

VARV aktivitet



VARV går nu ind i sin sjette årgang. Vi markerer dette ved at opfylde et ønske fra mange læsere. VARV lader nu fremstille samlekasetter i sort kunstlæder med VARV og VARV's bomærke "peter-dyret" trykt i guld på ryggen. Vi håber de nye samlekasetter vil blive en pryd i læsernes reoler og hjælpe med til at holde styr på de efterhånden mange VARV hefter. Samlekasetterne vil kunne rumme 5 årgange. VARV samlekasetterne - der vil kunne leveres fra 1. marts - koster 7 kr frit tilsendt. Benyt venligst giro 68880 - og skriv "samlekasette" på talonen.



Flere og flere benytter ferier og week-ends til ture ud i landet - og i mange tilfælde til steder, hvor man foruden at nyde naturskønheden kan glæde sig over noget interessant geologi. VARV har gennem årene med forslag til køre- og traveture søgt at gøre sig nyttig - og denne side af bladets virksomhed skal nok fortsætte, for der er meget geologi at se overalt. Vi kan dog allerede nu røbe, at VARV også agter at udgive separate ekskursionsguides for de forskellige landsdele og geologisk set særlig interessante steder. Vi begynder fra en ende af med de ældste dannelser - kort sagt med Bornholm. VARV's guides vil være i VARV-format, trykt på svært papir og med et smuds- og fugtbestandigt omslag. Der vil være detaljerede beskrivelser af hver enkelt lokalitet ledsaget af tegninger af tilhørende forsteninger, profilskitser og kort, hvoraf mange vil være i farver. VARV's første guide "GEOLOGI PÅ BORNHOLM" vil antagelig foreligge i løbet af april måned - og prisen kan nok holdes under 10 kr. Endelig pris vil blive meddelt i næste nummer af VARV.

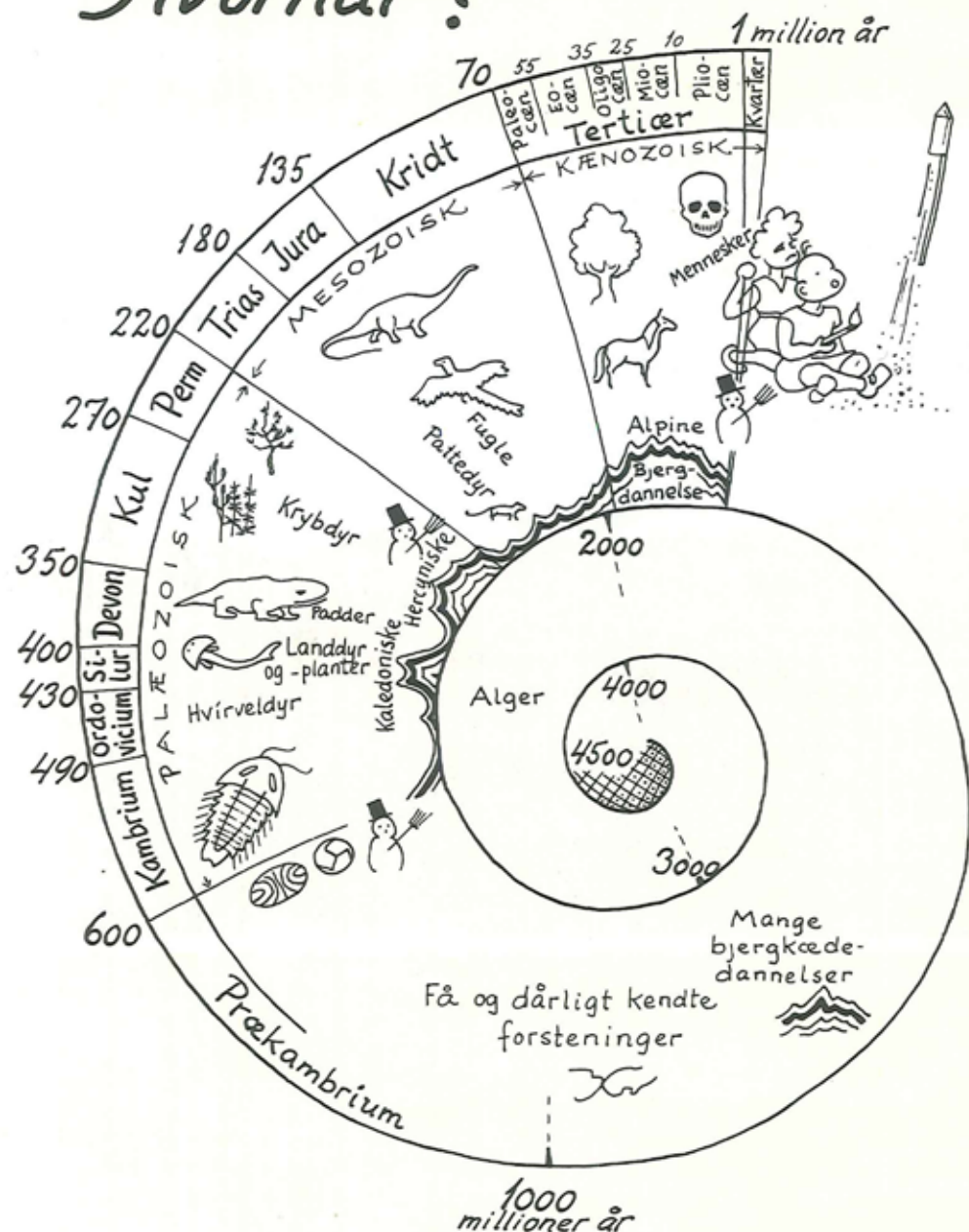
VARV

NR. 1 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1969



MANGE VIL GIVETVIS FORBINDE NOGET SÆRDELES UBEHAGELIGT MED DE VEGETATIONSLOSE ØRKENER - HVAD ENTEN DET ER DE ISKOLDE RANDBÆLTER UDEN OM DEN GRØNLANDSKE INDLANDSIS ELLER DET STORE SANDHAV UNDER SAHARA'S BRÆNDENDE SOL. MEN NETOP ØRKENER VIRKER DRAGENDE PÅ GEOLOGERNE, FOR TAKKET VÆRE DEN MANGLENDE VEGETATION KAN LANDSKÅBETS GEOLOGISKE HISTORIE "LÆSES SOM EN ÅBEN BOG". I EN ARTIKEL I DETTE NUMMER FORTÆLLES OM GEOLOGI I ET AF VERDENS MEST UTILGÆNGELIGE ØRKENOMRÅDER - PUNA DE ATACAMA I DET NORD-VESTLIGE ARGENTINA. FORSIDEBILLEDET GIVER ET KIG NED I ANTOFAGASTA DE LA SIERRA BÆKKENET MED VULKANEN ALUMBRERA OG HELT I BAGGRUNDEN LYSER LAG AF VULKANSK ASKE.

Hvornår?



UDBREDELSEN AF ÅSE I DANMARK.

Der findes i Danmark en tydelig geografisk fordeling af typiske hedesletter, tunneldale og åse. Åsformen er således i ringere grad udviklet i Jylland i forhold til Sjælland og Fyn, samtidig med at det navnlig er i Jylland at hedesletter og tunneldale er udviklet.

I den periode af istiden, hvor istilførslen til landet var stor, foregik isafsmeltningen fra en levende is af stor mægtighed, hvilket forårsagede at grænsen for smeltevandets eroderende og aflejrende virkning lå langs isdækkets rand, og da området lå over havets overflade dannedes hedesletter, men idet istilførslen aftog, mindskedes ismægtigheden, og derved nedattes smeltevandets erosive virkning, så grænsezonen for smeltevandets aflejningsområde kom til at ligge inden for isen, således at smeltevandsmaterialet kunne aflejres i nær kontakt med isen. Da de fleste åses indre opbygning og markante ydre form viser, at de ikke er påvirket af isens tryk, må aflejringen være foregået i dødis. Ligeledes viser åsenes ringe indhold af materiale i sammenligning med hedesletterne i Jylland, at åsenes dannelse er foregået i et langt kortere tidsrum.

Per Albrechtsen

Tidligere VARV årgange - 1964 - 65 - 66 - 67 - 68 - kan endnu fås til en pris af 13 kr pr. årgang.

Benyt venligst giro 68880 og angiv på talonen, hvilke årgange der ønskes.

VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Mineralogisk Museum, Østervoldgade 5-7, 1350 København K. (Tlf. Mi 5001).

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

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 13 kr i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 68880. (Moms inkluderet).

Alle henvendelser vedrørende adresseforandring, fejl ved bladets levering, og lignende bedes rettet til postvæsenet.

Eftertryk af tekst og billeder er kun tilladt med kildeangivelse.

Forsætningerne langs åsenes sider er dannet, da den støttende isvæg smeltede bort.

