

GEOLOGISKT FORUM

Nr 114 ♦ 2022



Platåbergens geopark
Mineralrika Norra Kärr
Cronstedt 300 år
Cyperns ofioliter

GEOLOGISKT FORUM

Nr 114 ♦ 2022

ISSN 1104-4721

Ansvarig utgivare och redaktör:

Jeanette Bergman Weihed
tel. 070-3724828
e-post: jeanette@tellurit.se
För text, layout och bilder svarar
redaktören där inget annat anges.

Redaktionens adress:

Geologiska Föreningen
c/o Tellurit AB,
Rutviksreveln 55A,
975 96 Luleå
e-post: info@geologiskaforeningen.se

Omslagsbild: Gammalt stenbrott på
Kinnekulle, Götene, Västra Götaland. Ett
besöksmål i Platåbergens geopark. Läs
mer på s. 10. Foto: Henrik Theodorsson.

Upplaga: 500 ex.

Tryckeri: Elanders Sverige.

Ordinarie lösnummerpris: 75 kr.

För annonser, distribution,
prenumerationsärenden, adressändring,
köp av tidigare nummer samt
reklamationer: kontakta redaktionen.

För dig som är medlem i Geologiska
Föreningen ingår tidningen i det ordinarie
medlemskapet. Som medlem har du
också tillgång till tidningen som pdf samt
ett digitalt arkiv. Man kan också lösa en
årsprenumeration av tidningen. Läs mer
på vår webbplats.

Ange namn, adress och e-postadress
vid betalning till vårt Plusgiro 2108-9. Du
kan också betala direkt med kort på vår
webbplats
www.geologiskaforeningen.se

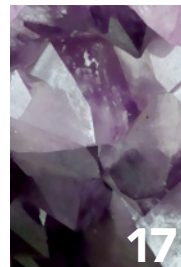
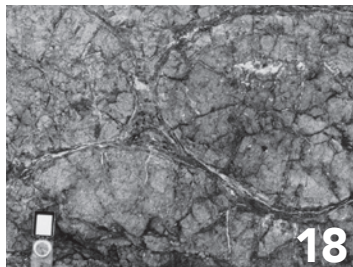
Tidningen publicerar sedan starten år
1994 populärvetenskapliga artiklar inom
geovetenskapens alla områden.

Välkommen att kontakta redaktören
om du vill medverka i Geologiskt forum.
Författarna svarar själva för innehållet i
sina artiklar. Nästa nummer av Geologiskt
forum kommer i september 2022.



I DETTA NUMMER

- 3 Tid för geologi
- 3 Snart jubileumsmöte – glöm inte att anmäla dig!
- 4 Sällsynta fynd i berggrunden: Norra Kärr – del 1
- 10 Platåbergens geopark – Sveriges första Unesco-geopark
- 12 Cronstedt 300 år
- 16 Föreningens årsmöte i Lund
- 17 Kristaller är helt meningslösa
- 18 Cypern – ett unikt upplyft spridningscentrum
- 23 På gång
- 23 Forntida heta källor på Öland?
- 23 Lyssningstips: När ryggradsdjuren klev upp på land
- 23 Boktips: Otto Zdansky The scientist who discovered Peking Man and explored China's fossil past
- 23 Missade du?
- 23 Geologiska kartor och beskrivningar



Tid för geologi

Sommaren har äntligen kommit, även till Luleå, och nu finns det förhoppningsvis många möjligheter att uppleva geologi live.

Det är också glädjande att pandemin nu tycks vara ett otrevligt minne blott och att vi åter kan mötas ansikte mot ansikte. Jag tänker framför allt på föreningens jubileumsmöte i augusti. Läs mer om det nedan.

I det här numret får vi följa med till Norra Kärr – denna mineralrika, men något omstridda, fyndighet av sällsynta jordartsmetaller öster om Vättern. Denna första del berättar om hur mineraliseringen hittades och om de olika karaktäristiska bergarter

som finns där. En del två om själva mineraliseringen kommer i nästa nummer.

Platåbergens geopark i Västra Götalands län har nyss fått Unesco-godkännande som global geopark. Mycket glädjande! Där finns mycket att titta på så om du har vägarna förbi i sommar rekommenderar jag dig att stanna till vid något av besöksmålen.

Cronstedt är en av Sveriges mest kända mineralogier. I år är det 300 år sedan han föddes och det firas bland annat med en artikel här i tidningen. Förutom att Cronstedt beskrev nya grundämnen så presenterade han också ett helt nytt sätt att klassificera mineral

och bergarter. Hans system byggde på kemi snarare än på mineralens utseende och är i stora drag samma system som används än idag.

Det här numret bjuder också på en utflykt till Cypern och de mycket välbevarade resterna av oceanisk litosfär – Troodosmassivet – som finns där. Tillsammans med dessa bergarter finns också en stor mängd mineraliseringar som bröts redan för mer än tretusen år sedan. Cypern var länge den största kopparproducenten, i alla fall runt Medelhavet.

Om du vill kontakta mig brevledes vill jag be dig uppmärksamma att redaktionen bytt postadress,

fortfarande dock i Luleå. Mail och telefon förblir desamma som tidigare.

Så vill jag slutligen önska alla en fin sommar med många fina geologiska upplevelser!

Och så hoppas jag att vi ses på föreningens jubileumsmöte i augusti. Glöm inte bort att anmäla dig!

Jeanette Bergman Weihed, redaktör



Snart jubileumsmöte – glöm inte att anmäla dig!

Förhoppningsvis har ingen missat att föreningen firar sitt 150-årsjubileum i augusti genom att ordna en vetenskaplig konferens med efterföljande exkursion.

Själva mötet äger rum i Uppsala 17–19 augusti på Institutionen för geovetenskaper och Sveriges geologiska undersökning. Dagen efter ordnas en buss-exkursion till Sala.

Glädjande nog har närmare tvåhundra abstracts skickats in och det blir ett omfattande vetenskapligt program som täcker alla olika discipliner av geovetenskap och svensk geologi.

Vi hoppas att mötet ska vara av intresse för alla geovetare som är verksamma i Sverige eller som är intresserade av olika aspekter av svensk geologi. Vi hoppas också att många studenter och

doktorander tar möjligheten att nätverka med mer etablerade geovetare. Vi i föreningen ser fram emot att träffa er alla!

Välkommen med din anmälan senast 30 juni!

Läs mer och anmäl dig här:
geologiskaforeningen.se/en/150-year-anniversary/
Frågor: jubileum@geologiskaforeningen.se



UTSTÄLLARE?

Vi har plats för ett begränsat antal utställare och det finns ännu ett antal platser kvar. Om du är intresserad av att ställa ut kontakta organisationskommittén på jubileum@geologiskaforeningen.se



Guldponsorer:

LKAB, Boliden, Zinkgruvan Mining, Luleå tekniska universitet, Stockholms universitet, Uppsala universitet

Silversponsorer:

Greenna Mineral, Lovisagruvan, Kaunis Iron, Bergskraft, Geoveta, Geopool, Nitroconsult

Bronssponsorer:

Alicanto Minerals Ltd, Minalyze

Vi är tacksamma för support från våra sponsorer! Vill du också bli sponsor? Kontakta jubileum@geologiskaforeningen.se



Sällsynta fynd i berggrunden Norra Kärr – del 1

Norra Kärr har blivit en vida känd och omdiskuterad plats sedan prospekteringsborrningar har visat att där finns en av världens få stora fyndigheter med övervägande andel tunga sällsynta jordartsmetaller. Dessa metaller är bland annat viktiga för energiomställningen.

TEXT OCH BILD: AXEL SJÖQVIST

I EUROPA ÄR TILLGÅNGEN till sällsynta jordartsmetaller osäker eftersom vi är helt importberoende av metallerna och den mesta produktionen kommer från Kina. Norra Kärr är därför en strategiskt viktig resurs som skulle kunna utnyttjas för att minska Europas importberoende. Men Norra Kärr är också en

väldigt intressant och spännande geologisk plats.

Den här första delen av två handlar om hur Norra Kärr upptäcktes och tidiga undersökningar. Eftersom Norra Kärr består av väldigt ovanliga bergarter och mineral ger jag här även en generell bakgrund till ämnet som förhoppningsvis underlättar.

I nästa nummer av Geologiskt forum kommer del två, som mer specifikt kommer att handla om Norra Kärrs geologi och samhällsrelevans.

Upptäckt och tidiga undersökningar

De säregna bergarterna vid gården Norra Kärr, en liten bit inåt lan-

Motstående sida: Den klassiska eudialytlokalen i Norra Kärr, dit busslaster av mineralentusiaster har vallfärdat genom åren. Fotograferad 2012.

Till höger: Nefelinsyenit från Norra Kärr, eller "katapleitsyenit" som Törnebohm kallade den. De utsträckta ljusa strimorna består till stor del av katapleit. Eget prov, insamlat 2011.



det från Vättern, på gränsen mellan Jönköpings och Östergötlands län, upptäcktes av Karl Edvard Norman, extrageolog vid Sveriges geologiska undersökning (SGU). Under somrarna 1899, 1900 och 1902 karterade han ensam kartbladet "Gällö", sex dagar i veckan med lediga söndagar.

På den här tiden visades jordarter och bergarter på samma karta. Som geologisk karta är den lite märklig, eftersom mer än hälften av kartbilden utgörs av Vättern med en smal landremsa längs vardera kartkanten och den norra spetsen av Visingsö i mitten.

På måndagen den 9 juli 1900 gav sig Norman ut och "rekognoscerade området omkring Porsarp samt österderom till söder om Lakarp". Det hade regnat hela söndagen.

I större delen av området förekom en grå till röd porfyrisk granitgnejs, men precis vid länsgränsen, i kanten av kartområdet, fann han "en grå, kvartsig, finskiffrig gneis". På grund av bergartens "slirighet" var strykningen "betydligt växlande".

Dagen därpå karterade han väster om gården Norra Kärr och mot Kaxtorp. Marken var där täckt av en blockig morän och mosstorv. Han

lade märke till att berggrunden på ömse sidor om mosstorven var "alldeles olika". Väster om mosstorven fanns granit medan "öster om den ligger grå, finskiffrig, slirig gneis ibland rätt mycket omvandlad."

I den geologiska sammanfattningen av berggrunden skrev han: "En mycket kvartsig, finkornig, grå varietet uppträder omkring Kärr, der den också kännetecknas af slirighet, så att strykningen på korta sträckor är betydligt växlande; väldiga sammanpressningar och veckningar hafva här tydligen egt rum."

I kanten på Normans fältanteckningar står att ett tunnslip tillverkades (Slpr. 8875) av stufven (15) som han samlade in den 9 juli. Beskrivningen "Krossad och omvandlad [oläsbar] granit" är överstruken. Under detta står: "Nephelin-Syenit".

