

GEOLOGISKT FORUM

2

ISSN 1104-4721

• GEOLOGISKA FÖRENINGENS NYHETS- OCH INFORMATIONSTIDNING

• JUNI 1994

Magnetismen som ett geologiskt verktyg	3
Ett skakande 200-årsminne – Vesuvius 1794	8
En förfinad geologisk datummärkning	10
Georgius Agricola 500 år	15

Redaktionellt	2
Geologiska Föreningens årsmöte	17
NFR-pengar till geovetenskaperna	18
Internationella geologkongressen 1996	18
Nya medlemmar	18
Amatörgeologiska organisationer	19
Kommande GF-möten	20
Ny geologisk litteratur	20

REDAKTIONELLT

Att vetenskap är populärt är en gammal erfarenhet, men inte desto mindre har det känts tillfredsställande att få detta bekräftat. Det första numret av *Geologiskt forum* fick ett överlag mycket gott mottagande. Jag har från såväl geologkolleger som från amatörgeologer och bibliotekarier fått överraskande många och positiva reaktioner.

Information om tidningen har sänts till landets samtliga länsbibliotek, till många skolbibliotek, till omkring 35 amatörgeologiska föreningar, till flertalet geologiska institutionsbibliotek, till många tidningsredaktioner och till privatpersoner. Dessutom har tidningen varit väl exponerad i SGU:s entré i Uppsala, där flera hundra friexemplar burits bort. Totalt har fler än 700 ex. av tidningen och över 2000 informationsblad distribuerats med syftet att sprida kunskap om tidningens existens.

Som tidningens redaktör är det naturligtvis min önskan att få mig tillsänt så mycket material som möjligt som har geologisk anknytning. Jag vill därför uppmana alla som har information som kan passa för publicering i *Geologiskt forum* att låta mig – och läsarna – få ta del av den. Det kan gälla föreningsmöten, resor och exkursioner, skrifter, eller personer och händelser.

Jag vill, till sist, påminna om en av tidningens uppgifter, nämligen att vara ett forum för åsikter och debatt. Låt inte diskussionerna dö bort vid kaffeborden! Den offentliga debatten tvingar fram konkretisering och formulering, och det är i den processen åsiktsbrytningar kan få en positiv fortsättning.

Björn Sundquist

Omslagshilden

Det inre av järnmeteoriten M/22. Bilden visar den för järnmeteoriter karaktäristiska kristallisationsstrukturen (s.k. Widmannstättenska figurer) som består av olika järn–nickel-legeringar. M/22 har beteckningen Of (fine octahedrite) vilket innebär att lamellernas bredd är mellan 0,2 och 0,5 mm. Meteoriten hittades 1906 i Muonionalusta ca 250 km norr om Haparanda i Norrbotten. Den vägde 7530 gram. Härav skänktes 1909 ett stycke om 3258 gram till Geologiska institutionen vid Uppsala universitet av disponenten och geologen Hjalmar Lundbohm. Delar av detta meteoritstycke har senare använts vid byten med mineralogiska museer i Berlin och Köpenhamn. Meteoriten, liksom många mineral och bergarter, kan under terminstid beses på Mineralogiska museet, Institutionen för geovetenskap, Norbyvägen 18B i Uppsala. Foto Anders Damberg 1989.

Geologiskt forum avser att utgöra länken mellan de vetenskapligt och yrkesmässigt verksamma geologerna och alla de personer som har geologiska intressen av något slag.

Tidskriften publicerar populärvetenskapliga artiklar inom hela det geologiska fältet, in-formerar om aktiviteter i Geologiska Föreningen och om andra geologiska föreningsmöten, exkursioner, publikationer mm, samt sprider kunskap om litteratur, om händelser och om personer med geologisk anknytning. Tidskriften är också tänkt att vara ett forum för åsikter och debatt.

Δ

Geologiskt forum utges av Geologiska Föreningen, som bildades 1871 och är Sveriges riksförening för geologi. Tidningen utkommer kvartalsvis med fyra nummer per år och sänds utan kostnad till föreningens medlemmar (ang. medlemskap se häftets sista sida).

Redaktör och ansvarig utgivare:

Björn Sundquist

Adress:

GFF:s red., SGU, Box 670, 751 28 Uppsala

Tel.: 018/179276 Fax: 018/516767

Δ

Prenumeration beställs hos:

Swedish Science Press, Box 118, 751 04 Uppsala

Tel.: 018/365566 Fax: 018/365277

Postgiro: 489 78 50-6

Bankgiro: 914-4601

Prenumerationspris 80 kr/år.

ISSN 1104-4721

Geologiskt forum sammanställs på en Macintosh-dator med hjälp av Microsoft Word® och Aldus PageMaker®. Den överförs på film och trycks av T.K. i Uppsala AB i en basupplaga på 600 ex. och distribueras av Swedish Science Press, Uppsala.

Δ

Annonser mottages gärna, i form av foto-original eller datafil. De sänds till redaktörens adress ovan. Format och priser:

helsida 154×210 mm	2000 kr
halvsida 74×210 el. 154×102 mm	1200 kr
kvartssida 74×102 el. 154×48 mm	700 kr

Magnetismen som ett geologiskt verktyg

GÖRAN BYLUND

Berg- och jordarternas magnetiska egenskaper är av stor användning inom geologin. De ger information om jordens inre och dess utveckling och gör det möjligt att undersöka kontinentrörelser, datera bergarter och studera miljöförändringar.

Bergarter har en s.k. remanent magnetism. Med det menas att magnetismen är bestående och att den är parallell med det jordmagnetiska fält som rådde när bergarten bildades. Magnetismen präglas på olika sätt i olika bergarter. Ett är när en lava eller en magma i jordskorpan svalnar varvid de magnetiska mineralen får en magnetism när temperaturen sjunker under en viss nivå. För det vanligaste magnetiska mineralet, magnetit (Fe_3O_4), är denna temperatur omkring 570°C . När ett sediment avsätts ordnar sig de magnetiska kornen efter jordens magnetfält och fixeras i den positionen när sedimentet kompakteras och övergår till att bli en bergart. Vid en bergarts metamorfos kan nya magnetiska mineral bildas och när de växer och uppnår en viss kornstorlek blir de magnetiska.

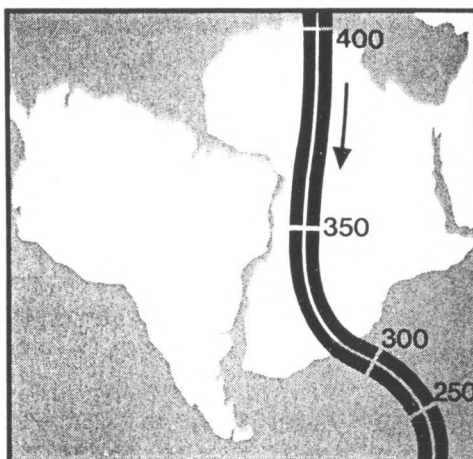
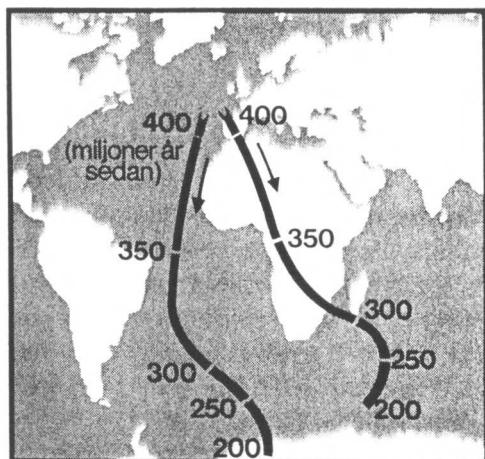
Det är jordens magnetfält som styr magnetiseringsprocessen och den magnetism bergarten får speglar fältets orientering och styrka. Dessutom läses den fast i bergarten och förblir fixerad under geologisk tid. Visserligen utsättes den remanenta magnetismen för påverkan under en ofta komplicerad geologisk utveckling men med moderna magnetometrar och olika

metoder att 'tvätta bort' senare tillkommen magnetism går den att komma åt.

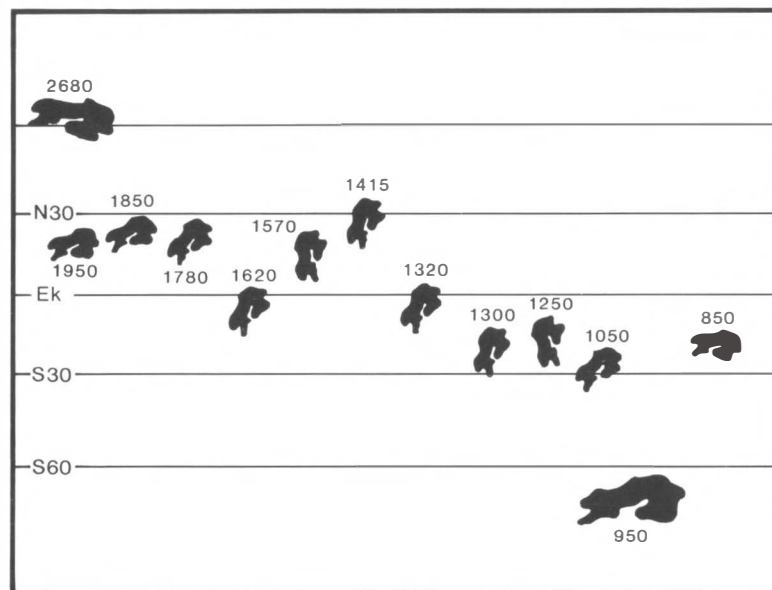
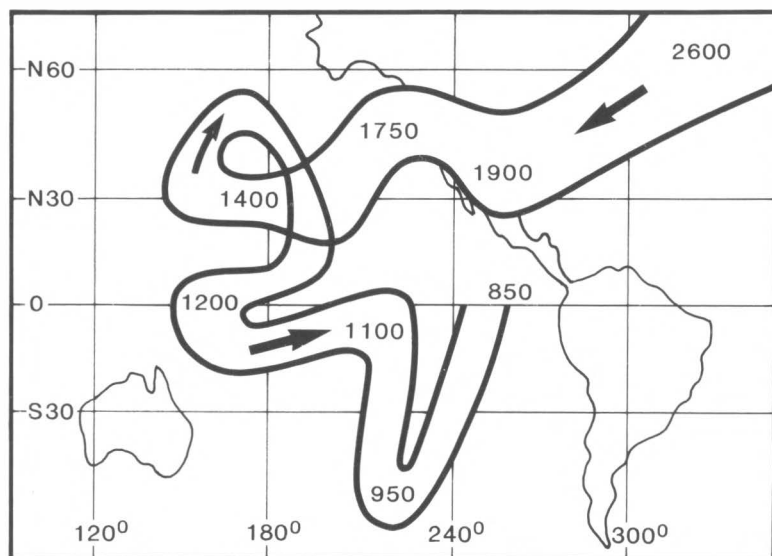
Paleomagnetism

Studiet av den remanenta (fossila) magnetismen kallas paleomagnetism. Att bergarter innehåller en magnetism orienterad efter jordens magnetfält var känt i slutet av förra seklet men det var först på 1950-talet när känsliga magnetometrar hade konstruerats som det blev möjligt att göra noggranna undersökningar av bergarters magnetism. Genom att ta orienterade bergartsprov och mäta deras remanenta magnetism går det att beräkna var de magnetiska polerna låg då bergarten fick sin magnetism.