De stejlstående smeltevandslag er altid iagttaget i åsenes nedre dele og i forbindelse med tilstedeværelse af en næsten lodretstående mur af moræneler. Både de stejlstående smeltevandslag og morænelermuren eller morænelerkammen er øverst ligesom skåret vandret af og overlejres af uforstyrrede smeltevandslag. Det er derfor nærliggende at sætte disse forstyrrelser i forbindelse med morænelersmurens tilstedeværelse. Hvis underlaget for dødisen har været optøet og vandfyldt moræneler, kan isens vægt på dette have forårsaget, at morænelersmateriale er blevet presset op igennem en isspalte og ind i allerede afsatte smeltevandslag, hvorved disse er blevet forstyrrede og stejlstående. Åse af denne type er også iagttaget i Tyskland og er der blevet kaldt oppresningsåse, mens man her i landet kalder denne åsform for kamåse.

ÅSE MED EN PLAN OVERFLADE.

Nogle af de danske åse har en plan overflade, hvis højde langsomt aftager i en bestemt retning. Dette kan tænkes foreneligt med en aflejring i en åben iskanal under et frit vandspejl, denne åbne iskanal kan eventuelt være opstået ved indstyrning af en istunnels tag, således at den nederste del af åsmaterialet er afsat i en tunnel, der senere er omdannet til en åben kanal i hvilken den øverste og sidste del af materialet er afsat.

MORÆNELERSDÆKKEDE ÅSE.

Blandt de danske åse findes en del, der øverst har et afsluttende dække af moræneler. Dette er af nogle, på trods af den uforstyrrede lagstilling, opfattet som tegn på at disse åse er blevet overskredet af isen. Mere sandsynligt er det dog at opfatte morænelersdækket som tegn på, at åsen er blevet dannet under morænefyldt eller morænedækket is, hvis moræne ved isens endelige bortsmeltning er sunket ned som et dække over åsen.

Efter dette kunne man måske vente, at et morænelersdække er et entydigt tegn på at åsen er færdigdannet under et isdække. Dette er næppe tilfældet, idet et tilstedeværende morænelersdække også kan tænkes at være flydejord, der fra indlandsisens overflade om foråret er gledet udover den tilfrosne ellers åbne iskanal.

FALSKE ÅSE.

Der findes flere bakker der på mange punkter har åskarakter, men må opfattes som tilbageliggende erosionsrester. Den åslignende form er i disse tilfælde blot fremkommet ved en udskæring af et tidligere mere udbredt landskabsselement.

PUNA DE ATACAMA

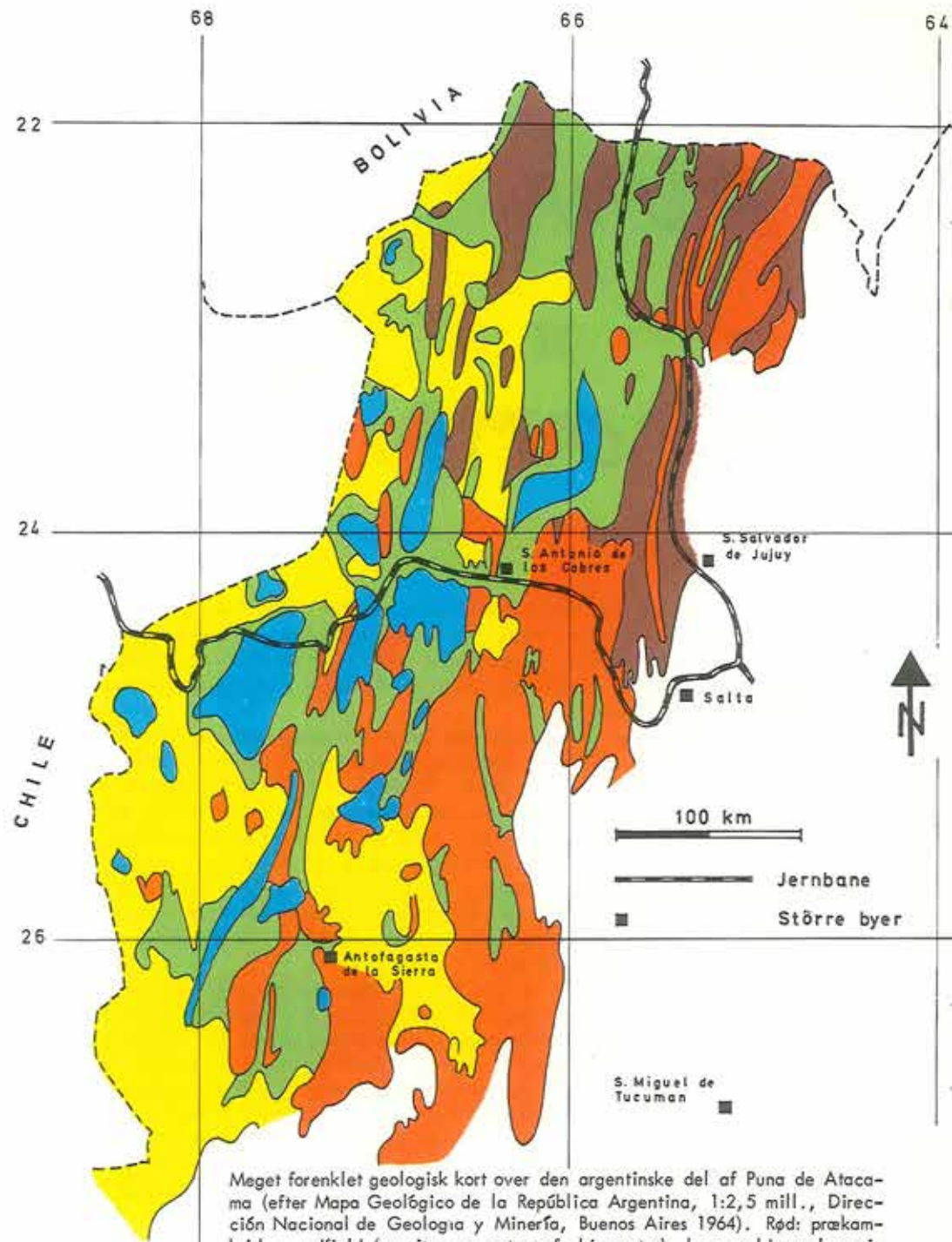


af jörn thiede

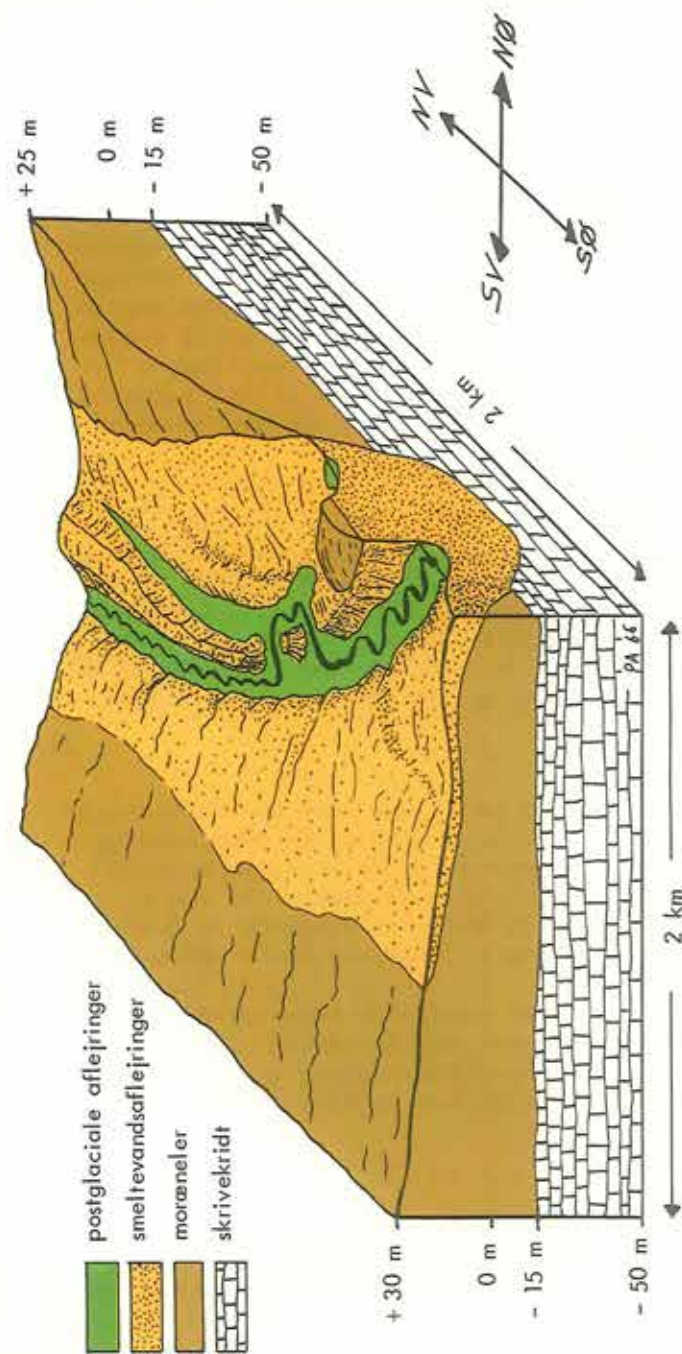
En mægtig og høj blok, inddelt i brede dale eller "bækkener" og smalle bjerggrygge, op over hvilke der rejser sig kæmpevulkaner som kan være mere end 6000 m høje, gennemblæst af isnende sandstorme og i dalene med bagende hede - sådan er "Puna de Atacama", en højsletteørken i det nordvestlige Argentina.