Det var nämligen vid en senare granskning som de grågröna stenprovena, som inte liknade någon annan känd bergart, blev uppmärksammade av Alfred Elis Törnebohm. En närmare mikroskopisk undersökning avslöjade att bergarten är en finkornig nefelinsyenit med de sällsynta mineralen eudialyt och katapleit

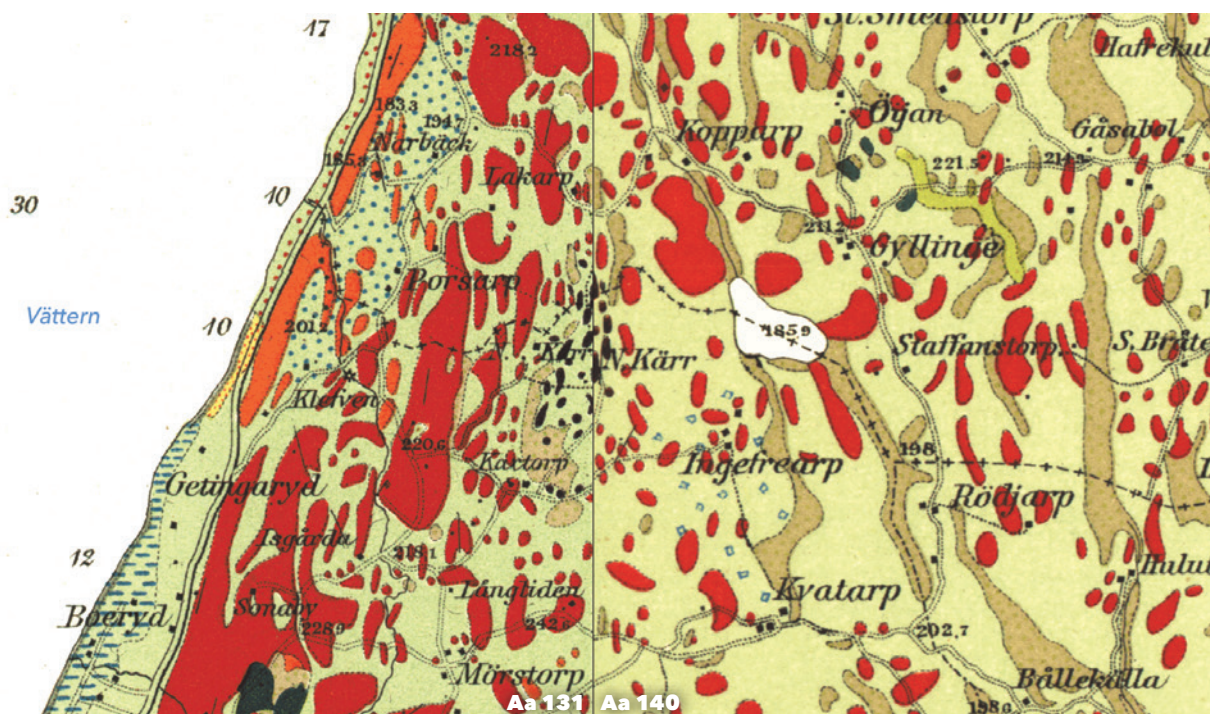
(se tabellen på nästa uppslag för en minerallista).

Ny förekomst av nefelinsyenit

Nefelinsyenit är en ovanlig alkalisk magmatisk bergart, av vilken man då kände till endast två svenska förekomster: på Alnön och nära Särna. För att närmare undersöka den nya nefelinsyeniten genomförde Törnebohm, med viss hjälp av Axel Hamberg, sommaren 1905 en fältstudie samt en efterföljande petrografisk studie av ett större antal insamlade stuffer. Resultaten presenterades av Törnebohm vid Geologiska Föreningens möte den 7 december 1905 och publicerades sedan i SGU:s Serie C nr 199 året därpå.

Törnebohm tyckte att ett bra namn för den finkorniga gröna bergarten var katapleitsyenit, eftersom inga andra kända nefelinsyeniter innehåller just så mycket av detta mineral. Han lät även Robert Mauzelius utföra några kemiska analyser. Analysen av eudialyt tydde bland annat på ett högt innehåll av sällsynta jordartsmetaller: 2,97 % ceritoxider och 3,90 % ytterjordar.

Törnebohm beskrev även en något varierande dioritliknande bergart



Ovan: På de gamla SGU-kartorna Aa 131 Gällö (1906) och Aa 140 Boxholm (1907) är Norra Kärr markerat som mörkgröna ovaler. I teckenförklaringen benämns dessa "Nephelinsyenit (m. tillhörande bergarter)".

som förekommer innesluten i nefelinsyeniten. Av praktiska skäl klumpade han ihop dessa och kallade dem lakarpit efter den närbelägna gården Lakarp, norr om Norra Kärr, utan att avse att det sedermera skulle användas som ett petrografiskt namn.

Efter Törnebohms första beskrivning hände egentligen inte så mycket med Norra Kärr, mer än att platsen omnämndes i några enstaka publikationer.

Mer detaljer kommer fram

En mer detaljerad petrologisk studie påbörjades i januari 1942 av fil.lic. Olge Jungstedt Adamson. Han undersökte bergarterna i fält under maj och augusti det året samt i juni 1943. Dessutom studerade han cirka 300 tunnslip och lät göra tolv bergartsanalyser och åtta mineralanalyser.

Adamson åtskilde de inneslutna bergarterna i två grupper. Den ena hade Törnebohm redan kallat lakarpit. Adamson kallade den andra

gruppen kaxtorpit efter gården Kaxtorp söder om Norra Kärr. I tillägg till många bra observationer och resonemang, tog Adamson sig också friheten att byta namn på Törnebohms katapleitsyenit till det lokala namnet grännait efter Gränna.

Detta är också det namn som fått fäste i litteraturen, vilket är delvis olyckligt eftersom det är lätt att förväxla med granit. Adamson försvarade sin doktorsavhandling den 13 maj 1944 vid Stockholms universitet.

Området ses som en resurs

Vid den här tidpunkten fick Boliden upp ögonen för Norra Kärr som en möjlig naturresurs för nefelin, zirkonium och sällsynta jordartsmetaller. Nefelin används vid tillverkning av glas och keramik medan zirkonium är en specialmetall.

Man provbröt nefelinsyeniten på två platser 1949 och grävde ur och tog prover längs två diken 1974. Boliden köpte gården i mitten av 1970-talet.

Man hoppades kunna använda nefelin för framställning av kristallglas, men lyckades med dåtidens teknik inte skilja det järnrika mineralet ägirin från nefelin, "så att det [blev] praktiskt taget ölglas utav allt" som

prospekteringschefen Folke Wallman uttryckte det.

Förutom dessa undersökningar, utforskades platsen av Harry von Eckermann och Hans Koark på 1960-talet. Koark kom fram till att nefelinsyeniten var starkt deformerad, medan von Eckermann var fast besluten att bevisa att den var helt präglad av magmatiska processer.

Senare undersökningar av andra forskare har oftast behandlat någon mindre aspekt av Norra Kärr, såsom ett nytt mineralfynd eller mätning av olika isotopkvoter.

Sedan 2009 är ett nytt prospekteringsbolag aktivt på platsen, vilket bland annat har resulterat i drygt två mil borrhälsar, ungefär 10 000 kemiska analyser samt nya geologiska kartor och tvärprofiler.

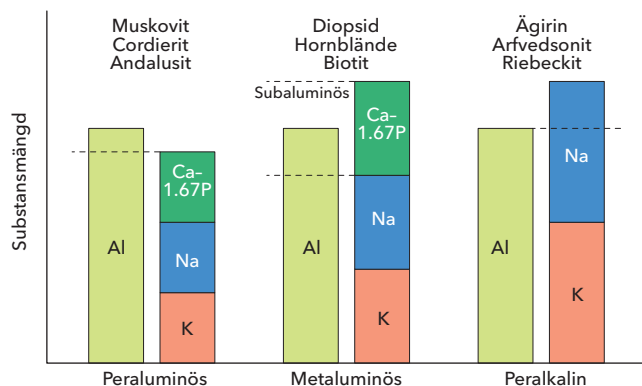
Samtidigt har en våg av olika forskningsinsatser tagit fart. Utfallen från dessa har väsentligt förändrat bilden av Norra Kärrs geologiska ursprung och utveckling, men mer om detta kommer i nästa nummer.

Alkalina bergarter och nefelinsyeniter

Vad är då egentligen en *alkalin* magmatisk bergart? Många geologer har sina egna, ibland vaga, föreställ-

NAMN OCH KEMISKA FORMLER FÖR VANLIGA OCH OVANLIGA MINERAL SOM NÄMNS I TEXTEN

Mineral	Kemisk formel
Albit	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$
Arfvedsonit	$[\text{Na}][\text{Na}_2][\text{Fe}^{2+}_4\text{Fe}^{3+}]_3\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Eudialyt	$\text{Na}_{15}\text{Ca}_6\text{Fe}_3\text{Zr}_3\text{Si}(\text{Si}_{25}\text{O}_{73})(\text{O},\text{OH},\text{H}_2\text{O})_3(\text{Cl},\text{OH})_2$
Kataplelit	$\text{Na}_2\text{ZrSi}_3\text{O}_9 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Kvarts	SiO_2
Melilit	$(\text{Ca},\text{Na})_2(\text{Al},\text{Mg},\text{Fe}^{2+})[(\text{Al},\text{Si})\text{SiO}_7]$
Mikroklin	KAlSi_3O_8
Mosandrit	$(\text{Ca}_3\text{REE})[(\text{H}_2\text{O})_2\text{Ca}_{0,5}\square_{0,5}]\text{Ti}(\text{Si}_2\text{O}_7)_2(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_2$
Nefelin	$(\text{Na},\text{K})\text{AlSiO}_4$
Olivin	$(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4$
Ortopyroxen	$(\text{Mg},\text{Fe})\text{SiO}_3$
Perovskit	CaTiO_3
Plagioklas	$(\text{Ca},\text{Na})[(\text{Al},\text{Si})\text{Si}_2\text{O}_8]$
Titanit	CaTiSiO_5
Zirkon	ZrSiO_4
Ägirin	$\text{NaFe}^{3+}\text{Si}_2\text{O}_6$



ningar om vilken egenskap som avgör om en bergart kallas alkalina. Inte sällan handlar det då om att bergarten innehåller mycket albit och mikroklin (alkalifältspater).