När dessa undersökningar inleddes fann man att de framräknade paleomagnetiska polerna hamnade på olika ställen på jordklotet. Det väntade resultatet var annars att de skulle sammanfalla eftersom man använde samma referens, jordens magnetfält. Efterhand insamlades uppgifter från olika kontinenter och av varierande geologisk ålder. Det blev möjligt att konstru-



Den vänstra bilden visar de skenbara polvandringskurvorna för Sydamerika och Afrika för 400–200 milj. år sedan. Den högra bilden visar att om man flyttar ihop kontinenterna så sammanfaller kurvorna.



Den övre bilden visar den skenbara polvandningskurvan för Fennoskandien för mellan 2600 och 850 miljoner år sedan. Den undre bilden visar polvandningskurvan 'översatt' så att den visar Fennoskandiens rörelser under samma tid.

era kurvor som visade hur de paleomagnetiska polerna rört sig i förhållande till de olika kontinenterna under ett och samma tidsavsnitt.

Ett bra exempel på det är Sydamerika och Afrika. För dessa kontinenter konstruerades tidigt sådana kurvor för tidsavsnittet 400–250 miljoner år före nutid. Genom att

flytta ihop dessa kontinenter så att kurvorna sammanföll fick man den klassiska bild som visas på föregående sida, där man ser hur den brasilianska bulan passar in i den afrikanska Guineabukten. Men det intressanta var att geologin på båda sidor också stämde överens. Så motsvaras t.ex. den för många svenskar

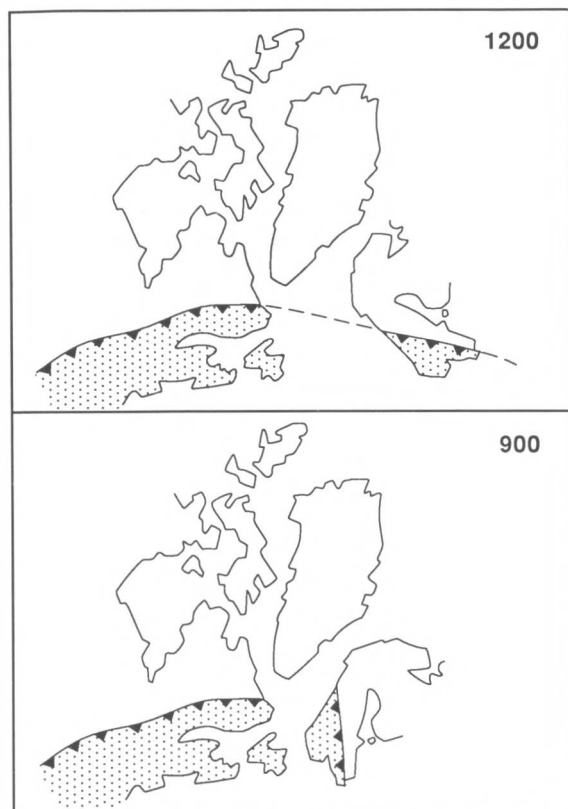
kända fyndigheten av kvartsbandad järnmalm i Nimba, Liberia, av liknande malmer på den brasilianska sidan. Sådana rekonstruktioner gjordes även för andra kontinentblock, vilket fick till följd att paleomagnetism blev ett starkt indicium för att Alfred Wegeners teori från 1912 om kontinentaldrift var riktig.

Skenbar polvandring

Vid de paleomagnetiska laboratorier i Norden har man sedan 1960-talet arbetat med att studera hur den Fennoskandiska skölden rört sig över jordytan under geologisk tid. Bilden överst till vänster visar kurvan för tiden 2600–850 miljoner år före nutid. Som synes är den snårig och svår att tyda för en lekman. Den är därför tolkad i den nedre bilden, som visar hur Fennoskandien rört sig under denna tid.

Det är viktigt att poängtera att jordens magnetiska poler är kopplade till jordens rotationsaxel och de geografiska polerna och inte rör sig som polvandningskurvan ger intryck av. Det är kontinenterna som rörsig. För att förtydliga sig använder paleomagnetikerna begreppet *skenbar polvandningskurva* (eng. Apparent Polar Wander Path, förkortat APWP). Man kan paleomagnetiskt bestämma ett områdes forna latitud och dess orientering i förhållande till meridiannätet, men inte dess longitud.

Intressant är att se hur Fennoskandien varit orienterat mot andra kontinentblock, t.ex. Nordamerika. För omkring 1200 miljoner år sedan skedde stora intrusioner av diabas i Kanada, på Grönland och i de centrala delarna av Sverige och Finland. Samtidigt började en intensiv omarbetning av berggrunden i sydvästra Skandinavien och i ett område i östra Kanada och USA och

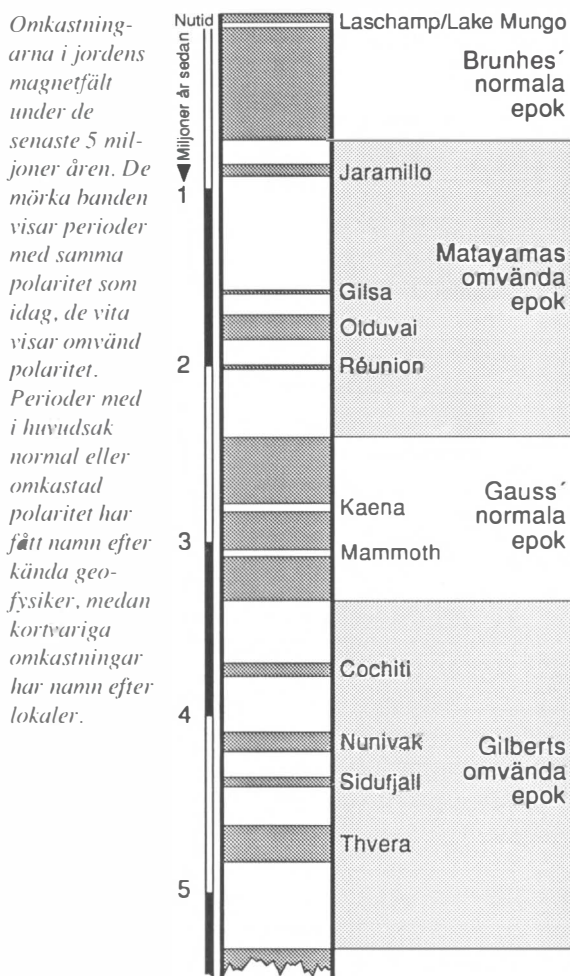


Paleomagnetiska mätningar visar att för 1200 miljoner år sedan låg Nordamerika och Fennoskandien orienterade som den övre bilden visar. Under en intensiv bergskedjebildning (den Sveconorvegiska orogenesen) roterade Fennoskandien medurs och fick för 900 miljoner år sedan det läge som visas i den undre bilden. Den tandade linjen anger en markant geologisk zon som återfinns i båda blocken. De prickade områdena var de som påverkades mest av bergskedjebildningen.

den pågick till för 850 miljoner år sedan. Under denna process bildades många nya bergarter som nu studeras med paleomagnetiska metoder. Bilden ovan visar hur de Nordamerikanska och Fennoskandiska urbergssköldarna låg i förhållande till varandra för 1200 och för 900 miljoner år sedan.

Magnetfältets omkastningar

Det jordmagnetiska fältet bildas i den yttre delen av jordens kärna. Denna är flytande och samtidigt elektriskt ledande, och består huvudsakligen av järn och nickel. Magnetfältet kan enklast beskrivas som fältet från en dipol i jordens centrum som lutar ca 11,5° mot



jordaxeln. Men fältet är inte regelbundet och det förändras med tiden, något som kallas *sekulär variation*. För närvarande ligger den norra magnetiska polen vid 77°N, 102°V men den rör sig i ett oregelbundet mönster omkring den geografiska polen och för geologiskt korta tidsintervall, mindre än tusen år, kan man säga att de magnetiska polerna sammanfaller med de geografiska polerna. Detta är väsentligt för paleomagnetiska mätningar där jordens geografiska koordinatsystem används som referensram för att bestämma kontinenternas rörelser.

Samtidigt som man fann att bergarter hade en magnetism som speglade jordens magnetfält observerade man att detta fält under sin historia flera gånger hade ändrat polaritet, dvs. magnetisk sydpol hade blivit nordpol och vice versa.

Först antog man att omkastningarna av jordens

magnetfält berodde på de magnetiska mineralen, att de hade egenskaper som gjorde att de magnetiserades i riktning mot det magnetiserande fältets. Att detta kan ske är också något som har visats i mycket speciella fall. Men omkastningarna visade sig vara globala, de har noterats i bergarter av samma ålder från olika delar av världen. De beror alltså på något som sker i jordens inre där magnetfältet alstras.

Orsaken till omkastningarna är inte klarlagda. De elektriska strömmar som alstrar fältet i den yttre jordkärnan kan påverkas av inhomogeniteter i gränsen mellan kärna och mantel. Noggranna studier av jordbävningsvågor i denna gränzon visar att det finns skillnader i täthet både i sidled och vertikalt. Dessa skillnader kan ge upphov till de störningar som får fältet att ändra polaritet.

Genom att mäta magnetismen i långa borrhärlor från havsbotten och från sekvenser av lavaflöden har man kunnat följa vad som sker under en omkastning. Det börjar med att fältets intensitet sjunker och börjar kasta om för att sedan öka i styrka men i motsatt riktning. Processen med fältets avtagande och sedan stigande till normal nivå tar omkring 20.000 år men själva omkastningen sker snabbare, den tar mellan 2000 och 5000 år, vilket är en geologiskt sett hastig process.

Vid några av dessa undersökningar har man kunnat följa de paleomagnetiska polernas vandring över jordklotet och konstaterat att de rör sig i ett meridionalt band 90°V, dvs. den ena polen rör sig från nordpolen över Nordamerika och Sydamerika till sydpolen och den andra polen rör sig från söder till norr längs den motstående meridianen.

Det pågår f.n. en diskussion om hur dessa rörelser skall förklaras. Går de att koppla till de inhomogeniteter, som konstaterats på seismisk väg, i gränsen mellan kärna och mantel? Går de att koppla till de konvektionsströmmar i manteln som styr plattornas rörelser? Det blir spännande att se om det finns ett samband mellan jordens magnetfält och de krafter som styr skeendet på jordytan.

En ny datering visar att den senaste omkastningen av jordens magnetfält skedde för 760.000 år sedan. Frekvensen av omkastningar varierar. I 80 miljoner år under perioderna perm och karbon var läget stabilt med ett magnetfält som hade en polaritet med motsatt riktning mot idag. Kritperioden var också lugn, men med fältet orienterat som i nutid. Under perioderna jura och tertiär var det dock tätt mellan omkastningarna.

Mönstret av omkastningar används för att skapa en magnetstratigrafi som i sin tur används för datering av bergartssekvenser. En bra stratigrafi finns för de senaste 150 miljoner åren, sedan minskar noggrannheten beroende på svårigheter att med precision datera bergarterna.

Sekulär variation

Mätningar av jordens magnetfält har gjorts sedan 1600-talet, och den första mätstationen fanns i London. De visar att jordens magnetfält ändras med tiden, de magnetiska polerna rör sig i en oregelbunden bana runt de geografiska polerna med ett avstånd upp till 20°. Detta kallas sekulär variation och den kan spåras i unga sediment.