Mod øst skråner dette højområde stejl nedad og mod vest går det langsomt over i salpeterørkenen Atacama, der begynder omtrent ved Cordillera Domeyko i Chile. Mod nord går "Puna" over i det bolivianske Altiplano, mod syd går blokken op i enkelte bjergkæder, imellem hvilke der indskyder sig meget brede bækkener. Puna de Atacama er et afløbsløst højland - omgivet af bjergkæder, der hæver sig op til 5-6000 m, og hvis grusfyldte sænkninger med deres saltsøer ligger mellem 3-4000 m højt. Disse enkelte bækkener adskilles for det meste af smalle nord-syd løbende bjerggrygge. "Puna" er en højsletteørken, hvis extreme klima kun giver få levende væsner en eksistensmulighed.

Ligesom tidligere den sydlige del af Inka-riget var orienteret mod nord, hører politisk dette område idag overvejende til Argentina, mindre dele til Bolivia og Chile. Det beboes af en spansk-indiansk blandingsbefolkning (10.000-15.000 indbyggere på ca. 150.000 km²), der samler sig i få større kolonier som San Antonio de los Cobres (3.000 indbyggere), Pucitos og Antofagasta de la Sierra, medens kun få spredte hyrder finder deres udkomme i det øvrige område. I de beskyttede dale vokser ofte en sparsom græs- og buskvegetation, der kan tjene lama- og fårehjorde som græsgange, og hvor der endnu i dag holder vilde "vicunas" og strudse til. Pumaer er blevet meget sjældne.



Meget forenklet geologisk kort over den argentinske del af Puna de Atacama (efter Mapa Geológico de la República Argentina, 1:2,5 mill., Dirección Nacional de Geología y Minería, Buenos Aires 1964). Rød: prækambrisk grundfjeld (graniter og metamorfe bjergarter), brun: ældre palæozoiske havaflejringer (kambrium og ordovicium), grøn: mesozoiske og kænozoiske kontinentale sedimenter, gul: tertiære og kvartære vulkanitter, blå: saltsøer ("Salares")



BLOKDIAGRAM AF LANDSKABSOMRÅDET MELLEM BÅRSE OG GISHALE (SYDSJÆLLAND).

Smeltevandaflejringerne følger en sænkning i morænersterrænet. Selve dalsænkningen i moræneløbet, der kan følges ned i skrivelandsaflejringer, tydes som tunnelal (dalen er nedskåret af en smeltevandstrøm, der har løbet under isdække). Lagtællingerne indenfor området viser entydigt, at smeltevandet, der senere har aflejet sand- og grusmateriale i denne dal, er strømmet mod NV. I blokdiagrammets østlige hjørne ses smeltevandaflejringerne at være dækket af et tyndt lag moræner. En endnu senere (sen- og postglacial) erosion med materialertransport hovedsagelig mod SØ antages at have udkåret de "åslignende" partier midt i området. Bemærk højdeforskellen mellem de postglaciale aflejringer ved blokdiagrammets kant.

banke. Disse lags hældningsretning angiver således vandets strømningsretning. Ligeledes kan smeltevandets strømningsretning aflæses af forekomme- de bølgeformige lag og hældningen af større flade sten, idet disse som regel hælder mod strømmen.

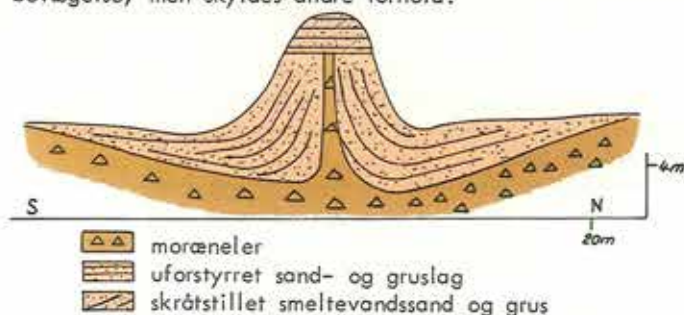
Det fremgår af sammenlignende undersøgelser over forekomsten af sådanne strukturer i åsenes smeltevandsmaterialer, at langt de fleste danske åse er opbygget af materialer, der er aflejret af smeltevandsstrømme, der har løbet i åsenes længdeudstrækning. Smeltevandsstrømme har altså fulgt bestemte dræningsveje i den smeltende indlandsis, og disse dræningsveje kan tænkes for eksempel at have fulgt sprækkezoner i isen, eller den centrale del af grænsezoner for isdækker med noget forskellig bevægelsesretning.

ÅSENE MÅ VÆRE DANNET I DØDIS

Åsenes indre opbygning består, som tidligere nævnt, hovedsagelig af vandrette smeltevandslag, der ikke er gennemsat af væsentlige brudflader. Disse forhold, sammenholdt med åsenes markante ydre form, viser at de ikke er påvirket af isens tryk, og aflejringen af åsmaterialet må derfor være foregået i en indlandsis, hvor den stadig fremadskridende bevægelse må være ophørt, eller med andre ord åsdannelsen må være foregået i dødis. Som en slags modstykke hertil kan nævnes "de hatformede bakker" (se Varv 1, 1968). I disse bakker står lagene ofte mer eller mindre lodret, og de må derfor antages at være afsat i forbindelse med en endnu levende is.

FORSTYRREDE ÅSLAG, MINDRE SÆTNINGER OG KAMÅSE

Der findes dog åse med stejlstående lag, og ligeledes findes der langs åsenes sider brudflader. Men disse forstyrrelser er ikke fremkaldt af en is i bevægelse, men skyldes andre forhold.

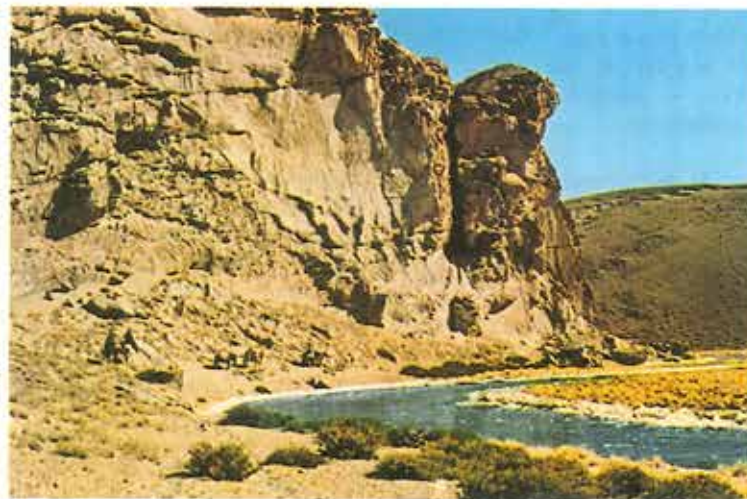


Skematisk snit gennem en kamås (Grindløse ås). (efter Sigurd Hansen og A.V.Nielsen)

Skitsen viser at den lodretstående morænelerskam står i forbindelse med morænelersunderlaget.



Karterende argentinsk statsgeolog i Puna's ensomhed. For adgangen til dette land er mulddyret en uundværlig hjælper, der ikke lader en i stikken, hverken i kulde, storm eller i de store højder.



I Rio Patos dalen fører bjergstien eller karavanevejen gennem slugter, som floden har ædt ned i tufflagene. På venstre bred af "Tropa" skimtes geologernes mulddyrkaravane. Selv ved lave kuldegrader dannes i det stærkt saltholdige vand kun små ismængder langs flodbredden.

Udforskningen af dette storslåede område stiller mangeartede hindringer i vejen. Det ubønhørlige ørkenklima, den høje beliggenhed og de lange afstande mellem de enkelte vandingssteder og lejrpladser i det fjendtlige område kræver udrustning af regulære ekspeditioner. Enkelte geologer fra Argentinas geologiske undersøgelse (Instituto Nacional de Geología y Minería) har været beskæftiget der for årtier tilbage, men den planmæssige kortlægning begyndte først for ganske få år siden. Under ledsagelse af indfødte er geologerne ugevis undervejs på mulddyr, gennem dale, pas og brede sletter. De må udholde temperaturer på indtil -20°C , medens de med stive fingre må føre feltbog og tegne de geologiske kort. Ofte må de stemme sig mod den pibende vind og endda også kæmpe med mulddyret. Det er et hårdt arbejde fuldt af afsavn, der må gennemføres i de store højder. Ofte eksisterer der ikke engang geografiske kort, således at også de må fremstilles af geologerne.

Ønsket om rige og værdifulde mineralforekomster, der tillader en økonomisk opbygning, er indtil nu ikke opfyldt. Men med dette mål for øje lader man skridt for skridt dette vidtstrakte landskabs historie opklare.