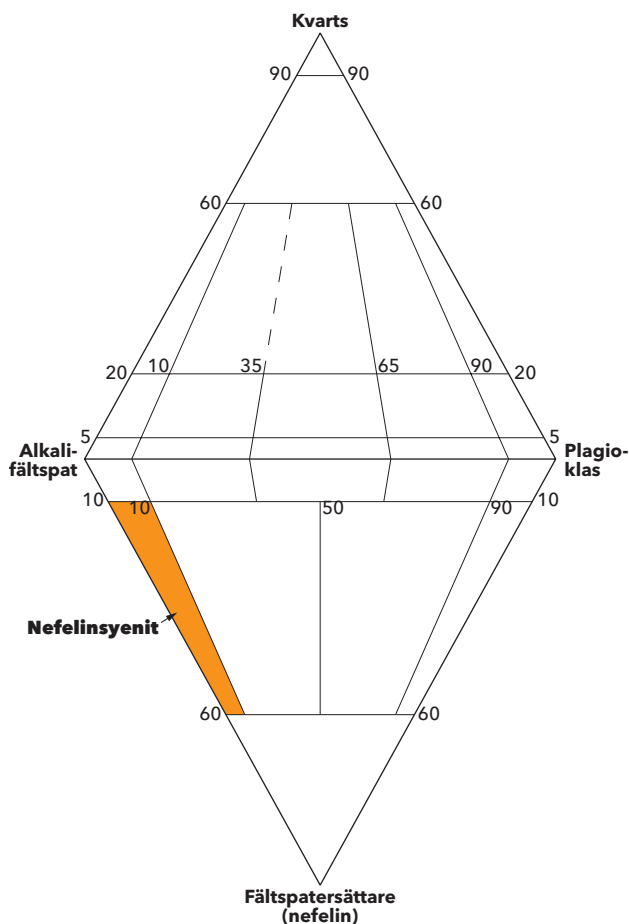
De flesta som jobbar med alkalina bergarter är dock överens om att en sådan behöver uppfylla följande: bergarten ska antingen vara kiselundermättad eller peralkalin, eller båda dessa. Många anser också att karbonatit, en magmatisk kalksten som består av minst 50 procent karbonatmineral, är en alkalisk bergart.

Kiselundermättad är ett sällsynt tillstånd som kan uppträda i bergarter som har ett lågt innehåll av kisel i förhållande till andra ämnen. Eftersom det mesta av det kisel som finns binds till dessa andra ämnen och bildar silikatmineral finns det för

lite kisel kvar för att mineralet kvarts ska kunna bildas. I stället bildas kiselfattiga mineral som inte kan förekomma tillsammans med kvarts.

Ett typiskt mineral i kiselundermättade bergarter är nefelin, som hör till gruppen fältspatersättare (fältspatoider). Andra exempel är mineralen perovskit och melilit, som kan ersätta titanit och plagioklas. Även olivin kan tyda på kiselundermättade förhållanden, om ortopyroxen helt saknas.

Nefelin, perovskit, melilit och magnesiumrik olivin kan inte förekomma i jämvikt med kvarts. Kiselundermättade bergarter med fältspatersättare hamnar därför inom den nedre triangeln i Streckeisens QAPF-diagram där bergarten nefelinsyenit har ett eget fält.

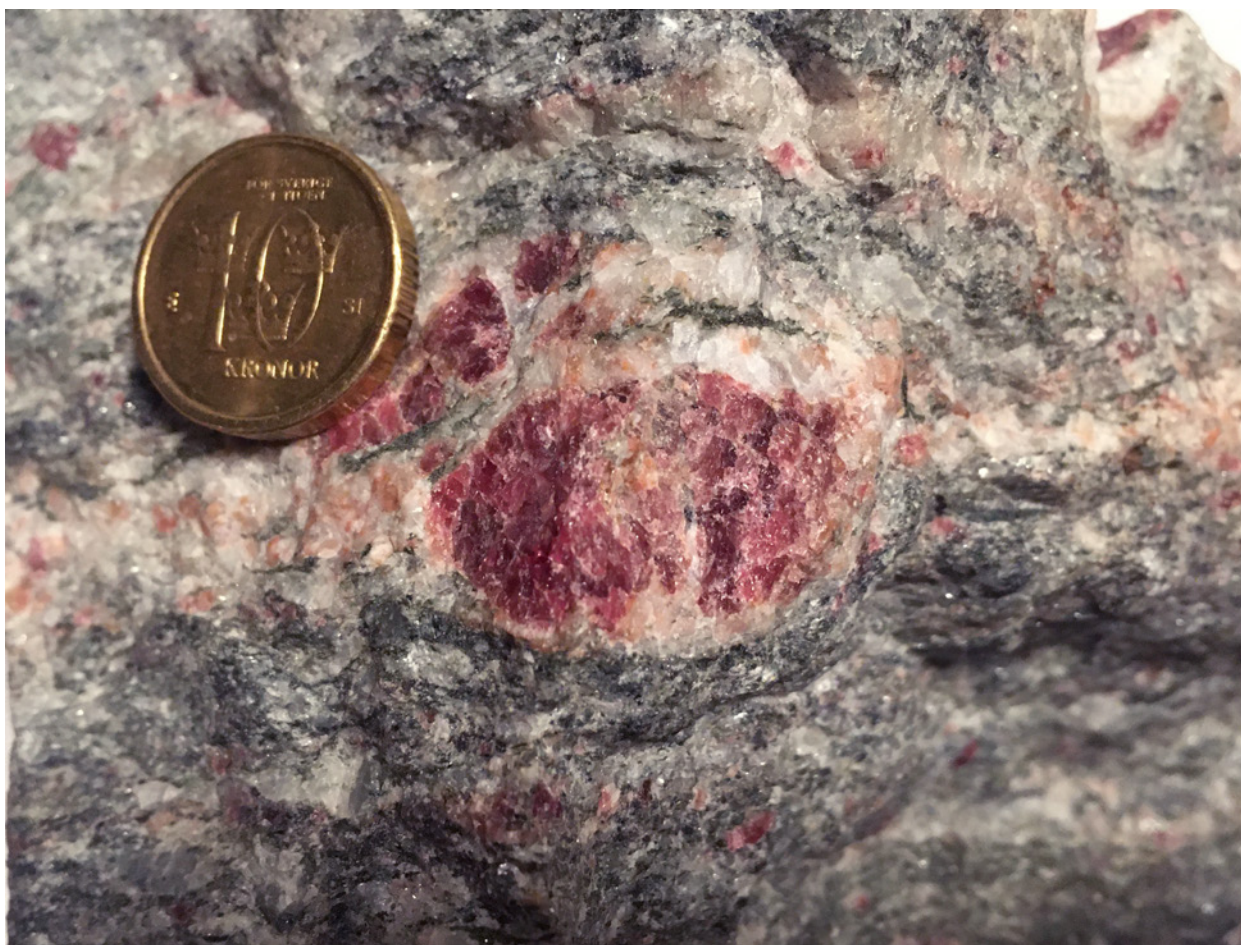


Ovan: QAPF-diagram med fältet för nefelinsyenit markerat.

Ovan till vänster: Olika förhållanden mellan aluminium och alkaliämnen ger upphov till upptag i olika mineral. Peralkalina bergarter kännetecknas till exempel av mineralen arfvedsonit och ägirin.

Den andra egenskapen hos alkalina bergarter är peralkalinitet, som är ett annat sällsynt kemiskt tillstånd hos bergarter. Vid magmatiska förhållanden binds alkaliämnen natrium och kalium i första hand till aluminiumförande silikatmineral, såsom albit, mikroklin och nefelin. Beroende på proportionerna mellan dessa ämnen i magman, kommer olika mineral att bildas.

I peralkalina bergarter förekommer fler atomer av alkaliämnen



natrium och kalium tillsammans än av aluminium. Det betyder att det finns för mycket alkaliämnen för att allt ska kunna inhysas i till exempel fältspat, som innehåller lika delar av dessa ämnen. Därför bildas ovanliga mineral, t.ex. arfvedsonit eller ägirin, som kan ta upp överskottet av natrium.

Några exempel på alkalina magmatiska bergarter är nefelinsyenit, arfvedsonitgranit, nefelingabbro, nefelinit, olivinmelilitit, kimberlit och lamproit. Bergarter som ibland missuppfattas som alkalina är till exempel kalk-alkalin lamprofyr, alkalifältspatsyenit och vissa bergarter ur den "alkalina magmaserien" såsom trakyt.

Agpaitiska bergarter

Mineralet eudialyt, som Törnebohm identifierade i Norra Kärr, är relativt ovanligt och speciellt. Det är ett vackert djuprött mineral som till utse-

det lätt blandas ihop med granat och av vilket det finns ungefär hundra fyndplatser på Jorden.

Förekomsten av eudialyt och andra likartade mineral är ett avgörande kännetecken för de så kallade agpaitiska bergarterna. Dessa bildar en undergrupp av peralkalina bergarter med egna mineralogiska särdrag, och forskare är i dagsläget fortfarande inte helt säkra på hur bergarterna faktiskt bildas.

Begreppet "agpait" introducerades 1912 i en postum publikation av Niels Viggo Ussing för att särskilja nefelinsyeniterna i Ilímaussaq på södra Grönland. Dessa kännetecknas av att komplexa silikatmineral som eudialyt ersätter vanliga mineral som zirkon.

Anledningen till att agpaitiska bergarter innehåller ovanliga mineral är att de har en udda kemisk sammansättning. De har hög peralkalinitet, vanligtvis med en stor övervikt av natrium över kalium. Genom

Ovan: Närbild på eudialyt från Norra Kärr.

magmatiska processer har de blivit utarmade på (kompatibla) ämnen såsom magnesium, krom och nickel, medan de är extremt anrikade på (inkompatibla) ämnen som bland annat zirkonium, niob och sällsynta jordartsmetaller. Agpaiter innehåller även relativt mycket fluor och klor. "Vanliga" mineral som zirkon och titanit är inte stabila i denna miljö och de ersätts därför av en mängd olika agpaitiska mineral.

Ussings ursprungliga definition för en agpaitisk bergart var att kvoten mellan alkaliämnen och aluminium måste överstiga 1,2. Sedan dess har forskare slagit fast att de mineralogiska egenskaperna hos agpaiter inte är begränsade till enbart nefelinsyeniter. Eudialyt kan nämligen även förekomma i alkaligranit. Dessutom kan

agpaitiska mineral bildas vid något lägre grad av peralkalinitet än 1,2.

Därför finns nu i stället en mineralogisk definition för agpaiter, som alltså är magmatiska bergarter som kännetecknas av förekomsten av komplexa mineral, t.ex. eudialyt och mosandrit, som ersätter enkla mineral som zirkon och titanit.

Mineralogisk undersökning på Grönland

De första proverna av eudialyt samlades in av Karl Ludwig Giesecke, en tysk mineralog som år 1806, med stöd av den danska staten, seglade till Grönland för att utföra en mineralogisk undersökning av hela den bebodda delen av västra Grönlands kustland, från den sydliga spetsen till Upernavik i norr.

Han planerade att genomföra denna stora expedition på endast två och ett halvt år, men i augusti 1807, under Napoleonkrigen, förklarades krig mellan det neutrala Danmark och England. Därmed blev Giesecke fast på Grönland.

I närheten av staden Julianehåb (Qaqortoq) på södra Grönland upptäckte Giesecke den 28 augusti 1806, vid en plats som geologer nu kallar Ilímaussaq, en "märklig granitblandning med röd granat, ljusgrön och gulaktig, korund-liknande fältspat, svart hornblände, stjärnformad aktinolit och ett grönt, lättvittrat granatformat mineral".

Efter två års fältarbete på Grönland skickade Giesecke nio eller tio tunnor och lådor fulla med stenprover, emballerade i torr moss, till Köpenhamn. På färden mellan Island och Danmark föll skeppet dock i händerna på engelsmännen och fördes i stället till hamnen Leith nära Edinburgh.