Svenska forskare var pionjärer på detta område; på fyrtio- och femtiotalet gjordes grundläggande studier av varviga lerors magnetiska egenskaper av forskare vid Tekniska högskolan i Stockholm. Detta arbete fortsätter nu med studier av bl.a. sjöars botten-sediment. Man tar upp kärnor av sediment och kan antingen mäta på hela kärnan eller ta ut prov för detaljstudier.

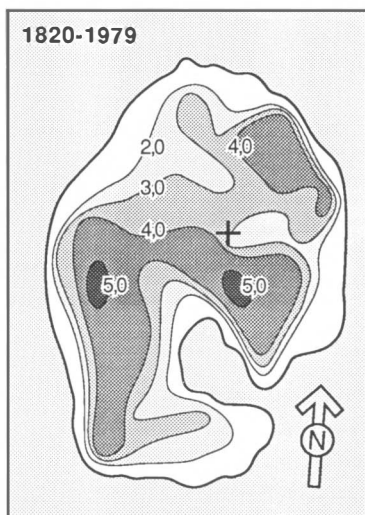
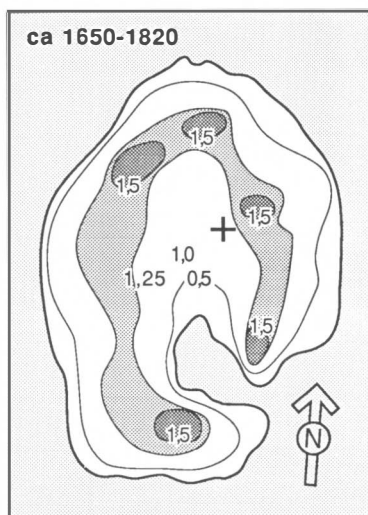
Resultatet blir en kurva över hur magnetfältet varierat under den tid när sedimenten avsattes. Denna kurva kan sedan kalibreras med datering av kärnmaterialet med ¹⁴C-metoden och pollenanalys. Efter analys av många kärnor spridda över ett större område kan man göra en huvudkurva som sedan kan användas för datering av nya bottenkärnor.

Miljömagnetism

Den magnetism som induceras i bergarter av ett magnetfält och sedan försvinner när fältet försvinner kan också användas i geologiska undersökningar. Denna inducerade magnetism är proportionell mot det yttre fält som genererar magnetismen, det kan vara jordens magnetfält, och proportionalitetskonstanten χ är den magnetiska volymssusceptibiliteten (dimensionslös). Den är ett mått på hur lätt ett material kan magnetiseras. Dessutom är den lätt och snabb att mäta, man kan göra mätningar på långa sammanhållna kärnor eller studera enskilda prov.

I Sverige har man undersökt susceptibiliteten i sjösediment, ofta i samband med mätningar av den sekulära variationen, och genom att korrelera data har man sett hur sedimentationen har varierat i sjöbäckenet och relaterat detta till förändringar i miljön runt sjön.

Ett exempel på en miljömagnetisk studie är en un-



Mätning av magnetisk susceptibilitet kan användas för att ta reda på sedimentationshastigheten i en sjö. Hastigheten i Havgårdssjön var 0,5–1,5 mm/år under tiden 1650–1820, men sedan markanvändningen runt sjön ändrades i slutet av 1700-talet ökade sedimenthastigheten till mellan 2 och 5 mm/år. Korset anger sjöns djupaste punkt.

dersökning som gjordes av en engelsk forskare i Havgårdssjön öster om Lund. På ett femtiotal ställen från sjöns botten tog han upp drygt metern långa kärnor och mätte deras magnetiska susceptibilitet. Den varierade vilket gjorde det möjligt att korrelera dem med varandra och se hur hastigt sedimenten avlagrats i olika delar av sjön (se bilden ovan).

Det visade sig att mellan åren 1650 och 1820 var sedimentationshastigheten 0,5–1,5 mm/år, men från år 1820 till 1979 mer än fördubblades den årliga sedimentavsättningen samtidigt som sedimentationsmönstret förändrades. Det berodde på att odlingsmönstret förändrades i slutet av 1700-talet, något man kan se i pollenanalysen där mängden sädespollen ökar i kärnornas övre skikt. Vidare försvann delar av skogen runt sjön i samband med att åkerbruket ökade. Detta gav vinden större spelrum och sedimentationsmönstret ändrades. I detta arbete hade man också tillgång till historiska källor som kunde bekräfta slutsatserna om miljöns förändring.

Fördelar och osäkerheter

Ovan har getts några exempel på hur bergarters och lösa sediments magnetiska egenskaper kan användas för att lösa olika geologiska problem. De har en stor spännvidd, från det globala mönstret av tektoniska plattors rörelser på jordytan och dynamiken i jordens inre till hur åkerbruket förändrats omkring en liten skånsk sjö.

Tidsmässigt täcker de tiden från jordens uppkomst till nutid. En annan fördel med magnetiska mätningar

är att de går snabbt att utföra och i de flesta fall utan att materialet förstörs.

Men man har med komplexa material att göra. Är den magnetism man studerar i en bergart verkligen den som bergarten fick när den bildades, eller uppkom den vid en senare metamorfos? Har bergartsblocket man studerar roterat eller veckats, och hur kommer man i så fall åt det ursprungliga läget? Är sedimenten i borrhälsarna man tog i sjöbotten verkligen ostörda?

Sådana problem dyker hela tiden upp och det är ett fascinerande arbete att försöka genomskåda den geologiska tidsmaskinen och komma till det magnetiska ursprunget i provet och använda det för tolkning av ett skeende.

Litteratur i urval

- Butler, R.F., 1992: *Paleomagnetism: magnetic domains to geologic terranes*. Blackwell Scientific Publications.
- Bylund, G., 1980: När nordpolen byter plats med sydpolen. *Forskning och Framsteg* 80/8, 23–28.
- Elming, S.-Å., Pesonen, L.J., Leino, M.A.H., Khranov, A.N., Mikhailova, N.P., Krasnova, A.F., Mertanen, S., Bylund, G. & Terho, M., 1993: The drift of the Fennoscandian and Ukrainian shields during the Precambrian: a palaeomagnetic analysis. *Tectonophysics* 223, 177–198.
- Irving, E., 1964: *Paleomagnetism and its application to geological and geophysical problems*. John Wiley & Sons.
- Van der Voo, R., 1993: *Paleomagnetism of the Atlantic, Tethys and Iapetus oceans*. Cambridge University Press.

Göran Bylund är docent i mineralogi och petrologi vid Lunds universitet.

Ett skakande 200-årsminne – Vesuvius 1794

SVEN LAUFELD

Vesuvius utbrott 1794 hade stora miljökonsekvenser, såväl lokalt som globalt. Vid utbrottet släpptes t.ex. lika stora mängder svavel ut till miljön som alla av människan åstadkomna svavelutsläpp i Italien under ett helt år i nutid.

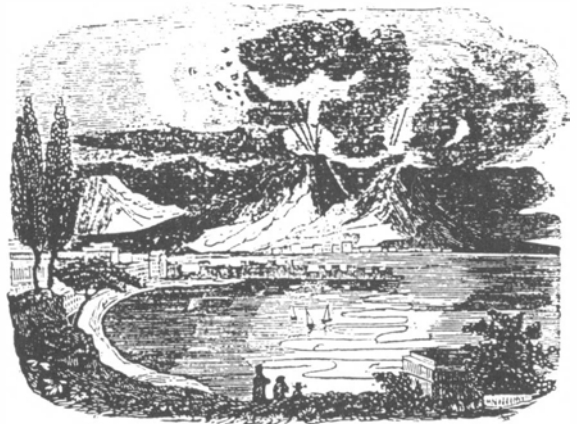
Redan årets första dag blev en skakande upplevelse i Europa år 1794. Danmark och Norge drabbades då av jordskalv, låt vara av föga halsbrytande dimensioner. Sverige fick också en välbehövlig omskakning samma år, men den inträffade inte förrän i årets sista månad. Två dagar före Luciadagen kom stöten i vårt land, men den väckte bara några sovande dalmasar. Intensiteten på skalvet var futtiga 5 i den modifierade Mercalliskalan. Vi måste till Neapelbukten för att få ett geologiskt 200-årsminne med oanade och omfattande konsekvenser för natur och kultur.

1857 skrev den begåvade uppfinnaren Georg Scheutz att ett vulkanutbrott den 12 juni 1794

"behåddades för Neapel och hela nejden, genom en häftig jordstöt, åtföljd af underjordisk åska. På de tre följande dagarne, eller till aftonen den 15 Juni, förnams ingenting vidare, som kunde gifva bergets kringbyggare anledning till förskräckelse. Först då inträffade en ny och häftigare stöt, och i samma ögonblick följde denna gången ett lavaflöde."

Vesuvius fick efter ett skalv som i kvällsmörkret skakade Neapel den 15 juni en lång och 75 m bred rämna. Ur sydvästslutningen pulserade under en dryg månad från 15 fontäner omkring 6 miljoner m³ lava som under glasklirrande ljud skred mot havet med medelhastigheten en meter på åtta sekunder. Den begravnade den lilla staden Torre del Greco (som vid det ännu våldsammare utbrottet 1631 också hade råkat illa ut och alla dess invånare omkommit, men den här gången hade de utrymt staden i tid).

När den 400 m breda och 4 m höga lavaormen passerade över stranden ner i Medelhavet, var det som om en "doppvärmare" körts ned i buktens vatten. Den framstående geologen Leopold von Buch har i *Gesammelte Schriften* berättat om en av miljöeffekterna. Neapelbukten blev för stunden en naturens bouillabaissekittel. Miljontals kokta fiskar täckte havet så långt ögat nådde. En annan berömd geologisk obser-



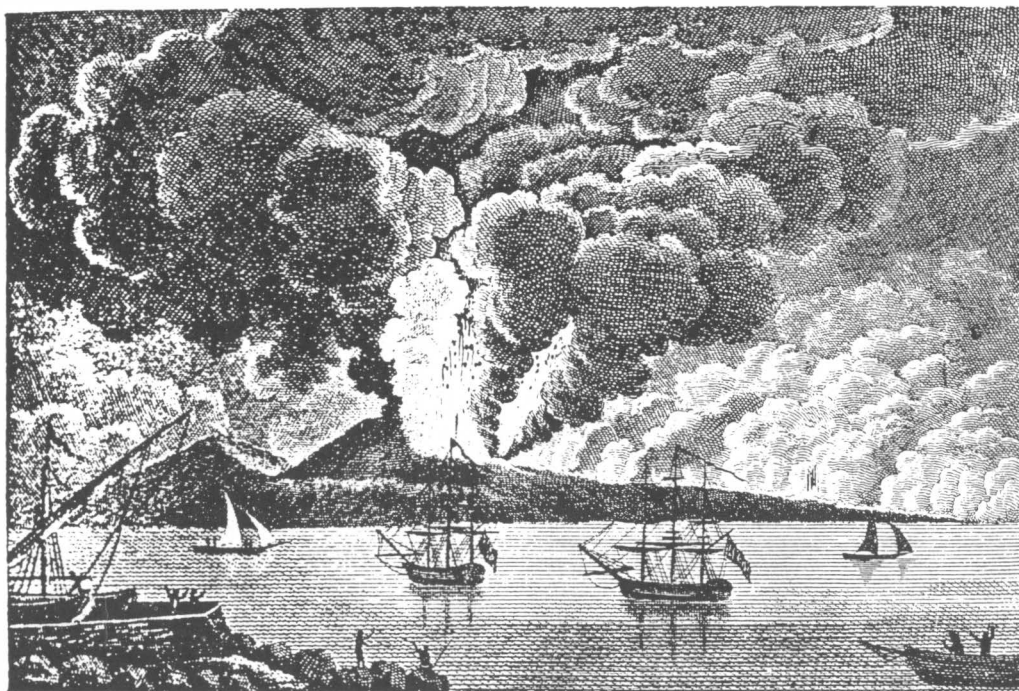
Vesuvius utbrott 1794. Träsnitt ur Scheutz bok Jorden.

vatör, Lord Hamilton, roddes följande dag ut i bukten utanför den begravnade staden Torre del Greco, men fick snabbt ta sig iland igen. Båten började ta in skållhett vatten när tjärtätningen i skrovet hade smält.