De ældste bjergarter er prækambriske metamorfe bjergarter og granitter, der i den nordlige del af Puna er blevet dækket af fossilførende ler- og sandsten af ældre palæozoisk alder (kambrium, ordovicium). Disse er blevet aflejret i et hav, medens havets indflydelse ikke giver sig til kende i områdets yngre lag. "Puna" blev tidligt et højdeområde, som ikke igen er blevet overskyttet af havet. Gennem hele mesozoikum og kænozoikum er der kun - bortset fra vulkanske bjergarter - blevet aflejret kontinentale sedimenter.

Et særligt spændende kapitel af dette områdes geologi udgør de tertiære og kvartære vulkaner. Puna-blokken med sine over 80 store vulkaner hører til de mest betydningsfulde vulkanske provinser i Sydamerika. Betragter vi udbrudsprodukterne kan vi fastslå, at de tilhører to helt forskellige grupper af vulkanske bjergarter. Den første gruppe består af kiselsyrerige vulkanitter ofte aflejret som såkaldte svejse-tuffer eller ignimbritter. Det er lag af en enorm udbredelse (150.000 km^2 og ca. 70.000 km^3), der dækker et gammelt landskabsrelief og de ses kun på Puna's egentlige højslette.

Det drejer sig her øjensynlig om en af de største ignimbritforekomster på jorden og vi vil kort komme ind på sådanne ignimbritters dannelses måde.

Kiselsyrerige vulkanitter af forholdsvis ringe mægtighed og stor horisontal udbredelse har længe været kendt og er først beskrevet under navnet "ignimbrit" af Marshall 1932 i hans arbejde over vulkanske bjergarter

AFLEJRET I KONTAKT MED ISEN.

Da åsenes vandafsatte lag hyppigt er beliggende i større højde end det omgivende terræn, forudsætter dette eksistensen af en tidligere begrænsning. I de tilfælde hvor åsformen anses for at være primær, er det naturligt at lade isen repræsentere denne begrænsning.

De her fremførte synspunkter gælder ligeledes for de glacialmorfologiske dannelser, der betegnes kames eller kame-bakker. Da den indre opbygning af kames kan være meget lig åsenes, er det netop åsenes langstrakte form og deres retningsbestemte forløb, der kan anvendes som vidnesbyrd for, at bestemte forhold i isen har givet anledning til orienteringen og begrænsningen af deres udbredelse. Disse forhold er ofte sat i forbindelse med isens bevægelses-retning.



Uforstyrrede sand- og gruslag afsat af smeltevand. Ved Bårse, S-Sjælland. Billedet viser tydeligt den overensstemmende skrålejrning hældende mod venstre side af billedet, svarende til en strømningsretning for smelte vandet fra højre mod venstre (eller fra SØ mod NV).

SMELTEVANDETS STRØMNINGSRETNING.

I åsenes materiale ses ofte mellem de mere vandrette sand og gruslag mindre sandlag, hvor lagene står skråt og i overvejende grad hælder i en bestemt retning. Dette skyldes at sandet er aflejret som banker i strømmende vand. De enkelte sandskorn transporteres af vandet hen over den mere vandrette flade og aflejres først når de kommer i læ bag den dannede

Ved specielt den supraglaciale åsdannelse må man forestille sig, at smeltevand ved isens afsmeltning samler sig på dens overflade i mindre bække, der løber sammen i større gletschereløbe, som søger mod isranden. Hvor disse hovedstrømme løber, vil afsmeltningen foregå hurtigere, så at elvene på et tidspunkt helt eller delvis har nået isens underlag, hvorved dannes dybe indskæringer i isoverfladen. Fremsmeltende materiale fra isens overflade foretager ligeledes men langsommere en bevægelse i samme retning som smeltevandet og kommer derfor frem til det nedskårne elvleje. I smeltevandstrømmen afrundes materialet mer eller mindre, materialet sorteres og aflejres på steder, hvor strømstyrken tillader det. På denne måde aflejres åslagene i gletscherelvns leje og åsdannelsen må tænkes fortsat sammen med isens tilbagesmeltning.

Efter specielt teorien om subglacial åsdannelse foregår smeltevands-erosion, -transport og aflejring derimod under et isdække i subglaciale tunneler. Den drivende kraft for smeltevandets strømning er det hydrostatiske tryk, som er fremkommet ved vandansamlinger i isspalter og sprækker. Selvom isen er i bevægelse, kan tunnelen blive bevaret ved en ligevægt mellem tilført is og smeltevandets erosion. Materialeaflejringen foregår på steder i tunnelen hvor strømstyrken mindskes.

Man kunne tænke sig, at længere inde i tunnelen må vandets hastighed være for stor og pladsen for ringe til at en sedimentation kan foregå, således at strømhastigheden først på det tidspunkt hvor smeltevandet når istunnelens munding aftager så meget, at det medførte materiale aflejres som en slags deltadannelse umiddelbart ved isranden. Ved iskantens tilbagerykning vil disse efter hinanden aflejrede mindre åsstykker danne en mere eller mindre sammenhængende åsryg.

Vi vil nu, blandt andet på baggrund af disse forklaringsmåder, se hvilken betydning man kan tillægge de danske åses indre opbygning, ydre form og beliggenhed i terrænet.

Det er på grund af de mange variationer vanskeligt at opstille generelle træk, men nogle enkelte kan dog fremdrages.

OPBYGGET AF VANDAFLEJRET SAND OG GRUS.

På grund af åsenes eftertragtede sand- og grusmaterialer er der anlagt mange grusgrave i dem, hvor vi har lejlighed til at se åsenes indre opbygning. Flere åse og åspartier har endog været genstand for en så kraftig udnyttelse, at de idag næsten totalt er bortgravede. I disse grave ser vi at åsenes indre langt overvejende består af næsten vandrette lag af sorteret sand og grus, dette viser os at deres materiale må være aflejret i vand.

på New Zealands nordlige ø. Tolkningen af deres dannelsesmåde rejser imidlertid selv i dag vanskeligheder. Blandt flere mulige skal her kun gives en. Den har den fordel, at den støttes af iagttagelser af recent vulkanisme, nemlig fra den uhyggelige vulkanske katastrofe, der i 1902 dræbte 26.000 indbyggere i byen St. Pierre på øen Martinique i Vestindien.

Bjerget Mont Pelé på Martinique regnedes med sit vandfyldte krater for at være en udsukt vulkan, indtil der i året 1889 fremkom fumarole-virksomhed. Efter flere andre antydninger af vulkansk uro kom det den 8. maj 1902 pludselig til et udbrud, hvor vulkanen udsendte en ca. 800° celcius varm, glødende sky ned over bjergsiden med en hastighed af 150 m per sekund. Den ramte St. Pierre og dræbte dens 26.000 indbyggere.

Iagttagelser fra denne eruption giver en mulighed for at forklare dannelsen af pladeformede, kiselsyrerige vulkanitter, der er opstået af et højviskøst magma. Disse kiselsyrerige vulkanitter har følgende, hidtil uforklarlige egenskaber: at de forekommer som relativt tynde lag med en samlet mægtighed på mellem 100 og 200 m samtidig med, at de dækker enorme områder. Ud imod randen af disse lag går de over i mere eller mindre konsoliderede askelag. Betragter man tyndslib af disse bjergarter ser man, at de enkelte askefragmenter er forvredne og delvis omslutter krystaller. Ofte finder man blærede splinter af vulkansk glas.

Da det er vanskeligt at forklare hvorledes en sådan bjergart skulle kunne opstå af et kiselsyrerigt, tyktflydende magma ved en normal størkning, har man opstillet følgende model: ved magmaets opstigning bliver dette overmættet med letflygtige bestanddele på grund af trykfald, og der dannes små gasblærer. Disse forøger magmaets volumen og resulterer i en videre opstigning. Der foregår derved en yderligere afgasning, hvorved smelten til sidst bliver så tyktflydende, at væggene om de enkelte små gasbobler knuses. Smeltens delvis størknede bestanddele danner da sammen med krystallerne og gassen en suspension, der er let bevægelig og som på meget kort tid udbredes over et stort område, samtidig med at smeltepartiklerne stadigvæk afgiver gas og derved vedblivende holder sig i suspension. Den aflejring, der er resultatet sammensvejses på grund af den stadigvæk høje temperatur og egenbelastningen, således at de enkelte partikler deformeres. Da ignimbriter er vidt udbredte og dækker meget store arealer, kan man vanskeligt forestille sig, at de skulle stamme fra en enkelt vulkan, og man antager derfor, at de snarere er fremkommet ved spalteeruptioner. Dette har man også i visse tilfælde kunnet påvise.