Gieseckes till synes värdelösa prover behandlades ovarsamt och låg utspridda över ett lagergolv när geologen Thomas Allan upptäckte att bland stenarna fanns en ansenlig mängd av det sällsynta grönländska mineralet kryolit. Han köpte stensamlingen billigt och upptäckte tillsammans med kollegor flera nya mineral i samlingen, inklusive sodalit och allanit.

När Giesecke senare fick reda på att hans stenprover inte hade nått

Danmark blev han så klart nedstämd. Han hade chansen att segla till Danmark hösten 1808, men det trasiga skeppet var redan överlastat med hemvändande kolonister. Därför bestämde sig Giesecke för att stanna kvar ett år till på Grönland för att samla in alla stenprover igen.

Han lämnade till sist Grönland 1813 och förenades med Thomas Allan och sin första samling i Edinburgh. Med hjälp av Allan blev Giesecke sedan professor i mineralogi i Dublin. Därför skickade han sina mineralprover till forskare i Europa för undersökningar.

Mineral som lätt bryts ner

Den röda "granaten" som Giesecke samlade in visade sig vid senare kemisk analys av Friedrich Stro-meyer 1819 vara ett nytt mineral, som han kallade eudialyt. Mineralnamnet betyder ungefär "lättlös-ligt" på grekiska, vilket hänvisar till att mineralet lätt bryts ner även av svaga syror.

Mineralogiskt och kemiskt är eudialyt kanske det mest komplicerade mineralet som vetenskapen känner till. (Så känns det för mig ibland i alla fall.) Det innehåller mycket natrium, en del kalcium och järn (och mangan) samt olika högvalenta metaller, såsom zirkonium, niob och sällsynta jordartsmetaller.

Beroende på hur man räknar finns det tio olika platser för kationer och tre olika platser för anjoner, inklusive fluor och klor, att anknyta till de tre- och niofaldiga kiseltetraederringarna. En framstående eudialytforskare har uttryckt att mineralets struktur kan innehålla en tredjedel av ämnena i det periodiska systemet.

Jordens mineralrikaste platser

Till följd av sin mycket ovanliga kemiska sammansättning är agpaiter fulla av sällsynta mineral. Flera agpaiter är faktiskt bland de mest mineralrika platserna på Jorden, varav vissa till och med utklassar Långbans gruvor.

Minerallistan för Khibinamassivet på Kolahalvön i mineral-databasen Mindat.org innehåller för närvarande 531 olika mineral, varav 122 är upptäckta där. Andra kända

agpaitiska mineralfyndlokaler finns vid Mont Saint-Hilaire i Québec (434 mineral), Lovozero-massivet på Kolahalvön (397 mineral) och Ilímaussaq på södra Grönland (234 mineral).

Minerallistan för Norra Kärr är tyvärr inte särskilt välunderhållen, men förmodligen finns här ungefär ett femtiotal olika mineral.

Användbara till mycket

Agpaiternas ovanligt höga innehåll av flera olika metaller och mineral har också lett till att många förekomster runtom i världen undersöks som möjliga geologiska resurser. Främst handlar det om innehållet av sällsynta jordartsmetaller, men även zirkonium, hafnium, niob, zink, flusspat, nefelin, fältspat och ibland uran är av intresse.

Sällsynta jordartsmetaller är viktiga för den gröna omställningen, eftersom de sitter inbakade i magneterna som sätter snurr på både elbilmotorer och vindkraftverk.

I framtiden kanske våra elbilar kör på vindkraftsel, som båda har producerats med hjälp av metaller som utvunnits ur mineralet eudialyt.

Fortsättning följer. ♦

Läs mer

- Adamson, O.J. 1944. The petrology of the Norra Kärr district: An occurrence of alkaline rocks in southern Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 66, 113–255.
- Blomberg, A. 1906. Beskrifning till kartbladet Gällö. *Sveriges geologiska undersökning* Aa 131.
- Munthe, H. 1905. Mötet den 7 december 1905. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 27, 415–420.
- Sjöqvist, A.S.L. 2019. The Tale of Greenlandite: Commemorating the Two-Hundredth Anniversary of Eudialyte (1819–2019). *Minerals* 9, 497.
- Törnebohm, A.E. 1906. Katapleilit-syenit: En nyupptäckt varietet af nefelinsyenit i Sverige. *Sveriges geologiska undersökning* C 199.

FOTO: JOHAN WINGBORG



Axel Sjöqvist är oberoende forskare och driver Axray Scientific AB.
✉ axel@axray.science



Nordkroken,
nära Vargön,
strax öster om
Vänersborg, vittnar
om en mycket
gammal markyta,
det subkambriska
peneplanet.

FOTO: HENRIK THEODORSSON.

Platåbergens geopark – Sveriges första Unesco-geopark

I april utnämnde Unesco den allra första globala geoparken i Sverige. Förberedelserna inför en ansökan har pågått i flera år men pandemin satte käppar i hjulen för processen. Nu är emellertid allt antligen klart och här får vi möta Anna Bergengren som jobbat med projektet från start.

TEXT: MAGNUS HELLOQVIST

HALLÅ DÄR Anna Bergengren, koordinator för Platåbergens geopark, och stort grattis till att ni nu är en *Unesco Global Geopark*! Det här är Sveriges första geopark som utnämnts av Unesco.

Nu hoppas Anna att de kan vara en inspiration för andra, så att flera globala geoparker skapas i Sverige och vi kan börja matcha övriga nordiska länders växande antal geoparker.

Geoparken i Platåbergen täcker idag runt 3 690 kvadratkilometer, vilket Anna Bergengren berättar är

ganska stort i en internationell jämförelse. Hon har många års erfarenhet av arbete med geoparker, bland annat från Norge, där hon följde hela processen vid bildandet av Unesco-geoparken Trollfjell från ansökan till färdig och godkänd geopark.

– När jobbet som koordinator för Platåbergens geopark annonserades så var jag förberedd och hade redan mycket erfarenhet, berättar Anna.

Hon startade arbetet med Platåbergen 2017 och slutförde samtidigt sitt masterarbete vid Göteborgs uni-

versitet. Tanken var att en ansökan skulle lämnas in redan 2019. Men förseningen av ansökan har en välkänd förklaring. Anna berättar:

– På grund av pandemin de senaste två åren ställde Unesco in alla platsbesök och därmed gick det inte att genomföra några ansökningar. En del i ansökningsprocessen är just besök av bedömargruppen på plats hos den sökande geoparken.

Processen att ansöka om att bli global geopark hos Unesco är mycket krävande med omfattande förarbe-



ten. Ett krav är att den som ansöker redan ska ha etablerat en fungerande geopark på platsen eller i området det gäller. Det går alltså inte att ansöka om att utses till en *Unesco Global Geopark* för att sedan kunna bygga upp den. Poängen är att förarbetet skapar en solid grund och ett färdigt koncept att utveckla vidare och att geoparken redan finns färdig i grunden när den väl blir utsedd till en global geopark.

Vår diskussion glider runt lite mellan Unescos olika varianter för platser, som i grunden handlar om att hållbart bidra till lokalt förankrad turism samt möjlighet till både utbildning och bevarande. De andra välkända varianterna är världsarv och biosfärsområde, vilka funnits sedan 1970-talet.

Unesco började arbeta med geoparker i början av 2000-talet, men det var först 2015 som 195 medlemsstater ratificerade det nya begreppet *Unesco Global Geopark*. Parallellt med framväxandet av geoparkerna bildades år 2004 ett nätverk mellan de geoparker som fram till det året hade bildats, kallat *Global Geoparks Network*. I och med att Platabergens geopark blev utsedd till en global geopark är de också med i detta nätverk.

– Nätverket är en viktig del i arbetet med geoparkerna och det är en mycket bra och trevlig atmosfär i nätverket. Där träffas man i möten kring geoparkerna och nu har vi en

annan ”tyngd” i det sammanhanget, nu när vi blivit godkända av Unesco, påpekar Anna.

En viktig del i Unescos arbete med utvecklandet av geoparkerna är att ta lärdom av erfarenheter från många år med världsarv och biosfärsområden. Anna Bergengren uttrycker det med att man ville ”göra om och göra rätt” i hur processerna och förankringen skulle vara. De såg att det blev för mycket ett nationellt intresse och för lite lokal förankring med världsarv och biosfärsområden.

En annan sida är att det inte ska bli för statiskt. Blir en plats exempelvis ett världsarv så gäller den stämpeln ”för evigt”, om de inte missköter det så mycket att Unesco helt enkelt tar tillbaka utnämningen. Den som blir en *Unesco Global Geopark*, däremot, måste återsrapportera vart fjärde år till Unesco om hur arbetet fortgår och hur geoparken utvecklas, vilket även innebär ett platsbesök av två granskare. Allt för att man ska få behålla sin utnämning.

I Platabergens geopark finns idag tre medarbetare: Anna som är koordinatör, Sofia Hultman som är besökskoordinator och Henrik Theodorsson som är kommunikatör. Under flera år av arbete har man idag samarbete med och får delvis finansiering från nio kommuner inom geoparken. Andra finansörer och samarbetspartner

Ovan till vänster: Anna Bergengren vid utsiktsplats Billingen i Skövde, med ett fossilrikt stenblock som transporterats till utsiktsplatsen från Cementas stenbrott.

Ovan till höger: Sandstenslagren på Kinnekulle, nära Götene.

är exempelvis kommunalförbund, Västra Götalandsregionen, EU-fonder, Tillväxtverket med flera. Anna förklarar att det innebär en hel del arbete med att hitta finansiärer och samarbetspartner:

– Men geoparken har en stark förankring lokalt hos människor, föreningar, kommunala organisationer och mycket annat.

Intresset går långt tillbaka i tiden med allt från kärlek till bergen till engagemang kring uranbrytningen i Ransta och tidiga försök att vilja jobba för en geopark.

I kommande nummer av Geologiskt forum kommer en längre artikel om den nya geoparken.

Om du är nyfiken att vet mer direkt kan du gå till geoparkens egen webbplats:

www.platabergensgeopark.se.



Magnus Hellqvist är FD i kvartärgeologi och arbetar på Geoveta AB. Han är också redaktör för föreningens vetenskapliga tidskrift GFF.
✉ magnus.hellqvist@geoveta.se



Cronstedt 300 år

Axel Fredrik Cronstedt är en av de mest kända svenskarna inom mineralogin. Han beskrev nya grundämnen och mineral samt presenterade ett nydanande klassificeringssystem. Detta byggde på mineralens kemiska sammansättning snarare än deras yttre egenskaper.

TEXT: DAN HOLTSTAM

FÖR TREHUNDRA ÅR SEDAN, den 23 december 1722, föddes Axel Fredrik Cronstedt. Det är inte så mycket känt om hans barndomsår eller uppväxt. Han tillhörde en adlig släkt och hans far var en skicklig fortifikationsofficer. Han hade 24 syskon och halvsyskon.

Som ung blev Cronstedt intresserad av naturvetenskap och matematik. Han kom till Uppsala universitet för studier redan som sextonåring. Familjens ursprungliga plan var att han skulle fortsätta i faderns fotspår, med befästningskonst som huvudämne. Istället ägnade han sig åt studier i kemi och mineralogi, discipli-

ner som under frihetstiden gjorde betydande framsteg i Sverige.