Under utbrottet 1794 bildades i Neapelbukten en serie väldiga tsunamivågor. Enligt publicerade ögonvittnesskildringar måste en våg ha varit nästan 30 m hög. Den var då av samma storleksklass som den största tsunamin vid Krakataus utbrott 1883. Dessa tsunamivågor har hittills ej uppmärksamats ordentligt av geologer, men jag anser att vågorna måste ha haft stor ekologisk betydelse. Om denna tanke är riktig, har följet av tsunamivågor för 200 år sedan härjat utmed kusterna och i hamnarna i hela västra delen av Medelhavet med omvälvande effekter.

Vulkanexplosionsindex

Vesuvius utbrott 1794 klassas internationellt f.n. alltför snålt med vulkanexplosionsindex VEI:3. Utöver lavautflödet i sydvästslutningen resulterade explosioner uppe i kratern i flera varma laharer, kokande slamströmmar som avsatte ca 10 m tjocka sedimentlager i



Vesuvius 1794 vid utbrottets kulmen. Samtida italienskt kopparstick. Ur Bergmans bok Pompeji.

vissa dalar. Byar finns nu begravda under laharlagren. Tefran – det vindburna vulkanstoftet – mörklade Neapel-området fullständigt i fyra dygn och askan låg 30 cm tjock 20 km från kratern i vindens riktningen. Vad gäller utbrotts-gaser och sura aerosoler kan de uppskattas till mer än 12 miljoner ton under de 37 dagar utbrottet varade. Mycket försiktigt kan vi räkna med att en tiondel av gasen innehöll svavelföreningar

Naturliga kemiska fabriker

Italien, som är en av Europas stora svavelföreningare, släppte under år 1980 ut 1,9 miljoner ton svavel, 1991 hade svavelföreningarna minskats till 1,2 miljoner ton. Ett medelstort Vesuviusutbrott som det år 1794 bidrar med lika mycket svavel till miljön som alla av människan åstadkomna svavelutsläpp i Italien under ett helt år i nutid. Detta sagt för att vi förvisso bör minska de mänskliga föroreningarna, men samtidigt åtminstone försöka börja inse att vulkanerna på jorden utgör väldiga, oanvända kemiska fabriker med för närvarande gratis energitillgång. Genom att utnyttja den naturtillgången rätt kan vi dessutom minska de för människan skadliga miljöeffekter som följer i en vulkanregion efter varje utbrott.

Utbrottet 1794 hade miljökonsekvenser i en så-

dan omfattning att det måste klassas minst som ett VEI:4-utbrott. Vintern 1794–95 blev både lång och sträng i hela Europa. Zuidersee (Ijsselmeer) isbelades och Holländska Ostindiska Kompaniets seglationer fördröjdes. Paris hade -23°C den 25 januari. Floden Themsen i England frös till redan den 1 i samma månad. Till 1794-utbrottets inverkan på Sverige skall jag återkomma. För den som vill ha lavalysande läsning om Vesuvius utbrott och några av deras konsekvenser på 1700-talet rekommenderas Susan Sontags bok *The volcano lover*.

Litteratur i urval

- Bergman, J., 1915: *Pompeji*. 2 uppl. 328 sid. Bohlin & Co., Stockholm. (Den reproducerade bilden är från sid. 22.)
 Buch, L. von, 1867: *Gesammelte Schriften*. (Red. av J. Ewald, J. Roth & H. Eck.) Vol. 1. 739 sid., 13 planscher. Georg Reimer, Berlin. (Om miljöeffekterna i Neapelbukten står att läsa på sid. 400.)
 Scheutz, G., 1857: *Jorden*. 2 uppl. 252 sid. Axel Hellstens Förlag, Stockholm. (Det citerade textavsnittet återfinnes på sid. 208 och den reproducerade bilden på sid. 209.)
 Sontag, S., 1993: *The volcano lover. A romance*. 419 sid. Vintage, London.

Sven Laufeld är docent i historisk geologi och paleontologi vid Lunds universitet.

En förfinad geologisk datummärkning

GÖRAN POSSNERT

Åldersbestämning av geologiskt material har förbättrats avsevärt under de senaste åren. Genom tvärvetenskapligt samarbete mellan fysiker, geologer och kemister kan idag mycket små provmängder analyseras snabbt och med hög noggrannhet.

Grundidén bakom utnyttjandet av det radioaktiva sönderfallet för att bestämma åldern hos ett material är principiellt enkel och välkänd bland en bredare allmänhet. Främsta orsaken härtill är ^{14}C -metodens varierande användningsområden. Om provet som önskas åldersbestämmas utgör ett slutet system, dvs. inte fräntas eller tillförs den radioaktiva isotopen förutom genom sönderfallet, kommer mängden att avklinga exponentiellt med tiden. Dateringen innebär då att bestämma den aktuella mängden och beräkna den tid som förflutit sedan tillförseln under "levnaden" upphörde. Alternativt kan uppbyggnaden av en dotterprodukt som funktion av tiden tjäna samma syfte. Lyckligtvis erbjuder naturen oss ett brett spektrum av radioaktiva element med vitt skilda halveringstider (betecknat $T_{1/2}$) och därmed "klockor" som lämpar sig för olika tidsepoker alltifrån korta tidsintervall, som exempelvis ^7Be ($T_{1/2} = 53$ dagar) och ^{210}Pb ($T_{1/2} = 22$ år), till urankedjans element med halveringstider i samma storleksordning som universums ålder enligt Big Bang modellen, dvs. uppemot 15 miljarder år. Som tumregel brukar man säga att tio halveringstider utgör ett för datering användbart tidsintervall.

Sönderfallsräkning och jonräkning

Den enkla principen för en radiometrisk daterings teknik visar vid en praktisk tillämpning ha ett flertal komplikationer. Vid sidan om kravet på systemets slutenhet, som i praktiken innebär att rätt material mekaniskt och kemiskt måste framprepareras för en åldersbestämning, utgör den låga naturliga koncentrationen av de kosmogena radioaktiva isotoperna en mätteknisk begränsning. Koncentrationer i området 10^{-10} till 10^{-14} % av de stabila isotoperna av samma grundämne är det normala, vilket innebär att en ytterst noggrann och känslig detektionsteknik måste utvecklas för att fastställa den aktuella nivån i vårt "timglas". Praktiskt föreligger två möjligheter att bestäm-

ma isotopsammansättningen, nämligen genom att sortera och räkna de olika atomerna i provet med hjälp av en masspektrometer eller genom att mäta den radioaktiva aktiviteten som är direkt proportionell mot mängden av den aktuella radionukliden.

Sönderfallsräkningen var den mest använda tekniken fram till för några år sedan. Knepet att varje radioaktiv atomkärna unikt ger sig till känna genom sönderfall är mycket selektivt men ineffektivt om isotoper med längre halveringstider används eftersom aktiviteten är omvänt proportionell mot halveringstiden. Exempelvis får man vänta i genomsnitt 8300 år för en ^{14}C ($T_{1/2} = 5730$ år) kärna att sönderfalla. Eftersom antalet detekterade sönderfall avgör precisionen i koncentrationsbestämningen får man kompensera den låga aktiviteten med att öka provmängden. Tyvärr nås en praktisk gräns relativt snabbt där det blir omöjligt att genomföra en analys genom sönderfallsräkning. Som exempel kan nämnas kosmologiska studier av ^{10}Be ($T_{1/2} = 1,6$ miljoner år) i den mångtusenåriga isen i polarområdena där en sönderfallsmätning kräver 1 miljon ton material för en analys.

Sönderfallsräkningstekniken har emellertid utvecklats och är en väl fungerande mätmetod främst för kortlivade isotoper. ^{14}C , som är den utan jämförelse mest använda radionukliden för dateringsändamål, ligger i gränsområdet för att praktiskt kunna kvantitativt bestämmas genom sönderfall. Provmått om några gram kol (ungefär en tändsticks-asks volym) och några dygns mättid per prov ger en noggrannhet i storleksordningen 60–80 år.

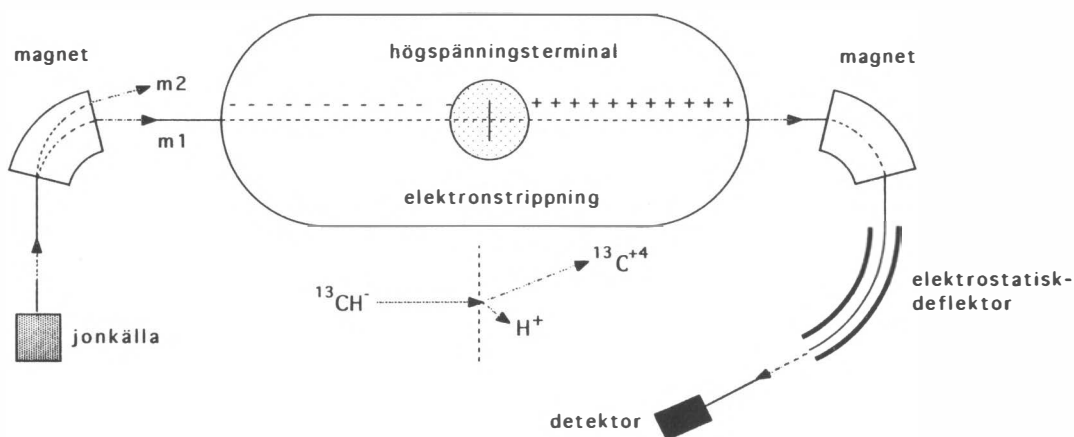
Acceleratormasspektrometri

Det stod tidigt klart för forskarna att direkt jonräkning, som inte begränsas av sönderfallshastigheten, är att föredra. Problemet var dock att känsligheten i befintliga masspektrometrar begränsades till ppb området (miljarddelar) och därmed låg flera tiopotenser ifrån

injektor

acceleration

högenergi-analys



Schematisk bild av ett tandemacceleratorsystem.

vad som krävs för att mäta flera av de naturliga kosmogena radioisotoperna. Uranseriens isotoper, de s.k. premordiala nukliderna, liksom K–Ar och Rb–Sr, utgör ett undantag eftersom koncentrationerna i litosfären av dessa element är så pass höga att masspektrometri kunnat appliceras utan problem.