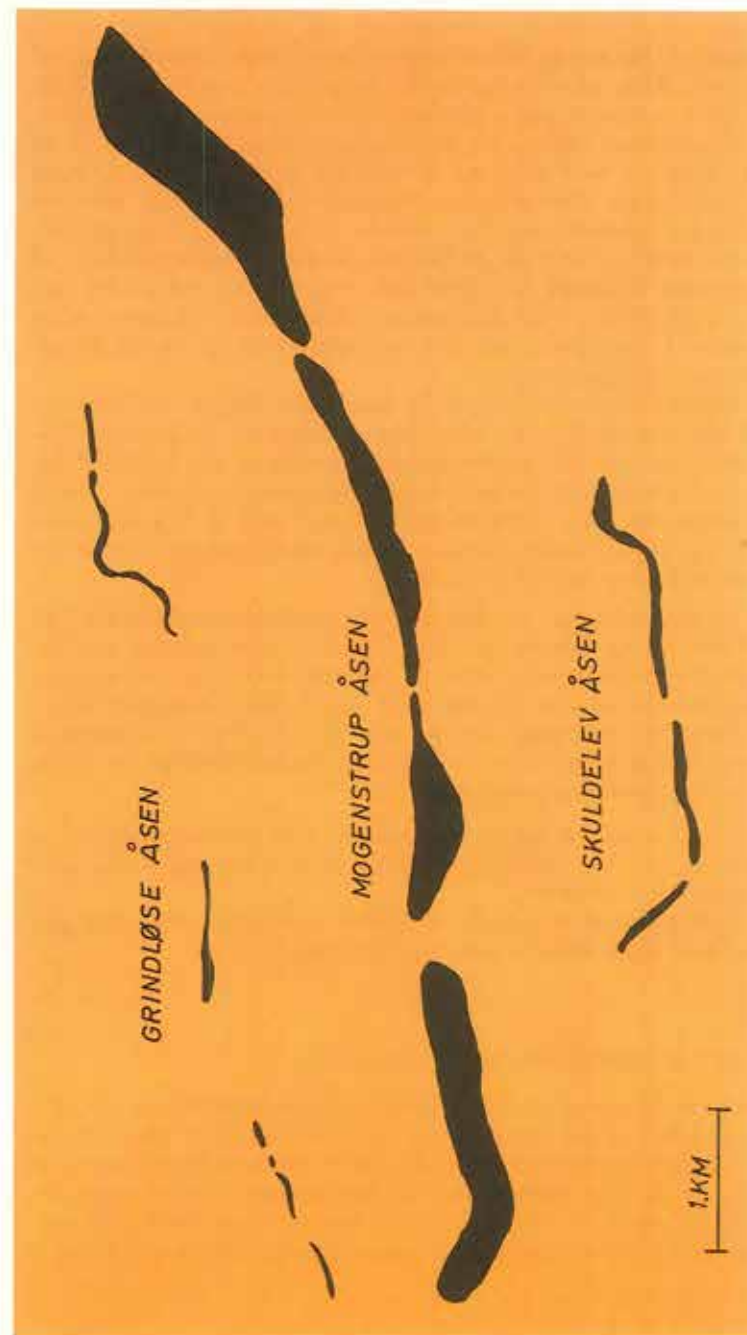
Den anden vulkanske gruppe på Punaen er basalter, som indtager det samme område som de kiselsyrerige vulkanske bjergarter. De basaltiske udbrudsprodukter gennemskærer disse lag og er altså yngre. Ved den basaltiske vulkanisme er der bygget høje vulkaner, der til tider hæver sig som over 3000 m høje bjerge over "Puna", således at de i alt bliver 7000 m



Den basaltiske vulkanisme har sat et ganske andet præg på landskabet med sine vulkaner og lavastrømme. Her ses dobbeltvulkanen Alumbreira i Vegas de Antofagasta syd for Antofagasta de la Sierra.



Salar de Hombre Muerto. I midten en i salt næsten druknet bjergkæde, i forgrunden tuflag.



Skitfe visende eksempler på hvorledes de danske åse varierer stærkt i udstrækning og forløb. Strømningsretning fra højre mod venstre.



Vulkanske kiselsyrerige udbrudsprodukter findes som mægtige lag, der ligger som et slør over et gammelt landskab, hvoraf kun få bjergkamme endnu kan ses. På overfladen nedbrydes disse lag ved den intensive mekaniske forvitring til store flade skærver.

høje. Udbredelsen af begge vulkanitgenerationer følger tydeligt Andesbjergenes akse. Lavaerne har altså benyttet de samme forkastninger i jordskorpen som opstigningsvej og stammer fra 7 - 60 km dybde.

I nær sammenhæng med denne livlige vulkanisme, hvorfra der endnu findes spor i form af talrige varme kilder, de såkaldte Aguas Calientes, bringer til stadighed salt til de langstrakte saltsøer (Salares), som kan være op til 150 km lange. Deres historie går tilbage til istiden, og de er sidenhen tydeligt formindsket i udstrækning. Deres salte (sulfater, borater og klorider) er blevet udnyttet gennem lang tid og med mulddyr, lamaer og æsler befordret ad ensomme karavaneveje til det østlige lavland.

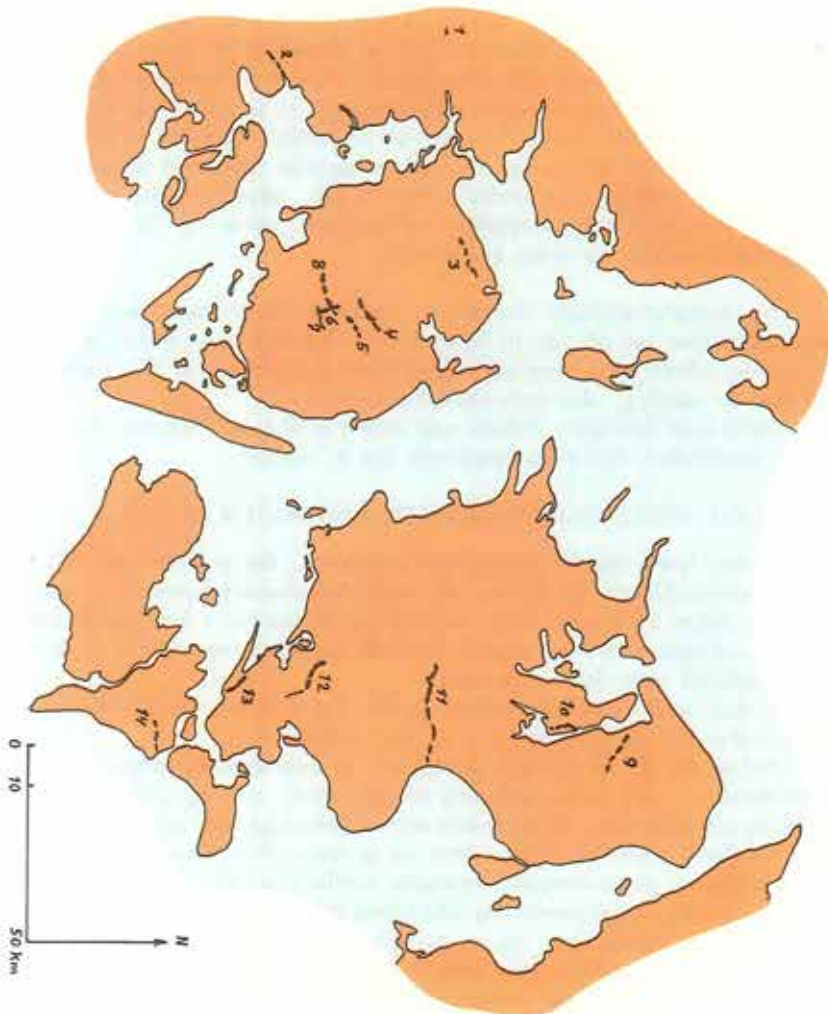
Det højtliggende massiv blev dannet i tertiærtiden ved forskydninger langs brudlinier i jordskorpen. Massivet er opdelt i smalle "klodser" der dels er sunket ned og har efterladt gravsænkningen, dels er steget op som horste - og desuden er vippet. "Klodserne" har en nord-sydlig retning. Bevægelserne har vel i alle tilfælde fundet sted i tertiærtiden - vulkanitterne er næsten ikke eller overhovedet ikke berørt af dem.

Når dette store landskabs historie nu langsomt gennem den systematiske geologiske undersøgelse bliver opklaret, forsvinder en af de hvide pletter på det geologiske verdenskort.

Jon Thiede

BELIGGENHEDEN AF NOGLE AF DE VIGTIGSTE ÅSE I DANMARK:

1. Anst ås
2. Gerner ås
3. Grindløse ås
4. Højby ås
5. Årslev ås
6. Vaninge ås
7. Heringe ås
8. Sallinge ås
9. Strø Bjerge
10. Skuldelev ås
11. Køge ås
12. Mogenstrup ås
13. Vordingborg ås
14. Åstrup ås





DINOTHERIUM

elefanternes udvikling

AF LASSE SCHIØTTE.



Der er vel næppe mange ikke-sagkyndige, der vil tro, at det lille 50 millioner år gamle, tapirlignende pattedyr ved navn Moeritherium, som i eocæntiden strejfedes om i Ægypten, havde noget med vor tids største landpattedyr, elefanterne, at gøre. Ikke desto mindre betragtes Moeritherium som udgangsformen for de senere så stolte dyrs karriere. Moeritherium, der kun var ca. 1 meter lang, lignede, som tidligere nævnt, en tapir, men karakteristisk for den er fire særlig lange fortænder, to i overmunden og to i undermunden, der hos de senere former udvikledes til fire stødtænder. Som bekendt er antallet af stødtænder hos vor tids elefanter reduceret til to.