Av förmodligen ekonomiska skäl tog han aldrig någon examen från universitetet. Redan 1742 antogs han till en oavlönad tjänst som auskultant ("åhörare") vid Bergscollegium, ett ämbetsverk grundat 1637 med uppgift att övervaka och utveckla landets gruvindustri och metallutvinning.

Orolig period i Sverige

Året efter hans utnämning var en ovanligt dramatisk period i Sveriges historia. Där var ett väpnat uppror (Stora Daldansen), ett pågående krig med Ryssland och hot om en

dansk invasion. Under denna tid blev Cronstedt tvungen att hjälpa sin 73-årige far, då generalmajor, under inspektionsturer till olika befästningsverk. Vid ett av dessa tillfällen besökte han för första gången i sitt liv en gruva under jord, en mindre stenkolssyndighet vid Gåsebäck, nära Helsingborg.

År 1744 återupptog han sin utbildning vid Bergscollegium och begav sig ut på en resa till de viktigaste malmtrakterna i Bergslagen, inklusive Falu koppargruva, Sala silvergruva och Garpenberg. Följande sommar blev det en längre vistelse i Sala, där han studerade gruvan och dess

Motstående sida till vänster:

Vetenskapsakademiens silvermedalj från 1882 tillägnad Axel Fredrik Cronstedt, 1722–1765. Medaljens diameter är 31 mm. Foto: Gabriel Hildebrand, Ekonomiska museet – Kungl. Myntkabinettet/SHM (CC BY).

Motstående sida till höger: Den adliga ätten Cronstedts vapen. Foto: Riddarhuset.

silverhaltiga blyglansmalm i detalj och skaffade sig praktiska kunskaper om silvrets och blyets metallurgi.

Flitiga kemiska undersökningar

De följande åren tillbringade han mycket tid i Bergscollegiums kemiska laboratorium samt malmkabinett och blev med vägledning av erfarna kollegor mycket väl förtrogen med dåtidens analysmetoder. Cronstedt var omvittnat flitig och noggrann och besatt en ovanligt god förmåga att tillgodogöra sig ny kunskap. *”En törs-tig eld-arbetare kan ej med mera begär taga till sig de ljufligaste läske-drycker, än vår Cronstedt utur dessa klara och ymniga källor nu nyttjade den af naturen honom fram för många*

andra förunda besynnerliga styrka i minne och begrepp, at med fulla kraf-ter hämta hvad som kunna tjena att släcka dess städse brinnande lärgirig-het.” skrev vännen Sven Rinman.

Endast 25 år gammal befordrades Cronstedt 1748 till geschwornen (stf. bergmästare) för Öster- och Västerbergslagen, ett av dåtidens rikaste gruvdistrikt. Med denna tjänst fick han en mängd administra-tiva arbetsuppgifter och var ofta på resande fot.

Det var emellertid inte bara skriv-bordsjobb som sysselsatte honom. I arbetsuppgifterna ingick också bland annat inspektion av gruvor under jord (vilket var förenat med stora risker på 1700-talet) och att sitta som domare på bergstinget och avgöra tvister. Han fortsatte också ständigt att utveckla sina kunskaper i mineralogi och kemi i ett privat labo-ratorium inrättat i hemmet.

En ny metall

Vid sina undersökningar av mineral använde Cronstedt ofta blåsröret för att studera okända provers reaktio-ner. Det är ett enkelt instrument med

vilket analytikern blåser en kon-centrerad luftström genom en elds-låga för att skapa en het fläck direkt på ett prov.

Metoden uppfanns troligen av guldsmeder, men Cronstedt och samtida svenska kollegor vidare-utvecklade den till ett kraftfullt verk-tyg för kvalitativ mineralanalys.

Georg Brandt, en berömd kemist och mentor till Cronstedt, hade på 1730-talet upptäckt och gett namn till den första nya metallen sedan anti-ken, nämligen kobolt.

Med hjälp av blåsröret och andra metoder, som reduktion med träkol i degel, upptäckte Cronstedt sedan nickel vid undersökningar av malm-

Nedan: Ett stycke ”agat” (kalcedon), tro-ligen från Cronstedts första gruvbesök i Gåsebäck i Skåne. Det visade han för kung Adolf Fredrik och greve Carl Gustaf Tessin vid ett tillfälle år 1745. Tessin – själv en stor samlare av naturföremål – blev dock inte imponerad enligt Cronstedt. Stenen har tillhört Bergscollegium men finns numera i Naturhistoriska riksmuse-ets samling, GEO-NRM #18573141.



FOTO: DAN HOLTSTAM.

92

Försök
till en
Mineralogie,
eller
Mineral Rikets
Upställning.



Andra Aflagan Förhållrad. J. Mach. Sc.

STOCKHOLM.
Tryckt hos Johan Arv. Carlbohm 1781.
på Förläggarens bekostnad.

J. Hisinger.

Titelsidan till andra svenska utgåvan av Cronstedts verk (1781), som då kostade 24 skilling (cirka 200 kr). Wilhelm Hisingers exemplar.

prover från Los koboltgruva i Häl-singland. Förmodligen innehöll pro-verna mineralet gersdorffit (NiAsS).

Namnet härleddes från kupfer-nickel (en gammal beteckning för nickelin = NiAs) som han också visade innehöll den nya metallen. *"Kupfer-Nickel är den malm, som har största halten af den förr beskrefne och utgifne halfmetallen, hvaraf jag tagit mig anledning, at behålla samma namn för des regulus, eller för mera vighets skul, kalla honom Nickel, til dess bevisas kan, at det icke annat är, än en composition af förr bekanta hela eller halfva metaller."*

Han bestämde det nya grund-ämnets egenskaper så noggrant som det lät sig göras vid den tiden, och rapporterade att densiteten var unge-fär 8,5 gånger den för vatten. Det all-mänt godtagna värdet för rent nickel är idag 8,9 g/cm³. Cronstedt beskrev också reaktioner med olika syror, fällningar av de karaktäristiskt gröna nickelsalterna och hur nicklet bildar legeringar med andra metaller.

Resultaten publicerades i två korta artiklar 1751 och 1754, men fick inget snabbt genombrott ute i världen. Så sent som i början av 1800-talet hyste vissa europeiska vetenskapsmän fortfarande tvivel om den nya metal-lens existens, med en misstanke om att Cronstedt endast hade fått fram en oren blandning av redan kända grundämnen. Idag kan vi knappast föreställa oss en värld utan nickel, som är ett strategiskt viktigt mate-rial som används i batterier, rostfria legeringar, magneter osv.

Zeoliter och volfram

År 1756 beskrev Cronstedt en helt ny typ av mineral, en zeolit. De okända proverna kom från Island och Svappavaara. Namnet han introduce-rade betyder "kokande sten" på gre-kiska. Eftersom zeoliterna innehåller löst bundna vattenmolekyler produ-ceras ånga vid upphettning: *"i elden för blås-rör gåser och pöser up..."*.

Zeoliterna bildar en hel familj av aluminium-silikatmineral, med varierande kemisk sammansätt-ning och egenskaper. Dessa har visat sig mycket användbara i olika tekniska tillämpningar, som kata-lysatörer, absorbenter och "mole-

kylsiktar". Zeoliter tillverkas idag också syntetiskt i stor skala. Vid en sökning på "zeolite" i Google Scholar får man idag mer än en mil-jon (!) träffar, 266 år efter Cronstedts ursprungliga publikation.

Tack vare Cronstedt är grund-ämnet volfram känt som "tungsten" i olika varianter på flera språk (fran-ska: *tungstène*, italienska: *tungsteno*, japanska: *tangusuten*). Han påträffade mineralet scheelit (CaWO₄) för första gången i en gammal kopparskärp-ning vid Bispsberg (Bispergs klack) i Dalarna och kallade det "Bispsbergs tungsten" på grund av den höga den-siteten. Upptäckten av scheelit fick senare följd för karaktäriseringen av volfram, i och med Scheeles arbete med volframsyra runt 1780.

Cronstedts mineralklassificering

Även om upptäckterna som beskri-vits ovan skulle ha varit tillräckliga för att förtjäna evig berömmelse, var hans största prestation, åtminstone som den uppfattades av hans samtid, och under decennierna efter hans för tidiga död, det system för klassifice-ring och identifiering av geologiska material som han skapade.

Systemet byggde på all den kun-skap om mineral, bergarter och mal-mer han skaffat sig under sin karriär. I samband med en ledighet från de officiella plikterna blev det möjligt för honom att färdigställa ett manuskript efter några månaders hårt arbete och det publicerades 1758 under titeln *Försök til mineralogie, eller mine-ral-rikets upställning*, utan att förfat-tarens namn alls angavs.

Han kan ha valt anonymiteten av blygsamhet, men också för att undvika risken för direkt kritik från samtida vetenskapsmän. Boken blev dock mestadels väl mottagen och var revolutionerande på många sätt. Den översattes till flera språk och trycktes i åtskilliga upplagor. Den första tyska utgåvan kom redan 1760, en engelsk tio år senare.

I det system Cronstedt lade fram framhölls vikten av kemiska beståndsdelar som grund för klas-sificering. Andra författare i ämnet vid denna tid, t.ex. Linné som orga-niserade alla kända "arter" inklusive mineralrikets i *Systema Naturae*

AXEL FREDRIK CRONSTEDT

Född 23 december 1722 på Ströppsta i Turinge socken i Stock-holms län.

Död 19 augusti 1765 i Säter.

Fader: Gabriel Olderman som adop-terats i den adliga ätten Cronstedt.

Moder: dennes andra hustru Maria Elisabeth Adlerberg, barnbarn till riksrådet och fältmarskalken Erik Dahlbergh.

Skrevs in vid Uppsala universitet 1738. Studerade till en början mate-matik i syfte att bli militär. Ågnade sig sedan åt mineralogi och kemi.

År 1742 auskultant i Bergscollegium.

Extra ordinarie notarie i Bergscolle-gium 1746, notarie 1747.

1747 utnämnd till geschwornen i Öster- och Västerbergslagen.

1751 och 1754 beskrev nickel.

1753 ledamot av Kungliga Vetenskapsakademien.

1756 beskrev zeolit.

1758 utnämnd till bergmästare i Öster- och Västerbergslagen.

1758 publicerade ett system för mineralklassificering.

(1735), utgick helt och hållet från yttre fysikaliska egenskaper som form (morfologi), färg, hårdhet m.m.

Hos Cronstedt faller en genom-skinlig kalcitkristall och en bit tät, gråvit marmor i samma kategori ("ren kalkjord", dvs. kalcium-karbonat). Han gjorde också för första gången tydligt att det finns en grundläggande skillnad mellan rena mineral och sammansatta bergarter, och gallrade bort sådant som inte hör till mineralriket, som fossil och för-steningar från djurkroppar.

Cronstedts pedagogiska metod, och aningens polemiska förhåll-ningssätt till samtidens klassifice-ring, kan illustreras med följande citat från förordet: *"Sand är ju i sig sjelf icke annat, än små Sten, och der-före så snart man gifwer Sand ett sär-skilt rum, bör man lemna et annat åt Klappur, åter ett annat för Jordstenar, och sist et för Berg. Sådant är ju ett så kallad multiplicatio entium præter necessitatem; i hwilket fel man dock ofta, fast mindre handgripeligen, kan*

falla wid sådane tillfällen som dessa.”
De latinska orden i citatet betyder ”mångfaldigande av saker bortom det nödvändiga”.