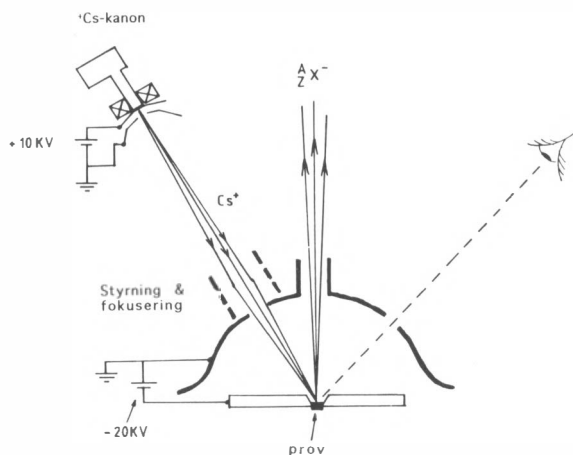
Under 1980-talet har en teknisk förbättring av betydande mått ägt rum i och med att acceleratorsystem, som används inom kärnfysiken för att producera högenergetiska partikelstrålar, börjat användas som högkänsliga masspektrometrar. Apparaturen är stor, komplicerad och kostsam men resultatet är en extremt känslig spektrometri där isotopkvoter ned till 10^{-19} (tio triljondelar) kan bestämmas.

Principen för denna teknik framgår av bilden ovan. Systemet kan indelas i tre delar: en injektordel, en accelerationsdel och en högenergi-analysdel. Injektordelen utgörs av en normal masspektrometer. I jonkällan (bilden till höger) används en fokuserad jonstråle av cesium för att slå sönder provet och negativt jonisera atomerna. Fördelen med att använda negativa joner är den att vissa oönskade isotoper kan elimineras redan vid jonproduktionen. Så är exempelvis fallet för ^{14}C tillämpningen där isobaren ^{14}N inte kan produceras negativt. Cesium-strålen kan göras mycket fin, ned till mikrometerstorlek, vilket gör det möjligt att välja speciella områden av provet som man önskar analysera.

Efter att provet joniserats återstår att sortera de

erhållna jonerna genom att först öka deras energi och sedan låta avböjning i elektriska och magnetiska fält välja ut olika isotoper som slutligen identifieras i ett detektorteleskop. Inom accelerator-masspektrometrin (AMS) används en s.k. tandemaccelerator för att öka jonenergin till några procent av ljushastigheten.

Accelerationen sker i två steg, därav namnet tandem, genom att de negativa jonerna från jonkällan först attraheras av den till någramiljoner volt laddade terminalen och sedan repelleras bort genom att elektroner plockas av jonerna när de tvingas passera genom en tunn kolfolie i högspänningsområdet. Denna



Principskiss av jonkällan i ett SIMS-system.

s.k. elektronstrippning är en förutsättning för själva accelerationen men också mycket viktig för masspektrometritillämpningen eftersom störande molekyljoner från jonkällan kommer att slås sönder och försvinna ur strålgången. I fallet ^{14}C domineras jonstrålen från jonkällan av molekyljonerna ^{12}CH och ^{13}CH som har nästan exakt samma massa som ^{14}C . Den accelererade jonstrålen kan slutligen isotopmässigt identifieras unikt med ett speciellt detektorsystem. Varje isotop som når detektorn återfinns på en speciell plats i ett flerdimensionellt spektrum (bilden till höger).

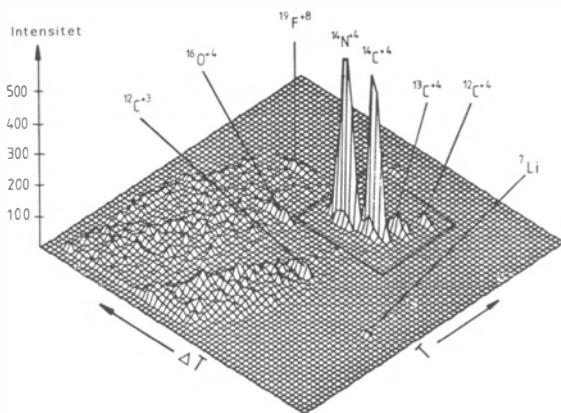
Den masspektrometriska tekniken som nu beskrivits brukar benämnas "Secondary Ion Mass Spectrometry" (SIMS). Förutom den ultrahögkänsliga varianten som utnyttjar tandemacceleratoren i Uppsala, kommer ett motsvarande instrument, med lägre känslighet men med hög rumsupplösning, att installeras vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm under 1994 och där främst användas för mineralanalyser.

^{14}C i naturen

För att en radionuklid ska kunna användas för dateringsändamål måste produktionsmekanismen och geokemin vara väl kända. När det gäller de kosmogent producerade radioisotoperna skiljer man på en atmosfärisk komponent och en *in situ* komponent. Den förstnämnda hänför sig som namnet antyder till produktionen genom kärnreaktioner mellan den kosmiska strålningen (främst högenergetiska protoner) och atmosfärens atomer, medan den senare hänför sig till kosmiskt inducerade kärnreaktioner i litosfären.

Bilden på sidan 13 visar produktionen och transporten av ^{14}C i naturen. Eftersom produktionen sker högt i atmosfären och transporten av CO_2 till troposfären tar uppskattningsvis tio år kommer en blandning att äga rum och därmed ungefär samma koncentration av ^{14}C att råda globalt vid jordytan. De gröna växterna, som binder ^{14}C genom fotosyntesen, för in ^{14}C i näringskedjorna och alla levande organismer står därför i jämnvikt med atmosfärens aktivitet.

Tyvärr har den kosmiska strålningen och det jordmagnetiska fältet, och därmed ^{14}C produktionen, varierat något under tidernas lopp. Vårt "timglas" har med andra ord haft olika startvärde från tid till tid. För att kontrollera detta har dels dendrokronologiska serier (dvs. baserade på trädens tillväxtringar) med hög tidsupplösning som täcker hela holocen undersökts, dels koraller från världshaven för äldre perio-



Exempel på ett partikelspektrum som visar hur de olika isotoperna som når detektorsystemet kan särskiljas.

der (till för ca 35.000 år före nutid). Härigenom kan alla mätningar kalibreras och en absolut tidskala fastställas.

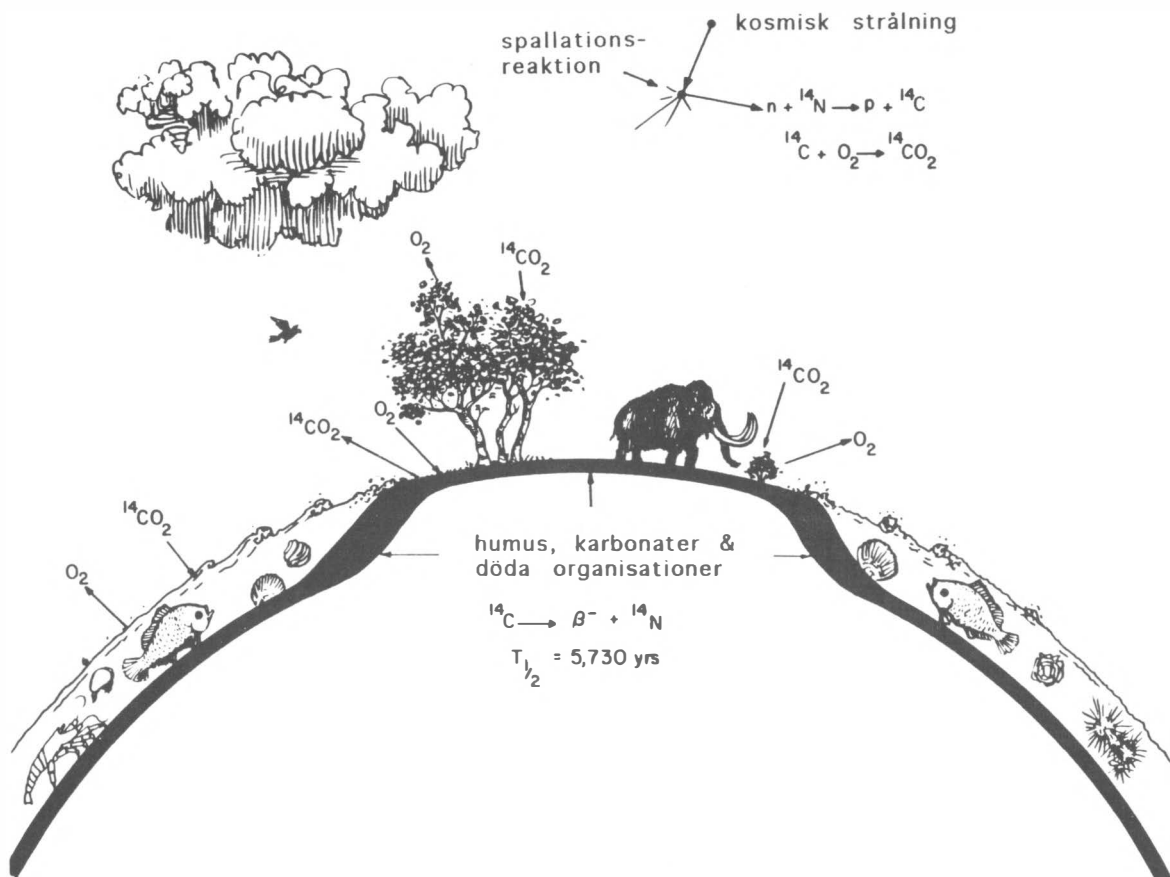
^{14}C är en i många sammanhang unik radioisotop genom den synnerligt gynnsamma naturliga dynamiken jämfört med andra långlivade kosmogena radionuklider som genom utvecklingen av AMS-tekniken blivit tekniskt möjliga att utnyttja.

Det är främst ^{10}Be som inledningsvis nämndes men även ^{26}Al ($T_{1/2} = 740.000$ år), ^{36}Cl ($T_{1/2} = 310.000$ år), ^{41}Ca ($T_{1/2} = 130.000$ år) och ^{129}I ($T_{1/2} = 15.700.000$ år) som har potentialen för datering ned till omkring 100 miljoner år.

Pågående forskningsprojekt

Vid Uppsala-laboratoriet har hittills, sedan metoden utvecklades under första hälften av 1980-talet, ^{14}C och ^{10}Be används för geologiska tillämpningar. För närvarande kompletteras apparaturen och de kemiska preparationsmetoderna och studier med de övriga nämnda radionukliderna kommer att påbörjas under innevarande år.

Den främsta fördelen med AMS-tekniken är den att små prover kan användas. Detta kan kanske tyckas inte ha någon större betydelse, men när ett föremål skall åldersbestämmas ger tekniken helt nya möjligheter. Av största betydelse är att materialet som skall analyseras kan väljas med stor precision. Vidare kan en förfinad kemisk förbehandling för att eliminera föroreningar användas och specifika kemiska fraktioner prepareras fram. I ^{14}C fallet är kolmängder motsvarande delar av ett milligram tillräckligt för att utföra en datering. Det mest lämpliga materialet är det



Produktion och transport av ^{14}C i naturen.

som skapats direkt i jämvikt med atmosfären under en kort tidrymd. Exempelvis är ett frö bättre än en träbit eftersom träbiten kan vara från en ek och därmed flera hundra år gammal vid depositionstillfället.