Omkring midten af oligocæntiden udviklede elefanterne sig i to retninger: den, der senere førte til nutidselefanterne og en nu uddød linie omfattende de såkaldte mastodonter. Til de første mastodonter hørte slægterne Palaeomastodon og Phiomia. Begge havde efterkommere, men allige-

ÅSE



AF PER ARENTSEN

Det danske landskab fremviser mange eksempler på langstrakte isolerede sand- og grusbakker, der ofte ligger i hinandens forlængelse, således at de kan følges over længere strækninger i en bestemt retning.

Til denne bakke-type har man på et tidligt tidspunkt knyttet den gamle fællesnordiske betegnelse ås, en betegnelse der også anvendes af geologer her i landet. Åse findes i flere lande, navnlig i Sverige er de talrige, der anvender man betegnelsen rullstensåsar, esker og Oser er henholdsvis den engelske og tyske betegnelse.

Fra folkefortællingen kender vi historien om trolden, der med en sandsæk på ryggen var på vej til byen for at tildække dens kirke, men da han endelig nåede byen, var al sandet løbet ud gennem et hul i sækken og lå som en sandryg, der markerede hans vej.

Dette sagn forsøger i lighed med denne artikel at forklare, hvorledes de i landskabet stærkt fremtrædende åse er dannet.

FORSKELLIGE FORKLARINGSMÅDER FOR DANNELSEN AF ÅSE.

I den første danske geologiske forklaring, der er lidt over 100 år gammel, sammenlignes de danske åse med Vesterhavets kystrevler, men i løbet af de sidste 25 år af forrige århundrede fremsattes i Sverige de teorier og hovedsynspunkter, vi idag må anvende og kombinere for at forestille os, hvorledes vore åse er dannet.

I disse ældre forklaringsmåder sættes åsdannelsen i forbindelse med istidens indlandsis og dens afsmeltning fra området.

Fælles for de forskellige teorier er, at smeltevandsstrømme optager morænemateriale, der er en blanding af ler, sand, grus og sten og transporterer og afrunder det. Efterhånden som strømhastigheden aftager, aflejres det medførte materiale atter, først de grovere dele siden de finere.

Forskellen på de dengang fremsatte forklaringsmåder ligger i placeringen af smeltevandsstrømmen og aflejningsstedet i forhold til isen. Man taler således om åsdannelse, der er foregået på isens overflade (supraglacialt), i isen (inglacialt), under isen ved dens underlag (subglacialt), eller under vand ved isranden (subakvatisk).

GRAFIT - WOLFRAM - TANTAL - MOLYBDÆN

Raketens hjerte - udstødningsdysen - skal arbejde ved så høj en temperatur som overhovedet muligt, thi motorens nyttevirkningsgrad stiger med temperaturen.

Grafit, rent kulstof, der fremstilles ved sønderdeling af metan ved høj temperatur, smelter ikke, men fordamper (sublimerer) ved 4000°C , og får ved ophedning til denne temperatur en forbavsende styrke. Dets anvendelse begrænses dog meget af, at det hurtigt brænder bort, når der er ilt til stede, som i de store forskningsraketter. Wolfram er på trods af sin høje vægt, $19,3 \text{ g/ccm}$, det foretrukne dysemateriale, da dets smeltepunkt er oppe på 3400°C . Tantal og molybdæn bliver som omtalt tidligere, anvendt til nogle raketdyser, muligvis i forbindelse med forbrændingsgasser af speciel sammensætning.

Wolfram fremstilles ganske overvejende af det sorte, blanke mineral wolframit, $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$, medens scheelit CaWO_4 , har meget mindre betydning. Begge mineraler er dannet ved ret høj temperatur. Wolframiten findes ofte sammen med tinsten som sprækkefyldninger, pneumatolytiske gange. Scheeliten kan findes i eller "på" den samme type gange, men er navnlig knyttet til kalksten, der er omdannet til silikater ("skarn") omkring en varm indtrængt granitmasse. Hovedproducenterne er USSR, Kina, USA og Korea.

PLATIN - RHODIUM - IRIIDIUM - OSMIUM

Fagfolk anser ikke disse metaller for at være dyrere end andre satellit-byggematerialer, med tilsvarende egenskaber, det vil sige med den samme kemiske modstanddygtighed. Platinmetallerne anvendes i instrumenter, blandt andet udgør platin hele den bærende og ledende del af solcellerne i de amerikanske kommunikationssatellitter.

Platinmetallerne udvindes af sperryolith PtAs_2 , gedigen platin og af osmiridium, (Ir, Os) . Disse mineraler findes primært i nikkel- og kromholdige intrusioner af gabbro, norit og peridotit, men en stor del af produktionen kommer fra tungsandsaflejringer, der er dannet ved nedbrydning af sådanne bjergarter. USSR, Den sydafrikanske Union og Canada er hovedproducenterne.

STÅL

Selvom raket-teknikken er præget af letmetaller, så er stål det vigtigste materiale, hvor der er brug for maksimal styrke og elasticitet, det vil navnlig sige bolte, møtrikker, højtryksrør, wirer og bærende konstruktionsdele. På trods af den store vægtfylde anvendes stål endog i satellitterne. Der benyttes stål med kun ca. 90% jern, resten er krom, molybdæn, vanadin, nikkel, silicium, mangan og kulstof. Af hensyn til pladsen vil det føre for vidt at gå nærmere ind på stålet og dets råstoffer, så det må vi gemme til en artikel for sig.

J. Michelsen

vel uddøde udviklingslinien fra Phiomia ret hurtigt. Man regner derfor i almindelighed Palaeomastodon for de egentlige mastodonter stamfar. I det ydre lignede den ikke Moeritherium meget, idet den allerede havde opnået et ret elefantagtigt udseende blandt andet var snablen længere.

Medens Palaeomastodons to underkæbestødtænder ragede fremad med en let krumning for enden, pegede Phiomias mod hinanden og dannede en "ske" noget lignende den, den højt specialiserede miocænmastodont, Platybelodon, brugte til at rode op i jorden med. Fra Palaeomastodon forløb



PALAEOMASTODON

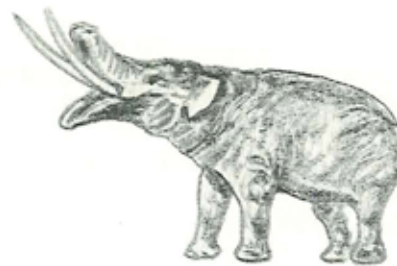


PLATYBELODON

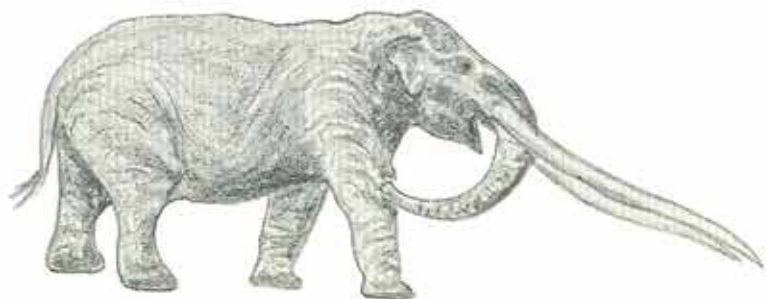
udviklingen over former som Trilophodon angustidens og Tetralophodon longirostris videre til de to bedst kendte mastodonter, Anancus avernensis og Mastodon americanus. Disse to havde underkæbestødtænderne reduceret, men til gengæld var der, særlig hos Anancus avernensis, udviklet et par vældig lange overkæbestødtænder.

Indtil 1928 troede man, at mastodonterne var uddøde engang i tidlig kvartærtid (pleistocæn). Men i året 1928 fandt man resterne af en mastodont, nedlagt af indianere omkring år 300 efter vor tidsregning. Offret var en efterkommer af Mastodon americanus, kaldet "Haplomastodon".

Tidligere omtalte Platybelodon tilhørte en meget specialiseret gruppe mastodonter, hvoraf også andre, for eksempel Gnathabelodon, kendes. Karakteristisk for denne gruppe er en særlig udformning - enten af selve underkæben eller af underkæbestødtænderne - der tager form som en ske. "Skeen" har været særdeles velegnet til at rode i den mudrede jord, der kendetegner de egne, hvor Platybelodon levede.



GNATHABELODON



MASTODON

I begyndelsen af pliocæn havde de fleste elefanter "sløjfet" det nederste par stødtænder, således at kun de to overkæbestødtænder var tilbage. Dog havde en familie "sløjfet" det øvre stødtandspaar, nemlig Dinotherierne. Dinotherierne levede i de europæiske miocæn- og pliocænskove. Den største inden for familien var den 4,5 meter høje *Dinotherium gigantissimum*, der dog af nogle palæontologer ikke regnes for en selvstændig art, men kun et ualmindelig stort eksemplar af *Dinotherium giganteum*, der normalt blev 3,25 meter høj. Dinotheriernes stødtænder var som sagt underkæbestødtænder, der pegede nedad og bagud fra underkæben.