Arv och eftermäle

Samma år som *Försök* utkom befordrades Cronstedt till bergmästare. Från den tidpunkten tycks han ha haft mindre tid eller ork att bedriva vetenskapliga undersökningar, utan var i stället upptagen med administrativa uppgifter och förvaltning av det jordbruk han ägde tillsammans med sin hustru Charlotta Söderhielm från 1760, i Nisshytte bruk i Säter, Dalarna.

Hans sista publikation i Kungl. Vetenskapsakademiens handlingar tryckt 1764 (han var ledamot från 1753), har överskriften *Berättelse om Jordpärrens eller Potatoës Plantering i Dalarne och Bergslagen*.

Cronstedt avled i sitt hem den 19 augusti 1765. Dödsorsaken är oklar, men källorna antyder att han vid tillfället led av utmattning och ibland fick feberanfall (malaria var en utbredd sjukdom i Sverige på 1700-talet).

Under sin karriär inom bergshanteringen fick Cronstedt ihop en stor samling av mineral och bergarter, med omkring tretusen stuffer. Både samlingen och katalogen han tog fram till den såldes 1803 av arvingarna till en utländsk samlare, och deras slutliga öde är fortfarande okänt.

Cronstedt ägde för en tid en liten anläggning för sågning och slipning av sten, och det sägs att samlingen även innehöll polerade stycken. Det är också ett sorgligt faktum att det inte finns några samtida målningar eller andra officiella porträtt av Cronstedt bevarade. Detta sammanhänger säkert med att hans vetenskapliga insatser inte fick ett fullt erkännande under hans levnad och att han aldrig hann nå de högsta ämbetsgraderna.

Det finns några personer i världshistorien som skulle kunna kallas ”den förste moderna mineralogen”, men Cronstedt är troligen ett av de bästa förslagen. Den engelske kemisten och förläggaren John Joseph Griffin skrev 1827 om Cronstedt: *”the founder of Mineralogy; a man whose genius so outstripped the age in which*

he lived, that his contemporaries found his writings unintelligible.”

Det var en liten överdrift; Cronstedt skapade inte mineralogin som vetenskap, men bidrog utan tvivel till att den fick en mer solid vetenskaplig grund. I år, 2022, är det officiellt the International Year of Mineralogy, en anledning god som någon att lyfta fram en av våra främsta föregångare. ♦

Läs mer

Rinman, S. 1766. Åminnelse-tal öfver framledne bergmästaren och Kongl. Vetenskapsacadem. ledamot, välborne herr Axel Fred. Cronstedt, på Kongl. Academiens vägnar, hållet i Stora Riddarhus-salen den 6. Martii, 1766. Salvius, Stockholm. 40 s.

Zenzén, N. 1931. Axel Fredrik Cronstedt – bergmästare, kemist, mineralog. Svensk biografiskt lexikon, 9, 279–284.



Dan Holtstam är förste intendent, samlingsansvarig och biträdande enhetschef på Naturhistoriska riksmuseet.

✉ dan.holtstam@nrm.se



FOTON: NILS JANSSON OCH EMMA REHNSTRÖM.

Föreningens årsmöte i Lund

Årets årsmöte gick av stapeln i Lund den 20 maj. På mötet valdes nästa års styrelse som är densamma som nuvarande styrelse. Dessutom klubbades nya, reviderade stadgar och en reviderad medlemsstruktur.

Efter årsmötet var det dags för exkursion. Till och med vädret samarbetade och gav solglimtar på eftermiddagen, trots skurar på förmiddagen. Vi trotsade lockropen från Katastrofalkarnevalen i Lund och for ut till klassiska exkursionsmål i Lunds omnejd. Först ut var lunch på

stående fot i Skrylle, med tidigkambrisk sandsten, makadamstenbrott, permisk diabasgång och spännande pinfärska analysdata på åldern på kalcitmineraliseringar i sprickor som Ulf Söderlund berättade om.

Därefter blev det proterozoisk geologi i Billebjär. Här visade Jenny Andersson på överraskande nya fynd av charnockitiska bergarter och diskussionens vågor böljade högt. Dagens sista stopp var lokalen med den saknade Gyllene Spiken, nämligen Fågelsång. Skiffrarna och bentoniten

fanns i alla fall kvar och efter lite möda hittades även graptoliter.

Det blev en härlig dag med massor av geologi och fina diskussioner! Ett särskilt tack till Jenny Andersson och Ulf Söderlund som delade med sig av sin forskning. Ett varmt tack också till Lunds Geologiska Fältklubb som vi samarrangerade med och som stod för busstransporten!

Förhoppningsvis ses vi igen nästa år till årsmöte och exkursion på någon plats i Sverige! Föreningens styrelse önskar alla en skön sommar!



Kristaller av ametist.

Kristaller är helt meningslösa

EN ÄLDRE DAM frågade mig för flera år sedan hur det kan vara möjligt att glittrande kristaller och ädelstenar bildas långt nere i jorden där inget ljus finns. Jag minns frågan eftersom jag tyckte att den var märklig, på gränsen till absurd.

Jag förklarade artigt att ljus inte har någon inverkan på geologiska processer som får en kristall att växa till. Ljuset är helt betydelselöst, verkningslöst och irrelevant för kristallen. Jag tror inte att hon begrep vad jag försökte förklara.

Färgstarka kristaller som leker med ljuset väcker en känsla i många av oss. Vi tycker att de är sköna att titta på, som en vacker blomma eller färgglad fågel. Sanningen är dock att blomblad och fjäderdräkter inte har mycket gemensamt med kristaller. Jag menar på att det, utan eftertanke, är lätt att underskatta mineralrikets skönhet bredvid allt annat som är vackert i naturen.

Faktum är att blommornas och fåglarnas färger har uppstått på

samma vis. Det vill säga, genom evolution och det naturliga urvalet. Att vara färgstark har givit individen en fördel över sina konkurrenter i kampen om att fortplanta sina gener. Därför har just den genetiska egenskapen överförts till dess avkomor, som i sin tur får en fördel över sina konkurrenter. Och så har det fortsatt i tusentals generationer, miljontals år. Blommornas och fåglarnas skönhet har en biologisk funktion och har framställts inte av en ren slump utan av en bakomliggande mekanism. Både flora och fauna har blivit vackra just för att tillfredsställa betraktarens ögon.

Fina kristaller är inte ett dugg lika biologiska skönheter. En kristall bildas långt nere i jorden utan ljus, osynlig för alla betraktare. Den får ingen konkurrensfördel för att den är vacker. Den har inte tillkommit genom tusentals generationer av små förbättringar.

En kristalls utseende har ingen funktion och ingen bakomliggande evolutionär mekanism. Den ser lika-

dan ut nu som den gjorde för miljarder år sedan. Den är vacker enbart på grund av slumpen. Elektronerna i kristallens molekyler är konfigurerade på ett vis som släpper igenom elektromagnetisk strålning med en viss färg, som råkar vara synlig för våra ögon, på ett sätt som tillfredsställer våra hjärnor. Kristaller är bara ett sätt för universum att organisera sig. Kristaller är helt meningslösa.

Det är just det som jag tycker är så förunderligt och mirakulöst. Hur kan det vara möjligt att glittrande kristaller och ädelstenar kan bildas långt nere i jorden där inget ljus finns? Totalt betydelselösa och utan att det någonsin var meningen att någon skulle se dem? Damens fråga var visst helt berättigad trots allt. ♦

FOTO: JOHAN WINGBORG



Axel Sjöqvist är oberoende forskare och driver Axray Scientific AB.

✉ axel@axray.science



Cypern – ett unikt upplyft spridningscentrum

Cypern (Κύπρος eller Κύπρος på grekiska, Kibris på turkiska) har gett namn till metallen koppar (på latin cyprium, senare förkortat till cuprum). Förutom att koppar tidigt upptäcktes och utnyttjades på denna ö i östra Medelhavet har flera gruvor varit i drift från 1921 fram till så sent som 1979. Och kopparfyndigheterna har ett klart samband med hur de bergarter som bygger upp stora delar av ön har bildats.

TEXT OCH BILD: ROBERT LILLJEQUIST

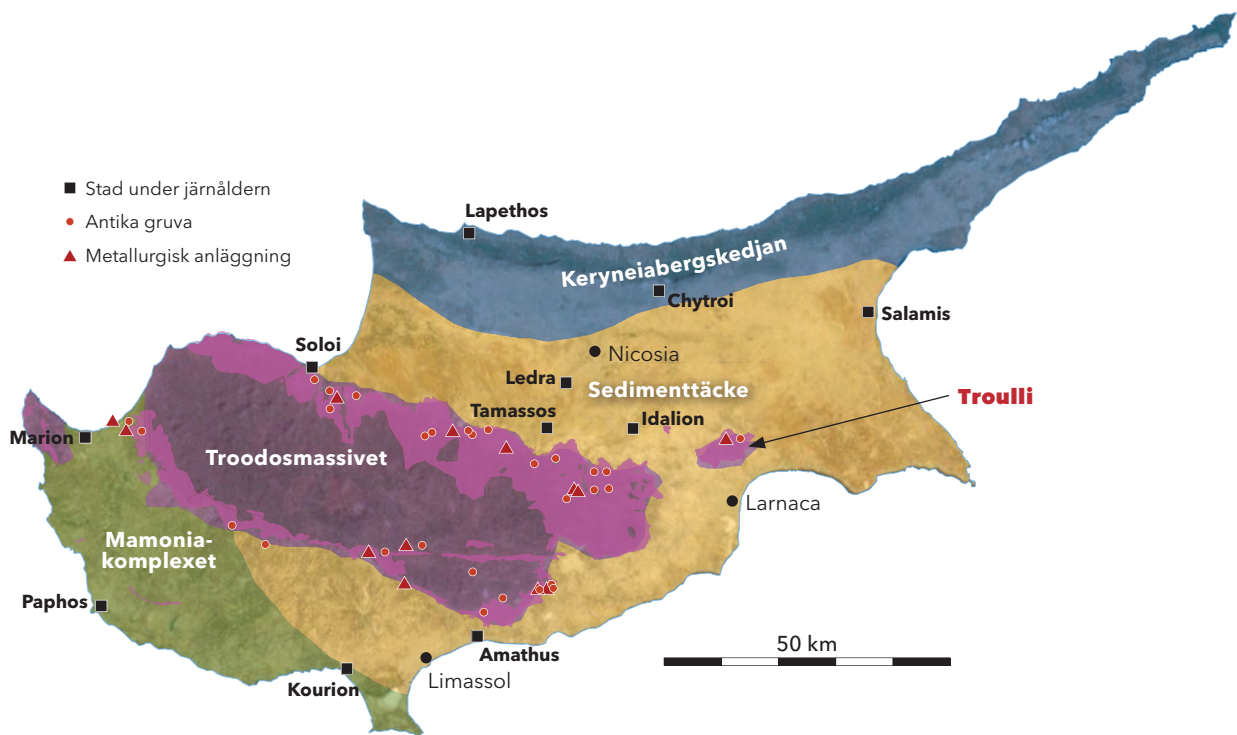
BERGGRUNDEN PÅ CYPERN kan delas in i fyra större enheter: den sedimentära *Keryneibergskedjan* i norr, de intrusiva och vulkaniska bergarterna i *Troodosmassivet*, *Mamoniakomplexet* i sydväst samt ett lågt liggande *sedimenttäck*e som upp-tar de centrala delarna av ön och runt

Troodosmassivet. Jag hade i mitten av 1960-talet den intresanta uppgiften att detaljkartera den lilla utliggaren Troulli som är belägen öster om Troodosmassivet.