Ett av de vanligaste geologiska arkiven som studeras för att rekonstruera forna miljöer och klimat är sedimenten. Inom kvartärgeologin är det främst de senaste 14.000 åren som är aktuella eftersom största delen av vårt landskap formades efter den senaste glacialperiodens slut. Pollen, diatoméer, växt- och insektsrester, stabila isotoper etc. används som klimat- och miljöindikatorer. En avgörande parameter i sammanhanget är uppbyggnaden av kronologin. Det normala är att sedimentet avsatts i vatten där kopplingen till atmosfären störs bl.a. genom inblandning av gammalt kol från upplöst kalk i berggrunden (hårdvatten-effekten). Med AMS-tekniken kan detta problem kringgås genom att terrestriska växtrester, pollen eller insektsrester dateras direkt och inte som tidigare, när man analyserade stora ospecificerade bulkprover.

Ett i detta sammanhang intressant projekt som pågår i samarbete mellan kvartärgeologiska institutioner i Lund, Stockholm och Uppsala är en jämförelse av ^{14}C med hjälp av fossil efter landlevande organismer som återfinns i varvig lera som har en känd absolut ålder. En kontroll och etablering av kalibreringskurvan mellan 10.000 och cirka 13.000 BP är därmed möjlig.

Ett annat betydelsefullt projekt går ut på att datera grundvatten, vilket är av stort intresse i diskussioner om alltifrån färskvatten till deponering av kärnbränsle. Genom att välja de ytterst små mängderna av humusämnen som finns lösta i vattnet, istället för att mäta på det oorganiska bikarbonatet som starkt påverkas av kalkhalten i berggrunden, kan betydligt pålitligare åldrar erhållas.

Den nya teknikens ringa kravmängd är också av stort värde vid studier av karbonatsystem av olika slag. Droppstenar, som utgör intressanta miljöarkiv, kan idag studeras med en betydligt förbättrad upplösning. Skal av mollusker och foraminiferer, som främst an-

vänds vid studier av djuphaven, kan likaså med stor framgång och förfining användas för att bestämma sedimentationshastigheter och kronologier.

Kolet och oceanerna

Ett speciellt intresse har studierna av kolets omsättning och växelverkan med oceanerna fått under senare år i och med diskussionerna om växthuseffekten, eftersom den stora reservoaren för koldioxid just är världshaven.

Genom att studera hur den förhöjda ^{14}C aktiviteten som uppstod i atmosfären under ett par år i början av 1960-talet, i samband med de atmosfäriska kärnvapenproven, tränger ned i oceanerna, kan flera viktiga parametrar för modellberäkningar av framtidens klimatförhållanden erhållas. Ett stort antal prover från många stationer och olika djup krävs dock. Med AMS-tekniken räcker det med några deciliter havsvatten för en analys, vilket kan jämföras med den konventionella sönderfallstekniken som kräver flera hundra liter. Provtagningen blir därmed mycket snabbare och enklare och större datamängder kan erhållas till en lägre kostnad.

Beryllium i atmosfären

^{10}Be är något mer komplicerad att använda för dateringsändamål. Orsakerna härtill är flera. Först och främst är uppehållstiden i atmosfären endast omkring ett år. Dessutom är transporten ned mot jordytan kopplad till aerosoler och därmed delvis lokalt betingad som följd av nederbörd och klimat. Uppsalagruppen har studerat såväl djuphavssediment som kontinentala sediment och genomfört metodstudier för att systematisera olika geokemiska faktorer som påverkar berylliumbudgeten och därmed dateringssituationen. Karbonatrika djup-havssediment från Atlanten och lössjordsediment från Shanxi-provinsen i Kina har vid jämförelse med magnetisk datering framgångsrikt åldersbestämts ca 5 miljoner år tillbaka i tiden.

En fördel med den korta uppehållstiden för ^{10}Be i atmosfären är att variationer i produktionen, och därmed förändringar i den kosmiska strålningen och solens aktivitet, kan kartläggas genom att analysera koncentrationen som funktion av djupet i de stora polar-

isarna. En rekonstruktion av de två senaste glacialcyklerna, dvs. de senaste 250.000–300.000 åren, är därmed möjlig och korrelationer med motsvarande klimatindikatorer kan utföras.

En ny era

Här har bara några exempel presenterats på vad den förbättrade detektionstekniken som AMS-metoden erbjuder kan användas till. Möjligheterna inom tillämpningsområden som geologi, oceanografi, glaciologi etc. är många fler och framtiden kommer att visa att en delvis ny era inom användningen av de naturliga radionukliderna för datering och allmän spår-elementanalys har inletts.

Litteratur i urval

- Aitken, M.J., 1990: *Science-based Dating in Archaeology*. Longman Archaeology Series. 274 sid.
 Geyh, M.A. & Schleicher, H., 1990: *Absolute Age Determination*. Springer-Verlag. 503 sid.
 Olsson, I.U. & Possnert, G., 1989: Kolet i tiden. *Naturvetenskapliga forskningsrådets årshok 1988/89*, 185–197.
 Possnert, G., 1987: Datering med hjälp av acceleratörer. *Naturvetenskapliga forskningsrådets årshok 1987*, 165–171.
 Taylor, R.E., 1987: *Radiocarbon Dating*. Academic Press. 212 sid.

Liten termlista

BP. Före nutid (eng. Before Present), där nutid är definierat som år 1950.

Detektor. Instrument för identifiering av joner.

Elektron. Negativt laddad elementarpartikel som betecknas e^- .

Halveringstid. Tiden som förflyter för att mängden av ett radioaktivt ämne skall minska till hälften.

Holocen. Den tidsepok vi lever i och som inleddes för ca 10.000 år sedan, dvs. tiden efter den senaste istiden.

Isobar. Atom av ett visst grundämne med samma massa som en atom av ett annat grundämne, ex. ^{14}N och ^{14}C .

Isotop. Atom av samma grundämne med olika massor, t.ex. ^{12}C , ^{13}C och ^{14}C .

Jon. Elektriskt laddad atom.

Kosmogen. Effekter vars ursprung hänförs till rymden, t.ex. den kosmiska strålningens produktion av radioaktiva ämnen i atmosfären.

Litosfär. Den fasta jordskorpan, som kan jämföras med atmosfären som utgör lufthavet, biosfären som utgör allt levande och hydrosfären som omfattar haven, sjöar och vattendrag.

Radioaktivt sönderfall. Omvandling av en atomkärna genom utsändning av energetiska partiklar eller strålning.

Radionuklid. Radioaktiv atomkärna.

Göran Possnert är docent i fysik vid det nationella acceleratorcentret The Svedberg-laboratoriet, Uppsala universitet.

Till minnet av en stor europeisk naturforskare: Georgius Agricola 500 år

DAN HOLTSTAM

Agricolas bok *De re metallica*, som utkom 1556, blev ett standardverk för mineraloger och metallurger under århundraden. Men Agricola skrev också andra lärda verk och hans betydelse för geologins utveckling kan nog inte överskattas.

En vetenskaps tillkomst låter sig sällan exakt tidsbestämmas. Betydligt lättare är det att finna tidpunkten för dess märkesmäns (eller kvinnors) födelse. I år kan vi celebrera 500-årsminnet av Georgius Agricola, som kallats 'mineralogins fader'. Det berättigade i ett sådant epitet kan givetvis ifrågasättas. Förvisso har mänskligheten sedan förhistorisk tid ägnat intresse åt mineral och företeelser förknippade med dem, och onckligen finns åtskilliga skriftliga vittnesbörd från antiken och medeltiden om försök att systematisera vetandet bevarade. Man behöver i det avseendet bara referera till verk av Aristoteles, Teophrastus, Plinius d.ä., flera arabiska filosofer och persiska alkemister m.fl. De vetenskapliga metoder som legat till grund för deras arbeten torde skilja sig avsevärt från dagens, och de texter som inte är begränsade till rena uppräknings är tämligen fantasifulla och spekulativa till sin natur. I och med Agricola gjordes det första mer omfattande försöket att beskriva malmer, bergarter och mineral grundat på direkta observationer av deras egenskaper.

Vem var Agricola?

Agricolas levnadslopp kan enkelt sammanfattas. Han föddes den 24 mars 1494 i Glauchau, Sachsen, som Georg Bauer. I enlighet med tidens sed bland lärda antog han som vuxen den latiniserade formen av sitt namn. Sina första akademiska studier bedrev han i Leipzig, där han också verkade som latinlektor en tid. Sedan bar det av till Italien, i de flesta avseenden Europas mest utvecklade stat vid denna tid och centrum för renässanskulturen. Efter vidare studier i teologi och klassiska språk vid universiteten i Bologna och Padua tog han 1526 en medicinexamen i Ferrara. Året därpå tillträdde han en tjänst som stadsläkare i Joachimsthal (nuvarande Jáchymov) i västra Böhmen. Här, i centrum av ett blomstrande gruvdistrikt med

sina berömda silverfyndigheter, kom Agricola första gången i kontakt med bergsbruket och dess utövare. Från 1533 till sin död den 21 november 1555 verkade han som stadsläkare i Chemnitz, där han också flera gånger blev vald till borgmästare.

Agricola som naturforskare

Agricolas bidrag till vetenskapen var otaliga och mångskiftande. Hans arbeten rör medicin, kemi, matematik, teologi, historia, metallurgi, malmgeologi, mineralogi och gruvteknologi, men de viktigaste insatserna var inom de geologiska disciplinerna. I en tidig skrift, *Bermannus* (1530), redogör han bland mycket annat för gruvnäringens uppkomst i Tyskland och utvecklingen av det då omfattande bergsbruket i Erzgebirge. Han ger också beskrivningar av de kända metallernas malmer och nämner för första gången i litteraturen några av de vanligaste mineralen, bl.a. kvarts och fluorit.

I *De natura fossilium* (1546) granskar Agricola kritiskt de klassifikationssystem för geologiska material som uppställts av de antika och medeltida skribenterna, samtidigt som han framför sitt eget. Det är i huvudsak baserat på materialens fysikaliska egenskaper: färg, form, hårdhet, sprödhet, spaltbarhet, tyngd, smältbarhet, smak(!) och lukt. Alla dessa termer definierades och beskrevs noggrant av Agricola. Vid denna tid betecknade 'fossil' snart sagt varje ting som kunde grävas fram ur jorden, varför *De natura fossilium*, kallad världens första lärobok i mineralogi, också naturligt berörde petrologi och paleontologi. Klassifikationssystemet är ur modern synvinkel inte särskilt användbart och måste betecknas som rent naturhistoriskt. Värdet av detta verk låg snarare i den deskriptiva delen, där många nya malmmineral beskrevs. I boken *De ortu et causis subterraneorum* (1546) angriper Agricola Aristoteles åsikt att ädelste-



En av de många hundra illustrationerna i Agricolas berömda arbete *De re metallica*, som utkom 1556.

nar och malmer bildats genom stjärnornas inverkan. Han hävdar att man bör undvika dylika långsökta förklaringar till dessa tings uppkomst, och framlägger sin egen teori: i berggrunden existerar ett slags fluidium, *succus lapidescens*, som genom påverkan av värme eller kyla kan övergå i förstenad form. Den åtminstone ytliga likheten med moderna begrepp som malm bildande hydrotermala lösningar är slående. Han konstaterar också att vissa bergarter tydligen består av ihopläkta fragment av äldre material, och är sålunda den förste att beskriva förekomsten av klastiska sediment.

