytte dem.

GLANS

Når lys rammer et mineral, vil en del af lyset forlade det igen (man kan se mineralet) efter visse fysiske love. Mineraler har en bestemt glans, som kan være lidt forskellig, afhængig af det specielle minerals overflade, dets lysbrydning (måde at lade lys passere på) og lysabsorption (lysopsugning). Mineraler, der er uigennemskinnelige for lys har metalglans. De er som regel helt mørke og virker metalagtige. Alle lysere mineraler har ikke-metalglans, og de kan i hvert fald i tynde fliser være helt gennemsigtige. Hos denne gruppe mineraler skelnes der mellem forskellige "glanser" f.eks. glasglans, fedtglans og diamantglans.

Glasglans forekommer almindeligt og findes bl.a. hos kvarts. Stensalt og talk har fedtglans - de ser fedtede ud. Diamant har en "hård" glans - diamantglans - fordi en stor del af lyset rikochetterer inde i krystallen og kommer ud igen.

"Glanse" er ganske primitivt benævnt som det de minder én om, når man betragter mineraleme. Yderligere kan f.eks. nævnes silkeglans og perlemorsglans.

HVORDAN FOREKOMMER MINERALER ?

De fleste mineraler optræder enkeltvis eller flere sammen - som store masser - bjergarter. I en bjergart vil mineralerne kun sjældent have ren klar krystalform, idet nabomineralerne har begrænset den plads, der var til rådighed. —→



Svanekegranit



Rhombeporfyr

← I dette tilfælde indeholder bjergarten "svævende" krystaller af feldspat. Forklaringen herpå er, at de store feldspatkrystaller blev dannet ved størkning før den øvrige del af bjergarten (grundmassen).

Nogle mineraler kan danne store masser af små runde korn, der ligner ærter (pisolit) - hvis de runde korn er endnu mindre, taler man om oolit ("rognsten").

I mere isolerede mineralforekomster (ikke egentlige bjergarter) kan mineraler forekomme som "siddende" krystaller, det vil sige, at krystallerne er fastvokset i den ene ende, så fladerne her ikke er udviklet. Her drejer det sig om afsætninger på vægge i forskellige hulrum.



"Siddende" kvartskrystaller

Mange gange forekommer et mineral som tæt anbragte enkeltkrystaller. En sådan samling krystaller kaldes et aggregat.



trådet aggregat



bladet aggregat



strålet aggregat

HVILKE EGENSKABER HAR MINERALER ?

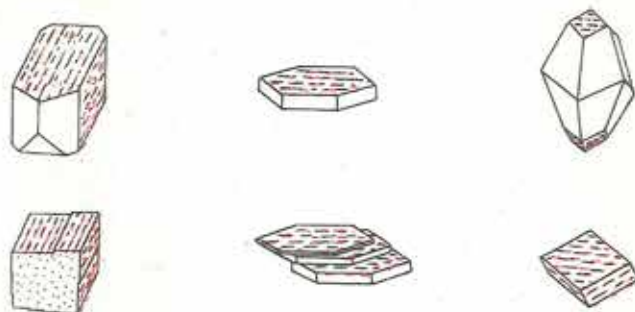
Mineralernes indre opbygning - krystalstrukturen - er allerede omtalt som en vigtig egenskab. Iøvrigt kan der nævnes en række fysiske og kemiske egenskaber, som det er værd at lægge mærke til. Nogle kan iagttages uden mikroskop og uden kemisk undersøgelse. Det er disse fysiske egenskaber, man i første omgang gør brug af ved bestemmelsen af et mineral.

BRUD OG SPALTELIGHED

Når man slår på forskellige mineralers krystaller vil nogle af dem gå i stykker på en meget karakteristisk måde, således, at der fremkommer nogle ganske bestemte plane flader, andre derimod går i stykker, så der dannes uregelmæssige brudflader. Et eksempel på det sidste er kvarts, der har "muslet" brud. →

Slår man yderligere på dem, der gik itu efter plane flader, vil man konstatere, at der igen vil fremkomme plane flader, som er parallelle med de tidligere. Man siger, at mineralet har spaltelighed, og fladerne kaldes spalteflader. Undersøger man dem nærmere, vil det vise sig, at de har en ganske bestemt orientering i forhold til krystalfladerne eller rettere sagt krystalgitteret. Krystaller kan have flere spalteredninger.

Spalteflader skinner og glimter, hvis man drejer stykket i lyset, altså vil man som oftest ved at dreje "en tilfældig sten" kunne afgøre, om den indeholder mineraler med spaltelighed.



Øverste række viser krystaller af feldspat, glimmer og kalkspat. De skraverede flader angiver spaltelighedens retning, således at spaltestykker af de samme mineraler kommer til at se ud som i nederste række.

HÅRDHED

Som vi lige så, har nogle mineraler spaltelighed efter bestemte retninger i krystalgitteret. I disse retninger er der mindre sammenhængskraft end i andre. I det hele taget er sammenhængskraften forskellig i de forskellige krystalgittere; det er det der betegnes med mineralers forskellige hårdhed. Hårdheden kan let prøves - for eksempel ved at man prøver at ridse med en kniv i mineralet. Nogle kan ridses, mens andre ikke kan, og nogle er så bløde, at man i stedet for kniv kan bruge sine negle.

Mineraler med hårdhed 1-2 kan ridses med negl (f.eks. gips, glimmer). Mineraler med hårdhed 3-4-5 kan ridses med en kniv (f.eks. kalkspat 3). Mineraler med hårdhed 6 har hårdhed som en normal kniv (f.eks. feldspat). Mineraler med hårdhed 7-8-9-10 kan selv ridse i kniven. For eksempel kvarts (H=7) kan let ridse i almindeligt vinduesglas, da dette normalt har hårdhed 6.



Sjældne kønne mineraler med hårdhed 8-10 kaldes ædelsten. Sjældne kønne mineraler med hårdhed under 8 kaldes halvædelsten. Om et mineral er kønt er et personligt spørgsmål, ofte modedikteret.

Denne hårdhedsskala, der går fra 1 - 10 er opstillet således at et ganske bestemt mineral angiver hvert trin:

1 talk	3 kalkspat	6 feldspat	7 kvarts
2 gips	4 flusspat		8 topas
	5 apatit		9 korund
			10 diamant

Efter skalaen vil et mineral med hårdhed 8 være karakteriseret ved at kunne ridse i kvarts og selv blive ridset af korund. Forsøger man at ridse i kvarts med en kniv kan det umiddelbart godt se ud som om der kom en mørk ridse, men ved at gnide hen over den med en finger vil den forsvinde, idet det i virkeligheden har været knivens spids, der er gnedet ud.