Troodosmassivet är en ofiolit och utgör den geologiska kärnan av ön Cypern. Ofioliter är delar av oceanisk

jordskorpa som har blivit överskjutna upp över en kontinentalplatta då två kontinentplattor rört sig mot varandra, se principskissen på nästa sida.

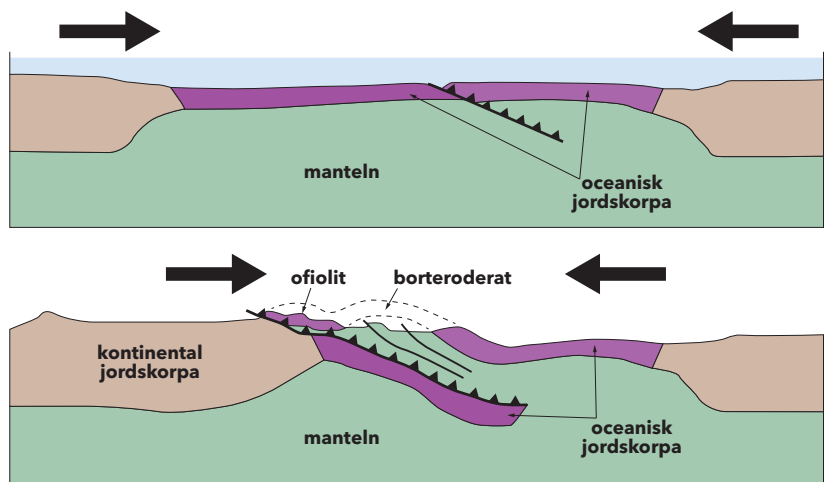
Bergsmassivet bildar en nästan rektangulär upphöjning eller domstruktur och bildades för omkring 90 miljoner år sedan (undre



Motstående sida: Petra tou Romiou där enligt legenden Afrodites föddes. Erosionsrester inom Mamoniakomplexet.

Ovan: Karta över Cypern som visar berggrundens huvudenheter och den kopparrika Pillow Lava-formationen (ljusare lila). Kartan är baserad på information från Cyperns geologiska undersökning samt Kassianidou (2013).

Till höger: Bildning av ofiolit genom kollision av kontinentalplattor. Modifierad efter oregonstate.edu.



krita) på havsbotten i det dåvarande Tethyshavet. Under denna tidsperiod sträckte sig havet från Pyreneerna, över Alperna till området för nuvarande Himalaya.

Typlokal för ofiolit

Troodosmassivet anses vara det mest kompletta och bäst undersökta ofiolitkomplexet i världen. I själva verket är massivet bara ett fragment av en komplett oceanisk jordskorpa, men det omfattar ändå såväl intrusiva och vulkaniska bergarter som submarint kemiskt utfällda sediment.

Den "stratigrafiskt" kompletta ofioliten är i detta avseendet unik och

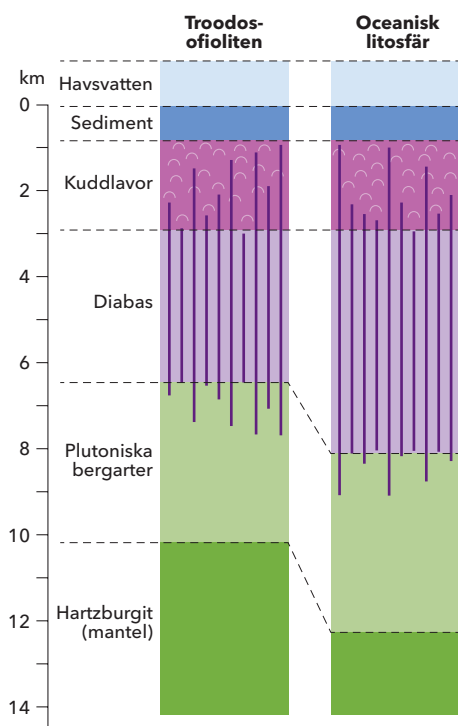
bildades vid ett oceanspridningscentrum där vulkaniska lavar vällde fram ur sprickor på havsbotten. Ett modernt exempel är Island där processen kan skådas på land.

Havsbotten har sedan hamnat där den nu kan beskådas på ön Cypern genom en komplicerad tektonisk process orsakad av kollisionen mellan den Euroasiatiska plattan i norr och den Afrikanska plattan i söder.

Bergartsenheter är stratigrafiskt inverterade i det att de lägst bildade bergarterna idag ligger högst uppe på berget och de övre sekvenserna på flankerna. Detta tros bero på att kär-

nan av de intrusiva bergarterna lyftes upp diapiriskt för att sedan eroderas fram. Det här förloppet antas ha ägt rum under perioder av kraftigt upplyft under pleistocen, för omkring två miljoner år sedan.

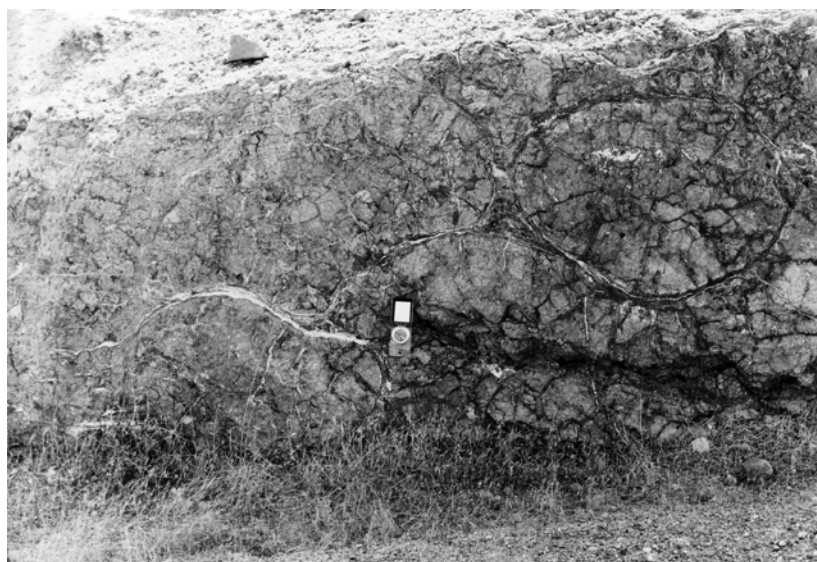
Kärnan i Troodosmassivet bildades genom uppsmältning av den övre manteln under det ursprungliga spridningscentrat, vilket ledde till intrusioner av basaltmagma. Det centrala massivet består huvudsakligen av harzburgit och dunit och de ursprungliga olivinrika bergarterna har till mellan 50 och 80 % omvandlats till serpentin med lokala koncentrationer av asbest.



Ovan: Troodosofioliten är mycket väl-bevarad och profilerna ovan visar likheten mellan den och vanlig oceanisk litosfär.

Övre bilden till höger: Kuddlavor.

Nedre bilden till höger: Hydrotermal-omvandlad berggrund med en förkastad gångintrusion.



Som syns av profilbilden ovan är Troodosofioliten i det närmaste identisk med ett snitt genom den oceaniska litosfären. Där magman trängt upp har den stelnat i form av diabasgångar som bildar ett gångkomplex vilket klart indikerar ett spridningscentrum.

I flankerna av Troodosmassivet och i utliggeren Troulli finns tre serier med lavaflöden, oftast utbildade som kuddlavor: en basalgrupp, täckt av en undre sekvens av kuddlava och en översta lagersekvens av mer friska kuddlavor. Kuddlavor är typiskt sfäriska till ellipsoida i formen och mäter normalt mellan 30 och 70 cm i diameter. Kuddlava bildas när lava kommer i kontakt med havsvatten.

Liksom på havsbottnarna intill aktiva spridningscentra är kuddlavorerna på Cypern täckta av radio-liter och organrika svarta sediment. Dessa bildades i samband med den hydrotermala aktiviteten på havsbotten genom att heta lösningar rika på mangan och järn cirkulerade genom bergarterna.

Mängder av mineralförekomster

Direkt associerade med Troodos-massivets kuddlavor är ett stort antal massiva sulfidmalmer. Mineralförekomsterna har varit föremål för utvinning sedan urminnes tider. Guld har utvunnits från de färgrika oxiderad vittringszonerna (gossan) och koppar från de mer massiva

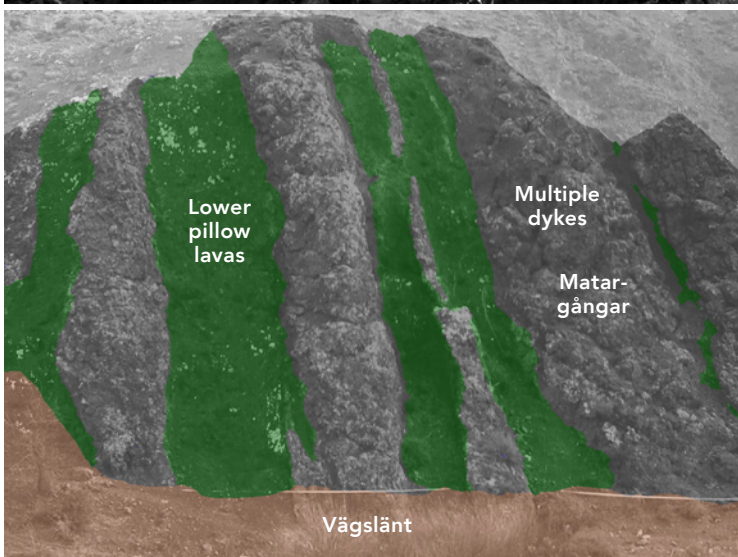
malmkropparna. Krom och asbest uppträder i mantelbergarterna i centrum av Troodosmassivet medan sulfidmalmen framför allt ligger i flankerna.

I gruvan Amiandos, på 1500 meters höjd, bröts krysofilasbest från 1904 fram till 1980. Krysofil är en fintrådig variant av serpentin som här i Amiandos bildar knappt två centimeter breda ådror i serpentinomvandlade zoner.

Efter det att man upptäckt black smokers (hydrotermala skorstenar) på havsdjupen intill aktiva spridningszoner har man konstaterat att även kopparfyndigheterna på Cypern bildats genom utsläpp av hydrotermala lösningar från sådana hydro-



FOTO: WIKIMEDIA COMMONS.



termala skorstenar. Man har till och med hittat identifierbara fossil av masktuber och sniglar som svärlat kring de tidigare hydrotermala utloppen på havsbotten.