Sidst i pliocæntiden dukkede de moderne elefanter op. Den ældste kendte er *Archidiscodon planifrons*, som nedstammede fra *Stegodon*, der for første gang optrådte i øvre miocæn i Kina. De moderne elefanter opdeles i 3 grupper:

Mammutinae, hvortil blandt andet hører:
Archidiscodon planifrons, *Archidiscodon imperator*,
Parelephas trogontherii, *Parelephas colombi* og
Mammuthus primigenius.

Loxodontinae, hvortil blandt andet hører:
Palaeoloxodon antiquus, *Palaeoloxodon falconeri* og
Loxodonta africana (afrikansk elefant).

Elephantinae, hvortil blandt andet hører:
Platelephas platycephalus og
Elephas indicus (indisk elefant).

GULD

Guld har stor betydning i satellitterne, fordi det som et tyndt dæklag kan beskytte magnesium mod at fordampe i det lufttomme rum. Gullet findes dels på kvartsgange, dels i metasomatiske forekomster af svovlkis og arsenkis, og dels i sandaflejringer, der er opstået ved forvitring af de omtalte primærforekomster. Hovedproducenterne er Den sydafrikanske Union (med 2/3 af verdensproduktionen), USSR og Canada.



Guld fra sandaflejrning,
 Vest Australien.



Wolframit
 Panasqueira, Portugal.



Scheelit - gråbrune krystaller på
 kvarts.
 Zinnwald, Böhmen.



Krokoit, $PbCrO_4$, røde krystaller.
 Vigtig krommalm.
 Tasmanien.



Zirkon-krystaller på hvid feldspat,
Narsarsuk, Grønland.



Columbit,
Madagascar.

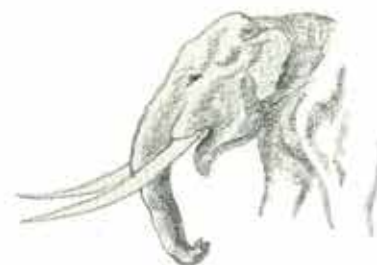


Molybdenit (molybdænglans) på
grøn diopsid.
Canada.



Wulfenit, gule krystaller.
Ubekendt findested.

Molybdæn anvendes ikke blot som et byggemateriale. På grund af sit høje smeltepunkt, 2610°C , har det også nogen anvendelse til raket-dyser, men helt uundværligt er det som smøremiddel, i form af MoS_2 - også kaldet molycote. I verdensrummet koger alle smøreolier bort, og metallerne svejser sig sammen uden opvarmning, blot ved at berøre hinanden. Teflon kan anvendes nogle steder, men det næsten vægtløse, vakuum-, højtemperatur- og lavtemperatur-bestandige MoS_2 er helt uundværligt til smøring af lejer og kontaktflader. Foruden USA har også Canada og USSR en betydelig produktion af molybdæn. Den store molybdænføremkomst i Østgrønland ser ikke ud til at kunne brydes idag, men henligger som en potentiel føremkomst af verdensformat.



STEGODON

Archiscodon planifrons hører til gruppen Mammontinae, der på dansk hedder mammutterne. Gruppen er altså den ældste. Den bedst kendte mammut er *Mammuthus primigenius*. Den var blandt de almindeligste dyr i pleistocæntidens kuldeelskende fauna. I store flokke strejfede den om i de nordlige tundraområder. *Mammuthus primigenius* lignede vor tids elefanter, bortset fra det rødbrune hårlag, der dækkede den som et værn mod kulden. Den overlevede længst i Sibirien. Vi ved en del om mammutten, fordi man i året 1900 fandt et næsten uskadt mammutlig ved floden Berezovka i Sibirien. I vinteren 1901 lykkedes det en ekspedition at transportere liget til mere civiliserede egne, og den dag i dag står det udstillet på det zoologiske museum i Leningrad. De fleste mammutter var på størrelse med nutidens elefanter, dog var der kæmper som for eksempel *Mammuthus primigenius fraasi*, der blev ca. 4 meter høj. Til mammutgruppen hører også steppeelefanten, *Parelephas trogontherii*. Den var ikke som *Mammuthus primigenius* tilpasset livet i istidens tundraområder. Til gengæld egnede den sig fint til at leve på de varmere mellemistiders stepper.

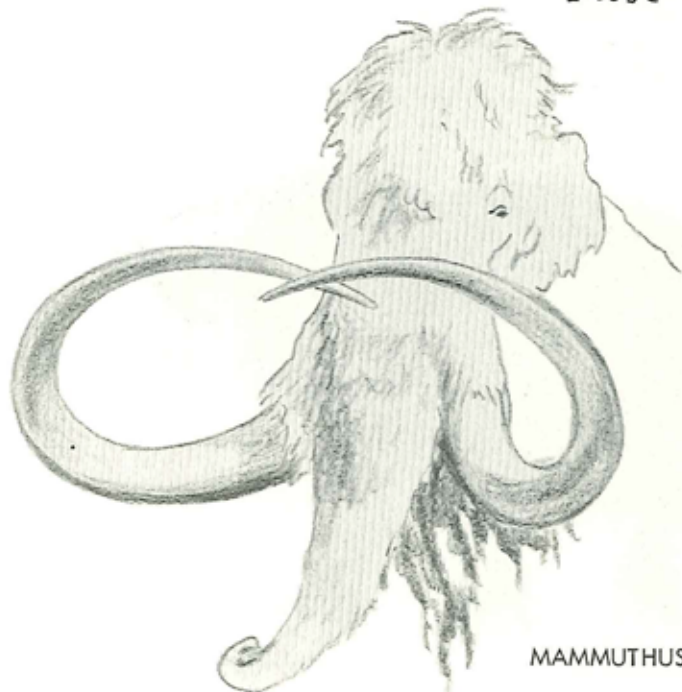


MAMMUTHUS PRIMIGENIUS

Af Loxodongrubbens medlemmer må man vel først og fremmest nævne den afrikanske elefant, *Loxodonta africana*, der er den største af de to nulevende elefantarter. Den afrikanske elefant kan, foruden på størrelsesforskellen, kendes fra den indiske på ørerne, der hos sidstnævnte, *Elephas indicus*, ikke er nær så store i forhold til hovedet som hos den afrikanske. Blandt de uddøde loxodontformer er *Palaeoloxodon antiquus* og *Palaeoloxodon falconeri*. *Palaeoloxodon antiquus* hører ligesom det etruskiske næsehorn, *Dicerorhinus etruscus* til den mellempleistocæne skovfauna. Den mindede en del om vor tids elefanter, men kunne kendes fra disse på dens ualmindelig lange stødtænder og den lidt lavere pande. *Palaeoloxodon falconeri* var en dværgselefant, der ikke var meget større end *Moeritherium*. Den lignede *Palaeoloxodon antiquus*, når man ser bort fra størrelsen, og var måske også en degenereret efterkommer af denne.

Gruppen Elephantinaes fortid er der ikke meget at sige om. Det er den nyeste gruppe elefanter og har derfor ikke nået at "opleve" så meget endnu. Elefanterne er ikke nogen stor gruppe af pattedyr mere. Den består kun af to arter, hvoraf den ene, *Loxodonta africana*, er gået meget ned i antal, siden de hvide dukkede op i Afrika. Flere steder, hvor den tidligere har været meget almindelig, er den nu næsten eller helt udryddet.

Lasse Schiøtte



MAMMUTHUS PRIMIGENIUS

skinernes jetmotorer. I rumfarten benyttes disse højtemperatur-stoffer navnlig på fremad vendende flader og kanter på raketdele som skal tilbage gennem atmosfæren, thi når raketten når ned i ca. 90 km højde bliver gnidningsvarmen alvorlig - lokalt op til 8000°C . Den bedste - og dyreste - beskyttelse er et varmeskjold, der fordampes under en langsom opbremsning, det vil sige i forbindelse med en flad bane. De militære udslettelsesvåben - ICBM'er - går stejlt ned fra ca. 800 km højde og kan beskyttes med disse højtemperatur materialer, fordi opvarmningstiden bliver meget kort - kun ca. 10 sekunder. En helt anden anvendelse af disse legeringer til de små raketmotorer der styrer, bremser og accelererer rumskibene.

Titan udvindes overvejende af ilmenit, FeTiO_3 , der især tages fra det sorte, ilmenit-rige tungsand ved kysterne, men også fra titanrige jernmalme. Rutil, TiO_2 og titanit, CaTiSiO_5 , har en underordnet rolle. Hovedproducenterne af titan er USA, USSR, Australien, Canada og Norge.

Zirkonium udvindes af mineralet zirkon, ZrSiO_4 , der ligesom titan er koncentreret i tungsandet. Langt det meste zirkon udvindes på Australiens østkyst. Den grønlandske eudialyt, $\text{Na}_6\text{Zr}(\text{OH}(\text{Si}_3\text{O}_9)_2)_2$, kan måske en dag få betydning som malm.