Agricolas sista och allmänt sett mest kända arbete är *De re metallica* som utgavs postumt 1556. (Parentetiskt kan här nämnas att boken finns tillgänglig i en engelsk översättning från 1912 av den amerikanske bergsingenjören och sedermera presidenten Herbert C. Hoover och hans maka, Lou H. Hoover; en utgåva som senare utkommit i faksimil.) Det är i huvudsak en framställning om konsten att finna och bryta malmer, samt utvinna metaller ur dem. Boken innehåller närmare 300 informativa och estetiskt tilltalande träsnitt. Ett kapitel ägnar han åt slagrutan, som han dock säger sig allvarligt betvivla nyttan av.

Agricola uppfattas ju i huvudsak som en 'modern' vetenskapsman, och det är riktigt att han gjorde upp med många av de vanföreställningar och rena vidskepligheter som återfinns i det antika och medeltida tankegodset. Detta hindrade tydligen inte honom från att ägna en hel skrift (*De animantibus subterraneis*, 1549)

åt ingående skildringar av de varelser som sägs dvälas i underjordiska världar.

Verken återupptäcks

Även för den som händelsevis behärskar det enda språk Agricola författade på, dvs. latin, torde hans verk vara svårintagliga. Texterna är skrivna in en enda följd, utan bruk av vare sig skiljetecken eller styckeindelningar och, med ett undantag, oillustrerade. Detta faktum bidrog säkerligen till att Agricolas namn så småningom föll i glömska och hans verk inte uppmärksammades igen förrän kring år 1800, då flertalet översattes till tyska och utgavs i nya, kommenterade upplagor. En som i sina föreläsningar gärna framhöll sin sachsiske landsmans storhet var den kände Freiberg-mineralogen A.G. Werner (1750–1817), som också var den som gav honom epitetet 'mineralogins fader'.

Det är självfallet ingen tillfällighet att alla dessa betydande upptäckter, personifierade av Georgius Agricola, gjordes i den region som var la crème de la crème bland Europas gruvdistrikt. Vissa inslag i hans vetenskapliga produktion kan uppfattas som "grundforskning", men avsikten var nog snarare att böckerna skulle vara till hjälp vid lösning av konkreta vardagsproblem. Metallutvinning i stor skala har emellertid förekommit tidigare och på andra håll i världen utan att följas av några betydande vetenskapliga framsteg. Det andliga klimatet under första hälften av 1500-talet var säkerligen en viktig faktor för utvecklingen, och man behöver bara erinra sig namnen på några av Agricolas samtida: Leonardo da Vinci, Copernicus, Luther, Erasmus, Paracelsus.

Den naturvetenskapliga revolutionens män gjorde, liksom reformatörerna, uppror mot det hierarkiska tänkandet, som under århundraden manifesterat sig i kyrkans dogmer och den aristoteliska världssynen. Agricola själv var emellertid aldrig i religiöst avseende någon förnyare utan förblev Rom trogen livet ut.

Litteratur i urval

- Adams, F.D., 1938: *The birth and development of the geological sciences*. 506 sid. Dover Publications, New York.
 Groth, P., 1926: *Entwicklungsgeschichte der mineralogischen Wissenschaften*. 261 sid. Julius Springer, Berlin.
 Hawthorne, F.C., 1993: Minerals, mineralogy and mineralogists: Past, present and future. *Canadian Mineralogist* 31, 253–296.

Dan Holtstam är intendent vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm och doktorand vid Institutionen för geovetenskap i Uppsala.

FRÅN GEOLOGISKA FÖRENINGENS ÅRSMÖTE

GF:s årsmöte avhölls den 4 maj på SGU i Uppsala. Under temat *Geologisk kartläggning – från Urban Hiärne till dagens frontlinjer* gavs tio föredrag. Ca 50 personer deltog.

Vid lunchtid hölls årsmötesförhandlingar. Till mötesordförande valdes Christian Hjort, till mötessekreterare valdes Pär Weihed och till justeringsmän valdes Gunnar Häggmark och Anders Wikström.

Verksamhets-, förvaltnings- och revisionsberättelse för 1993 godkändes av mötet, som därefter beviljade 1993 års styrelse ansvarsfrihet.

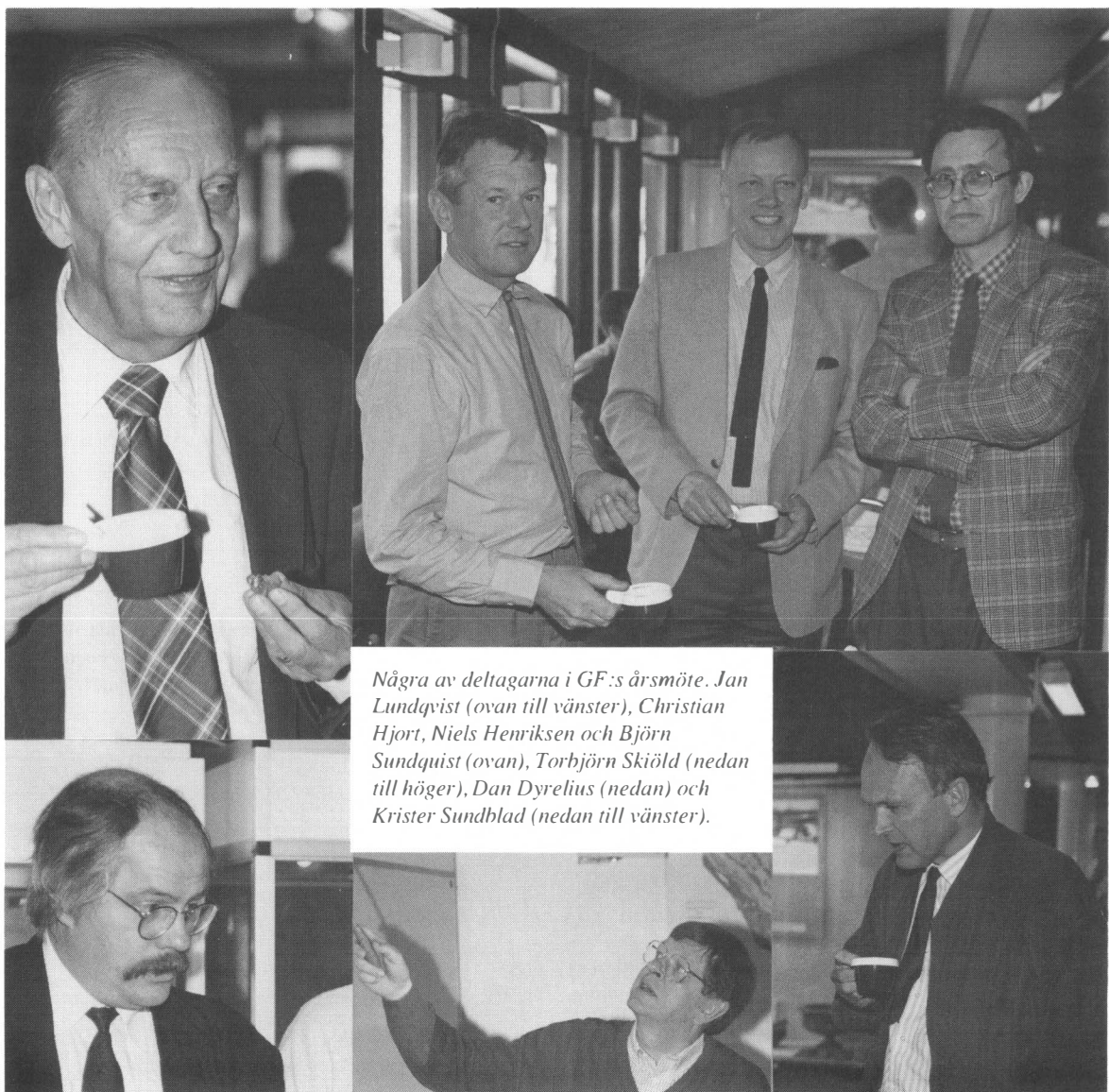
68 poströster hade avgivits för val av fyra (av totalt sju) styrelseledamöter för 1995 och 1996. Tio röster hade för-

klarats ogiltiga. Av de 58 giltiga rösterna erhöll Krister Sundblad (ordf.) och Björn Sundquist (red.) vardera 55 ja- och 3 nej-röster, Per Ahlberg (ledamot) erhöll 58 ja-röster samt Lennart Widenfalk (ledamot) 54 ja- och 4 nej-röster. Förutom dessa personer kommer i 1995 års styrelse att ingå Pär Weihed (sekr.), Torbjörn Skiöld (skattm.) och Rodney L. Stevens (ledam.).

Till lekmanarevisorer 1995 valdes Kjell Billström och Åke Johansson.

Till valberedning för 1995 omvaldes Stefan Claesson (sammankallande), Sven Tirén och Carl-Henrik Wahlgren.

Årsavgiften för 1995 beslöts oförändrad 325 kr.



Några av deltagarna i GF:s årsmöte. Jan Lundqvist (ovan till vänster), Christian Hjort, Niels Henriksen och Björn Sundquist (ovan), Torbjörn Skiöld (nedan till höger), Dan Dyrelius (nedan) och Krister Sundblad (nedan till vänster).

Pengar till geovetenskaperna i årets tilldelning från NFR

I takt med ett kärvare ekonomiskt klimat och i 'konkurrens' med andra forskningsfinansierande organisationer, har Naturvetenskapliga forskningsrådet (NFR) påbörjat en process som avser att även inom snävare ekonomiska ramar tillgodose den mest framstående naturvetenskapliga grundforskningens behov och vars målsättning är att flytta fram forskningsfronten. Som ett led i detta har man för kommande budgetår minskat de anslagsramar som utskotten traditionellt haft, och använt pengarna till en sambedomning av ansökningar från alla NFR:s ansvarsområden. Nästa år kommer sannolikt en något större summa att avsättas för de särskilda insatsområden som NFR i höst fattar beslut om.

Ansökningsstatistik

Antalet ansökningar i geovetenskaper har under de senaste åren visat en sjunkande trend. År 1992 hade NFR 303 geo-ansökningar, år 1993 285 st. och i år 264 st. I fördelningen mellan antalet ansökningar som bedöms av geoutskottets (PuG) tre olika beredningsgrupper har det skett en förskjutning så att antalet ansökningar till beredningsgruppen för luft- och vattenrelaterade vetenskaper ökar, medan antalet ansökningar för forskningsprojekt inom fasta jorden och berggrunden har minskat. Som jämförelse till siffran för antalet ansökningar i år (264) kan nämnas att kemiutskottet hade 317, biologi 398 och fysik/matematik 545 st.

Dåligt utfall på gemensamma prioriteringslistor

I årets sambedomning är utfallet till geovetenskaperna svagt, endast 2 av de ca 20 ansökningar som PuG ställt till gemensam bedömning beviljades anslag. En av orsakerna till detta är att ansökningstrycket i de övriga utskotten är större – de

är tvungna att sätta ribban högre – men också att de geovetenskapliga ansökningarna i flera fall inte var lika klart formulerade vad gäller problemställning och definition av det som skall uppnås med hjälp av det sökta beloppet. Med beaktande av variationer i publiceringsmönster mellan de olika disciplinerna måste man också konstatera att publiceringsfrekvensen hos den geovetenskapliga forskarkåren är låg. Mer om detta kommer vi att kunna läsa i NFR:s kommande stora utvärdering av geovetenskaperna.