Komplex i sydväst

Mamoniakomplexet, som utgör den sydvästra delen av Cypren, är en strukturellt komplicerad enhet med intrusiva, sedimentära och metamorfa bergarter. Äldern på dessa sträcker sig från mellersta trias till övre krita (275–75 miljoner år).

Dessa bergarter betraktas som alloktona, dvs. de har inte bildats på platsen utan transporterats till sitt nuvarande läge tektoniskt. De täcktes under slutet av krita (Maastricht)

av autoktona karbonatbergarter samt ofiolitbergarter tillhörande Troodosmassivet.

Min personliga uppfattning är att dessa bergarter i själva verket utgör skredmaterial. Kanske från ett skred som orsakats av den stora impakt-händelsen när en asteroid slog ned för 66 miljoner år sedan i Mexikanska viken (Chicxulebstrukturen).

Antik gruvbrytning

De första mänskliga spåren på denna den tredje största ön i östra Medelhavet har daterats till omkring 10 000 år f.Kr. Det är en neolitisk by som har grävts fram i Khirokitia, nära sydkusten. Arkeologerna har där påvisat de först kända mänsk-

Övre bilden till vänster: Basisk gång-intrusion i kuddlavor från Troulliområdet. I bakgrunden syns övre kretaciska och tertiära kalkstenar.

Övre bilden till höger: Amiandos asbestgruva innan nedläggningen.

Nedre bilden till vänster: Dagbrott i Skouriotissa kopparmalm.

Nedre bilden till höger: Lower pillow lavas med Upper pillow lava matargångar (multiple dyke complex).

Till höger: Brytning av brun massiv umbra i Arsos dagbrott. Umbra är ett mörkbrunt färgpigment, en jordfärg, som är vanlig som konstnärsfärg. Pigmentet tillverkas traditionellt av en naturligt förekommande lertyp som innehåller järnoxid och manganoxid.

ligt byggda vattenbrunnarna och de första bevisen på domesticering av katter.

Cypern har genom årtusendena haft en mängd olika härskare från omkringliggande länder: hettiter, mykener, greker, assyrier, egypter, perser, Alexander den store, romare, byzantiner, arabiska kalifat, venetier, ottomaner och engelsmän. Och enligt sägnerna var ön dessutom Afrodites födelseplats. Hennes badplats sägs vara en underskön vik med en magnifik klippskulptur – en erosionsrest av Mamoniakomplexet.

Kopparproducent av rang

Från det andra årtusendet före Kristus var Cypern den största producenten av koppar och försåg Mesopotamien, Egypten och rikena runt hela Medelhavet med metallen. Metallurgiska verkstäder och slagghar daterats till de tidigaste skedena av bronsåldern.

Produktionen av koppar var beroende av timmer. Genom att studera förekomster av över 4 miljoner ton antik slagghar arkeologerna beräknat att under de 3000 år som kopparproduktionen pågick på Cypern måste ön ha totalavverkats minst sexton gånger om för att hålla smältugnar i drift.

En stor del av kopparproduktionen exporterades till Kreta, där befolkningen under den minoiska kulturen var mästare på bronsstillverkning. Under den senare delen av bronsåldern exporterades koppar såväl österut som västerut och produktionen nådde sitt maximum på 1300-talet f.Kr.

Under den romarska eran levererade Cypern den större delen av imperiets behov av kopparmetall. Fler än trettio kopparfyndigheter är kända och i modern tid har gruvorna varit aktiva från 1920-talet och fram till 1979 då den senaste produktionen avslutades. De största förekomsterna



var Skouriotissa, Mavrovouni (det svarta berget) och Limni. ♦

Läs mer

- Cann, J. & Gillis, K. 2004: Hydrothermal insights from the Troodos ophiolite, Cyprus. *I Hydrology of the Oceanic Lithosphere*, red. E.E. Davis & H. Elderfield. Cambridge University Press, s. 274–310.
- Constantinou, G. 1992. The Mining Industry of Cyprus in Modern Times. *I Cyprus, Copper and the Sea*, red. A. Marangou & K. Psillides. s. 328–367
- Kassianidou, V. 2013. Mining landscapes of prehistoric Cyprus. *Metalla* 20 (2), s. 5–57.

Kassianidou, V. 2013. The Exploitation of the Landscape: Metal Resources and the Copper Trade during the Age of the Cypriot City-Kingdoms. *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* 370, s. 49–82.

Lilljequist, R. 1969. The geology and mineralization of the Troulli Inlier. *Geol. Surv. Cyprus Bull. No. 4*, s. 45–87.



Robert Lilljequist är fil.lic. och Eurogeolog. Bor numera i Estepona, Spanien.
✉ robertlilljequist@gmail.com

På gång

11 juni till 21 augusti. Metaller – från mineral till identitetsskapande objekt. Utställning i Långbans gruvby.
Läs mer: varmlandsmuseum.se/utställning/metaller/

7–8 augusti. Sten och mineralmässa, Falkängen, Hällekis, Kinekulle.
Läs mer: skaraborgsgeologiska.se

17–20 augusti. Geologiska föreningens jubileumsmöte i Uppsala med efterföljande exkursion till Sala.
Läs mer: geologiskaforeningen.se/en/150-year-anniversary/

3–4 september. Stenmessen Fyn, Danmark.
Läs mer: stenmessen.dk/sv/

10 september. Geologins dag i hela landet.
Läs mer: geologinsdag.nu

10–11 september. Stenmessen København, Danmark.
Läs mer: stenmessen.dk/sv/

18–19 oktober. Grundvattendagarna i Göteborg
Läs mer: www.sgu.se

Missade du?

Hade du inte möjlighet att vara med i Lund och lyssna på Andrew Knolls prisföreläsning från Crafoord Days? Då finns nu möjlighet att titta i efterhand:
<https://youtu.be/Wh5hSntlaAk>



SGU:s kartor och beskrivningar

Sveriges geologiska undersökning har beslutat att avveckla sitt lager av tryckta kartor och beskrivningar. De ska istället ersättas av digitala versioner.

Om du är intresserad av ett fysiskt exemplar av kartor och beskrivningar kan du beställa dessa från SGU utan kostnad. Kontakta SGU:s kundtjänst: kundservice@sgu.se eller 018-179000 (växel).

Lyssningstips: När ryggradsdjuren klev upp på land

I Uppsala universitets Forskarpodden kan man lyssna till forskare som berättar om sin forskning. Nyligen kom ett avsnitt med professor Per Ahlberg som berättar om när en grupp fiskar kravlade upp på land för knappt 400 miljoner år sedan och gav upphov till de fyrbenta ryggradsdjuren. Du hittar avsnittet här:

www.podbean.com/ew/pb-sbmsy-11de2c5 ♦

Boktips: Otto Zdansky The scientist who discovered Peking Man and explored China's fossil past

Jan Ove R. Ebbestad, museiintendent vid Evolutionsmuseet i Uppsala, har tillsammans med Jan Romgård skrivit en bok om paleontologen Otto Zdansky, som först upptäckte Peking-människan på 1920-talet. Zdansky skickade 800 trälådor med fossil till Uppsala under de tre år han var i Kina och utan dessa hade det knappast funnits ett paleontologiskt museum i Uppsala. Ännu finns mycket kvar

att upptäcka i lådorna. Boken finns att beställa från Uppsala universitet. Om du inte vill vänta går boken också att ladda ner digitalt och läsa direkt: uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1624069/FULLTEXT01.pdf ♦



Forntida heta källor på Öland?

Exakt hur den mineralrika alunskiffern på Öland och i övriga Sverige bildades för ungefär 490 miljoner år sedan har länge varit kontroversiellt. Nu presenterar forskare från Uppsala universitet, tillsammans med internationella kollegor, nya resultat som visar att alunskiffern på Öland innehåller små, mineralrika, meterhöga kalkbildningar ("kalkrev") som liknar de som idag bildas djupt nere på havsbotten kring hydrotermala källor längs den Atlantiska mittoceaniska ryggen.

Dessa nya rön tyder på att alunskifferns bildningsmiljö i stort helt behöver omvärderas, och de nya forskningsresultaten kan få stor betydelse för den bredare förståelsen av miljöerna i det forntida havet.

Artikeln finns publicerad i tidskriften Nature Scientific Reports: www.nature.com/articles/s41598-022-12379-y ♦

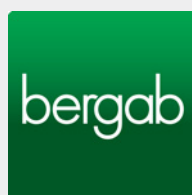
POSTTIDNING B
Geologiska Föreningen
c/o Tellurit AB
Storgatan 11
972 38 Luleå

Geologiska Föreningen tackar sina stödprenumeranter!

Platinasponsorer



Guldspensorer



UPPSALA
UNIVERSITET

Geoveta

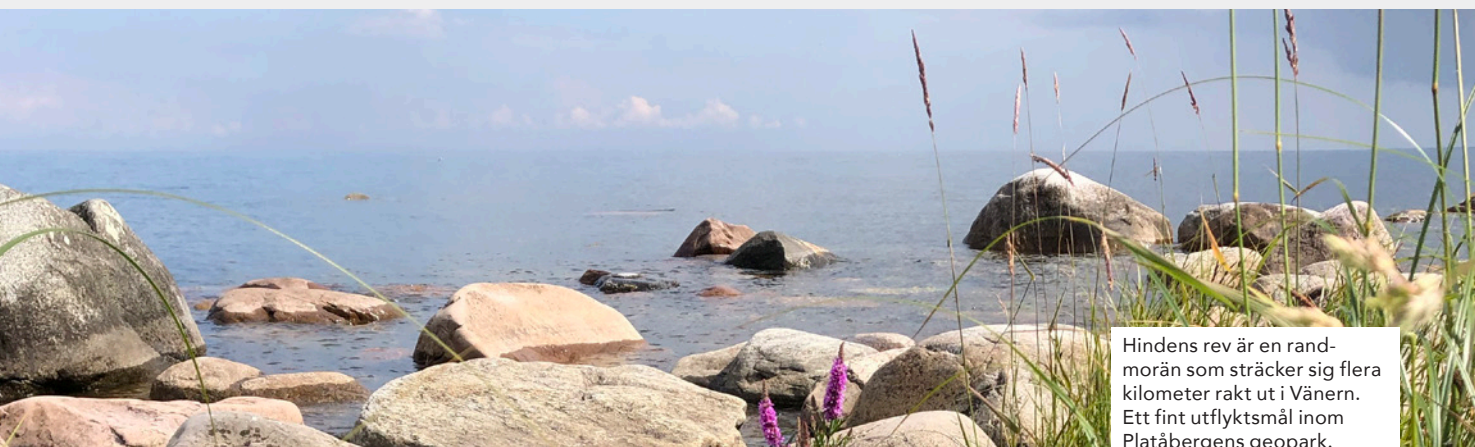
Silversponsorer



breccia



GÖTEBORGS UNIVERSITET



Hindens rev är en randmorän som sträcker sig flera kilometer rakt ut i Väner. Ett fint utflyktsmål inom Platåbergens geopark.



www.geologiskaforeningen.se