Niob og tantal findes altid sammen, omend i varierende mængdeforhold. Tantal er det mest efterspurgt på grund af sit høje smeltepunkt, 3000°C , og sin store kemiske modstandsdygtighed, der endog gør det muligt at anvende tantal, hvor kravene er størst - i raketmotorens dyser. De vigtigste råstoffer er columbit, $(\text{Fe,Mn})(\text{Nb,Ta})_2\text{O}_6$, der brydes på granitiske pegmatiter, og mikrolith, $(\text{Ca,Na})_2(\text{Ta,Nb})_2\text{O}_6(\text{O,OH,F})$, som især findes i carbonatiter, det vil sige intrusive kalksten. I nefelinsyenitene og deres pegmatiter i Syd-Grønland findes store mængder af epistolit, med kemisk formel omtrent $\text{Na}(\text{Nb,Ti,...})(\text{OHSiO}_4)$, der ser ud til at kunne blive en vigtig niob-malm. Endelig udvindes en hel del niob og tantal af gamle slagter fra fremstillingen af tin, idet tingangenens oprindelige columbit ikke er blevet udnyttet. Hovedproducenterne er Brasilien, Canada, Nigeria og Congo.

Molybdæn udvindes af molybdenit (molybdænglans), MoS_2 . Det er et blåligt metalglinsende mineral, der ligner grafit. Det er vidt udbredt i små mængder, men store forekomster er så sjældne, at en, Climax i Colorado, har 60% af verdensproduktionen. De brydeværdige molybdæforekomster er gerne dannet som en finkornet imprægnering af granit, ledsaget af talrige kvartsårer. Flere af de vigtigste forekomster er desuden knyttet til kobbermineraliseringer, blot er molybdeniten dannet ved langt højere temperatur (pneumatolytisk) end de hydrotermale kobbermalme.

Wulfenit, PbMoO_4 , har kun lille betydning.

MAGNESIUM

Magnesium er både lettere og stærkere end aluminium, og er derfor det foretrukne byggemateriale i satellitterne. Det iltet (oxiderer) dog meget let og bruges næppe inde i rumkapslens rene ilt. De amerikanske ubemandede månelandere er bygget af magnesium, som må forgyldes for ikke at fordampe.

Magnesium fremstilles ved elektrolyse af de kalium- og magnesiumsalte, der primært brydes som råstof for kaligødning. Det vigtigste mineral er carnallit, $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, som dannes ved inddampning af saltsøer og laguner. Ved inddampningen udfældes først anhydrit, CaSO_4 , så stensalt NaCl , og i de få tilfælde, hvor inddampningen ikke afbrydes, til sidst carnallit. Hovedproducenterne af magnesium er USA, USSR og Norge - Norges produktion er baseret på de meget store tyske saltaflejringer, men betinget af Norges vandkraft. Magnesit, MgCO_3 , anvendes også som magnesium-malm. Magnesit er ofte opstået ved stofombytningsprocesser (= metasomatisk omdannelse) i kalksten, men forekommer også almindeligt som sprækkefyldninger (hydrotermale gange) i visse bjergarter som peridotit og gabbro.

ALUMINIUM

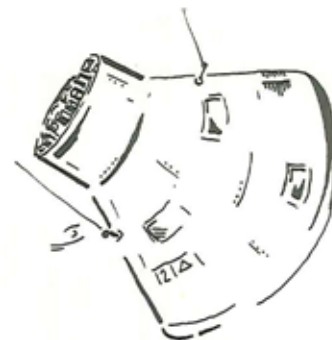
Aluminium er nok det klassiske letmetal, men mekanisk set har det ringere egenskaber end både beryllium og magnesium. Alligevel er det stadig det mest benyttede materiale til bygningen af de store rumraketter. For eksempel er de enorme tanke til flydende ilt og brint lavet af aluminium på trods af den store varmeledningsevne. I de nyeste, bemandede rumkapsler har aluminium afløst plastikstoffer i videst muligt omfang for at mindske brandfaren i kabinens rene ilt. I de elektriske instrumenter anvender man aluminiumtråd i stedet for kobbertråd. Nok er kobber en bedre leder, men aluminium isolerer sig selv fordi det iltet på overfladen, således at man sparer vægten af isoleringsmaterialer.

Aluminium udvindes af bauxit, som er en blanding af forskellige mineraler, mest diaspor, AlOOH , og hydrargillit, $\text{Al}(\text{OH})_3$, med goethit FeOOH som forurening og årsag til bauxitens brune farve. Bauxit dannes ved forvitring i varmt klima af aluminium-holdige bjergarter som granit, syenit og basalt. Hovedproducenterne er Jamaica, USSR, Surinam, Guyana og Frankrig. Bauxiten opløses i smeltet kryolit, Na_3AlF_6 , fra livigtut i Grønland, og aluminium udvindes så ved elektrolyse af smelten.

TITAN - ZIRKONIUM - NIOB - TANTAL - MOLYBDÆN

Disse grundstoffer benyttes, hvor der bliver varmt uden at kravene bliver helt ekstreme, det vil sige i temperatur-området $500^\circ - 2000^\circ\text{C}$, hvor man kan benytte de legeringer, der allerede er udviklet til flyvemå-

RUMALDERENS RÅSTOFFER



af Harry Micheelsen

Rumrejser oplever vi idag hjemme foran fjernsynet som tre mænds trivielt planmæssige rundture om månen. Samtidig med at vi nyder gysen ved tanken om at de kunne blive hængende i rummet uden at kunne komme hjem til kaffe, undres vi over, hvordan det overhovedet er muligt at bruge flere hundrede milliarder kroner på at lave en raket. Vi ser ikke det uhyre arbejde, der ligger bag. Her skal vi blot berøre en enkelt side af sagen: De nye materialer, der har gjort rumfarten muligt. Det har nemlig været nødvendigt at udvikle materialer, der foruden at veje mindst muligt skal tåle stærkere varme, stærkere kulde, større træk, kraftigere rydstelser og voldsommere kemiske påvirkninger, end de hidtidige materialer har kunnet. Der benyttes derfor en hel række utraditionelle stoffer, som er omtalt i det følgende, dog må det indledningsvis bemærkes, at det kniber med præcise oplysninger om, hvor i den enkelte raket, man benytter de omtalte stoffer.

BERYLLIUM

Beryllium har egenskaber, der gør det til rumalderens foretrukne materiale. Det er således et vigtigt byggemateriale, fordi det forener lav vægtfylde med stor stivhed, stor brudstyrke og god kemisk modstandsdygtighed. Den høje pris på beryllium begrænser dog dets anvendelse til selve rumkapslen foruden naturligvis til de rent militære raketter. Da beryllium desuden forener højt smeltepunkt med stor varmekapacitet, smeltevarme og fordampningsvarme, er det selvskrevet til det varmeskjold, der forhindrer selve rumkapslen i at fordampe under landingen. Varmeskjoldet vejer ca. 4 gange så meget som den rumkapsel, der skal ned til Jorden.

Beryllium udvindes praktisk taget kun af mineralet beryl, $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$, måske bedst kendt som ædelstenene smaragd, der er grøn og aquamarin, der er lys blå. Beryl findes som krystaller i granitiske pegmatitter. Pegmatitter knuses og beryllerne håndpilles. Da pegmatitter sjældent indeholder så meget som 1% beryl, bliver beryllium kostbart. Pegmatitgange, der er dannet i forbindelse med nefelinsyeniter fører også beryllium, men i form af mineraler som tschkalovit $\text{Na}_2(\text{BeSi}_2\text{O}_6)$ og tugtupit $\text{Na}_8(\text{Cl}_2(\text{BeAlSi}_4\text{O}_{12})_2)$. De grønlandske forekomster af disse mineraler må anses for vigtige potentielle råstoffer for beryllium. Idag er hovedproducenterne USSR, Brasilien og Indien.



Smaragd - grøn beryl.
Botoga, Columbia.



Rød Tugtupit
Ilimaussaq, Grønland.



Lys Epistolit i grøn polyolithionit,
Kangerdluarssuk, Grønland.



Magnesit, hvid med gulgrøn serpentin,
Snarum, Norge.

MUSEUMS-NYT

Mineralogisk Museum har 3 nye montrer til vore læsere: "Rumalderens råstoffer" er udstillet på museets hovedtrappe. "Nyerhvervelser til mineralsamlingen i 1968" og "Grønlands geologiske Undersøgelses kort over Nanortalik halvøen (A. Escher)" er udstillet på 1. sal i Østervoldgade 5, hvor publikum kun har adgang om hverdagen.



Bauxit, hvid og brun, afsat i kugleformede skorper.
Baux sur Arles, Frankrig.



Sort ilmenit med gulgrøn serpentin,
Snarum, Norge.



Rutil, røde stribede krystaller,
Salzburg, Østrig.



Titanit - tvillingekrystaller,
Tavetsch, Schweiz.