Projektslag

Inför budgetåret 1994/95 hade PuG 51,6 miljoner kronor att dela ut. Därtill skall läggas 630.000 kr för de två projekt som beviljades från den utskottsgemensamma prioriteringslistan. Under tidigare år har sammanlagt 31,2 miljoner bundits upp i form av garanterade bidrag, tjänsteåtaganden o. dyl. Av årets beviljningar på 21 miljoner tilldelas 8 doktorandtjänster och 6 nya forskarassistenttjänster, däremot beviljas inga nya s.k. malmerska lektorat eller förlängningar för år 5 och 6 för forskarassistenttjänster.

Dyrbar utrustning

NFR har i år anslagit 40,3 miljoner kronor för dyrbar utrustning (mellan 0,5 och 2 miljoner). Av denna summa tilldelades 3 geovetenskapliga projekt anslag på sammanlagt 3,5 miljoner. Av den totala ansökningssumman för dyrbar utrustning stod PuG-ansökningarna för 17%, medan tilldelningen var endast 7%.

Stockholm 29 maj 1994

Mary von Knorring, programutskottssekreterare i PuG

Internationella geologkongressen 1996

I april utsändes det första cikuläret om den 30:e internationella geologkongressen, som äger rum i Beijing, Kina, 4–14 augusti 1996. Det preliminära programmet tar upp titlarna på 66 specialsymposier och 150 symposier samt listar 24 exkursionsrutter före kongressen, 23 under kongressen och 95 efter kongressen. Registreringsavgift för ordinarie deltagare är USD 300, för medföljande person USD 150 och för studerande USD 100.

Anmälan på särskild blankett måste ha inkommit senast 31 oktober 1994. För rekvisition av första cirkuläret eller ytterligare information kontakta: Prof. Zhao Xun, Deputy Secretary General, 30th International Geological Congress, P.O.Box 823, Beijing 100037, Folkrepubliken Kina. Tel. 86-1-8327772, fax 86-1-8328928, telex 222721 CAGS CN.

NYA MEDLEMMAR I GEOLOGISKA FÖRENINGEN

Thomas Andrén, Stockholm
Elinor Axén, Stockholm
Lars B. Clemmensen, København
Hans Delin, Uppsala
Puig Guillermo, Stockholm
Birgitta Hahn, Täby

Gunnar Hallgren, Hällekis
Anette Högstöm, Uppsala
Birgitta Kalinowski, Solna
Roland Karlsson, Norrköping
Karna Lidmar-Bergström, Åkersberga
Ola Lindstrand, Vällingby

Lars Ove Lång, Göteborg
Anders Numan, Stockholm
Laust B. Pedersen, Uppsala
John S. Peel, Uppsala
Peter Slagbrand, Uppsala
Anders Zetterqvist, Huddinge

AMATÖRGEOLOGISKA ORGANISATIONER

SARF

Sveriges Amatörgeologers RiksFörbund (SARF) startades för 5 år sedan på initiativ av Rolf Lindén och Lennart Werner, som ett par år tidigare startat Östra Värmlands Mineral-sällskap. De hade funnit att en övergripande organisation var nödvändig för samordning och för att ge amatörerna större styrka i diskussioner med statsmakten och markägare.

SARF skall verka för

- att det geologiska kunnandet i medlemsföreningarna utvecklas,
- ett gott samarbete med markägare, gruvägare och staten,
- att nya geologiska rön sprids till medlemsföreningarna,
- att uppgifter om nya fyndplatser, nya mineral och övrigt som kan främja vår hobby sprids till medlemsföreningarna,
- en samordning med utländska geologiska förbund.

Medlemmar i SARF är föreningarna som betalar en medlemsavgift baserad på medlemsantalet i den lokala föreningen. SARF rekryterar alltså inga enskilda medlemmar och varje förening är suverän i sitt agerande. Kostnaden för medlemskapet är f.n. satt till 15 kr per helbetalande medlem.

För närvarande finns i Sverige tjugotalet föreningar som är aktiva, av dessa är sexton medlemmar i SARF.

För medlemsavgiften får man

- en styrelse som bedriver sin verksamhet till lägsta möjliga kostnader,
- bevakning av geologiska intressen på riksplanet,
- hjälp i geologiska frågor t.ex. med myndigheter och markägare,
- id-kort som underlättar i kontakter med gruvägare etc.,
- fyndortsbeskrivningar av lokaler i Sverige lämpliga för mineralletning (en komplett förteckning har utgivits, ur vilken enskilda föreningsmedlemmar kan beställa egna ex.),
- den med Norsk AmatörGeologisk Samfund som medlems-tidskrift antagna tidningen STEIN till varje förening i två exemplar och till föreningsmedlemmar till rabatterat pris,
- förteckning och ajourhållning av förteckning över fridlysta lokaler i Sverige.

I SARF:s styrelse ingår

Ordförande: Rolf Lindén, Ö:a Värmlands Mineralsällskap
Vice ordf.: Karl-Ivar Grusell, Västerås Amatörgeologer
Sekreterare: Tore Stéen, Hjälmarebygdens Geologi och Naturskyddsförening

Kassör: Gunnar Hallgren, Skaraborgs Geologiska Sällskap

Ledamöter: Ingemar Johansson, Bergslagens Geologiska Sällskap, Holger Buentke, Skaraborgs Geologiska Sällskap, Owe Torstensson, Stockholms Amatörgeologiska Sällskap.

Rolf H. Lindén, ordf. i SARF

EGMA

— European Geological and Mineralogical Association. Efter sammankomster i Hannover 1991 och 1992 och i Filippstad 1993 hölls det 4:e Europamötet för mineral- och fossil-samlare den 26–27 mars i år i Luxemburg.

Dessa möten har varje år lockat geologiintresserade från flera europeiska länder för diskussioner, föredrag, exkursioner och kulturella evenemang.

Tidigt växte tanken fram om ett organiserat europeiskt amatörgeologiskt samarbete, och 1992 bildades en interimstyrelse för att utarbeta stadgar till EGMA.

EGMA:s målsättning är

- att initiera och koordinera amatörgeologiskt samarbete i ett europeiskt perspektiv,
- att främja samlandet av mineral och fossil i icke-kommersiellt privat syfte genom nära samarbete med myndigheter och gruvägare,
- att verka för meningsfull natur- och miljövård under beaktande av geologiska intressen,
- att verka för att nya och betydande fynd ställs till förfogande för vetenskaplig undersökning,
- att verka för att geologisk kunskap sprids inom ungdoms- och vuxenutbildningen,
- att medlemmarna erkänner en gemensam hederskodex.

Årsmötet skall hållas varje år i ett annat land än föregående år, där intresset skall fokuseras på det landets geologiska särdrag samt dess kultur.

Från början var tanken att EGMA skulle vara ett förbund för nationella amatörgeologiska föreningar. Detta kan tyckas vara en bra idé, men liknande organisationsformer har visat sig ha vissa nackdelar. Den konstituerande stämman i Luxemburg beslutade därför med stor majoritet att föreningar och enskilda kan bli ordinarie medlemmar. Förbundet registreras vid domstol, vilket bl.a. ger den fördelen att eventuella sponsorsbidrag är avdragsgilla för sponsorerna.

Efter sedvanlig mötesordning valdes styrelsen:

Hr Welzel (ordf., Tyskland),

Hr Buentke (vice ordf., Sverige),

Fru Hackl (sekr., Österrike),

Hr Felser (kassör, Tyskland)

samt ytterligare tre ordinarie styrelseledamöter (från Belgien, Slovenien och Tyskland). Styrelsen består av tre damer och fyra herrar.

Det är vår förhoppning att flera geologiintresserade som känner för ett europeiskt samarbete ansluter sig!

Ytterligare information om EGMA lämnas av Holger-Detlev Buentke, 3535 Lugnäs, 542 94 Mariestad.

Holger-Detlev Buentke, v. ordf. i EGMA

I nästa nummer hoppas vi kunna publicera en förteckning över amatörgeologiska föreningar i Sverige.

KOMMANDE GF-MÖTEN.

Temamöte i oktober–november 1994

Geologiska Föreningen avser att arrangera ett möte i oktober eller november på temat *Naturligt och onaturligt i den globala miljödebatten*. Mötet skall belysa olika uppfattningar om den s.k. drivhuseffekten, hur t.ex. vulkaniska och antropogena skeenden påverkar lokala och globala miljöer på såväl kort som lång sikt.

Mötet är preliminärt planerat att äga rum i Lund. Definitiv tid och plats kommer att ges i nästa nummer. Närmare upplysningar kan under sommaren lämnas av GF:s ordf. Christian Hjort på tel. 046/107881 och av GF:s sekreterare Pär Weihed på tel. 018/179320.

NY GEOLOGISK LITTERATUR

Geologi i Dalsland. Karl-Inge Åhäll. 1993. 48 sid. Pris 100 kr inkl. porto. Kan beställas från: Karl-Inge Åhäll, Görjelycksgatan 21, 431 34 Mölndal.

"Dalslands växlingrika berggrund vittnar om storskaliga skeenden långt tillbaka i tiden. Istidens mycket yngre händelser speglas i landskapets former där mäktiga inlandsisar och isälvar skulpterat fram mönstrets detaljer. Resultatet av de geologiska processerna har vi runt omkring oss. Boken berättar lättfattligt och spännande om landskapets historia. Samtidigt visas vägen till platser där den intresserade själv kan studera de mest betydelsefulla spåren efter bergskedjebildningar och nedisningar." (Från baksidestext.)

Som ny medlem i Geologiska Föreningen

får Du årligen 4 nummer av GEOLOGISKT FORUM och 4 häften av Föreningens engelskspråkiga vetenskapliga tidskrift GFF till specialpriset 230 kr/år de två första åren (ordinarie pris är 325 kr/år). **Gör så här:** betala medlemsavgiften 230 kr till **Geologiska Föreningen** på postgirokonto 21 08-9. Märk inbetalningskortet Medlemsavgift för 1994.

Som ny prenumerant på GEOLOGISKT FORUM

får Du det första numret utan kostnad och de resterande 3 numren under 1994 för 60 kr (ordinarie pris är 80 kr/år). **Gör så här:** betala prenumerationsavgiften 60 kr till **Swedish Science Press** på postgirokonto 489 78 50-6 eller bankgiro-konto 914-4601. Märk inbetalningskortet Geologiskt forum 1994.

Skriv tydligt namn och adress på inbetalningskortet, tack!

KARTOR

för naturintresserade

Sveriges geologiska undersökning (SGU) gör kartor över jordarter, berggrund, grundvatten, över havsbottnarnas beskaffenhet och markens halt av olika ämnen. Dessutom finns geologiska publikationer som behandlar Sveriges geologi.

Beställ kostnadsfritt informationsmaterial.
Lägg kupongen i ett kuvert och skriv
"Frisvar, SGU, 751 00 UPPSALA."

SGU

Sveriges Geologiska Undersökning

Box 670, 751 28 UPPSALA. 018-17 90 00. Fax 018-17 92 10.



Jag beställer kostnadsfritt

- ☐ Geologins användning i samhället
- ☐ Kartplan 1993-94
- ☐ Publikationskatalog (1994)

Namn _____

Adress _____

Postadress _____