

Vidste du det om...?

- opaler

Af geolog Paw B. S. Jensen, *GeologiskNyt*

Opaler har altid fascineret mennesket med sit fantastiske farvespil. Nogle har tillagt stenen held, mens andre har ment, at den bragte uheld. Her vil vi dog blot nøjes med at berøre nogle af dens egenskaber.

Navnet opal er afledt af "upala" fra sanskrit og det latinske "opalus", der betyder "ædel sten". Verdens ældste opalmine lå i Czerwenitz i Ungarn. Gamle arkiver afslører, at der har været aktivitet i minen allerede fra det 14. århundrede. Der er dog indikationer på, at minen har været i brug meget tidligere. Minen lukkede i 1932.

Mexicansk ildopal var kendt af aztekerne og blev introduceret til europæerne af de spanske conquistadorer i starten af det 16. århundrede.

Sort opal blev først fundet i 1887 i Australien. Sort og hvid opal er på nuværende tidspunkt sammen med mexicansk ildopal blandt de mest populære smykkesten.

Der er mange opfattelser af og myter om opal. Romerne anså stenen for at kunne sikre håb og kærlighed. De australske aboriginals anså opalen som en djævel, halvt slange og halvt menneske, der lå på lur i et hul i jorden kun med det formål at lede mennesker i fordærv med lyn af ond magi.

Dannelse og lokaliteter

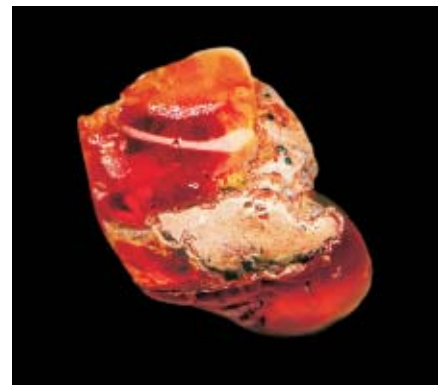
Opal bliver dannet i hulrum og revner i suboverfladiske vulkanske bjergarter eller som replaceringer af fossiler som skaller, ben og træ i eller nær sedimentær vulkansk aske. Her bliver opalen dannet, ved at gennemsvivende vand opløser silica og senere udfælder opal.



Opal-triplet i ring. Opalen stammer fra Australien. (Foto: Ulla V. Hjuler)

Silica-aflejringer på havbunden er resultatet af de silicariige rester af diatoméer, radiolarier og andre organismer, der har skeletter af amorf silica. Denne form for silica bliver ofte betegnet opal-A. Rekrystalliseringen af sådan en aflejringer efter "burial" ("begravelse") på havbunden resulterer ultimativt i dannelse af chert, en bjergart bestående af meget finkrystallint kvarts. Rekrystalliseringen af opal-A giver dog ikke med det samme kvarts, som er den mest stabile fase, men går via en anden krystallin fase kaldet opal-CT. Opal-CT har en struktur, som løseligt kan beskrives som en uordnet sammenvækst af en tridymit- og cristobalit-lignende "stacking-sequence" (stablingssækvens). Transformationen af opal-A over opal-CT til chert er styret af kemien i de omkringliggende sediment.

85 % af verdens opalproduktion foregår i Australien. Lightning Ridge i New South Wales er den primære kilde til sort opal, den mest eftertragtede af alle opaler. Cooper Pedy, der blev opdaget i 1915, er opalhovedstaden i verden. De indfødtes



Mexicansk ildopal – stykket er ca. 2 cm på den længste led. (Foto: Ulla V. Hjuler)

navn for stedet er Kupa Pita, hvilket betyder "hvid mand i et hul". Minefolkene og deres familier levede alle under jorden for at slippe for det varme klima – nogle gør det stadig.

Den eneste kommercielle kilde til ildopal er Mexico, først og fremmest nær Querétaro, hvor minedriften startede i 1870. Mexicansk ildopal er blødere og lettere end opal fra andre kilder, fordi den indeholder mere vand.

Opal er fundet mange andre steder. Af andre almindeligt kendte lokaliteter kan kort nævnes: Waltsch, Böhmen, Puy-de-Dôme og Pariser-bassin, Frankrig; og Tateyama og Sankyō, Japan.

Kemiske egenskaber

Opal er et vandholdigt silica-mineral, $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, ofte indeholdende oxider af forskellig slags. Også organisk materiale er fundet i opaler, ligesom SO_3 kan være tilstede. Opal bliver nemt og fuldstændigt opløst i varme, stærkt alkaliske opløsninger. Der kan dog efter opløsningen være et uopløseligt restprodukt tilbage bestående af forskellige lermineraller, chalcedonlignende silica, sandkorn, Fe-holdige oxider, osv. Hyalit skiller sig ud ved at blive langsomt angrebet. Opal kan også delvist opløses i varm, koncentreret HCl og er mere opløselig i HF, end chalcedon og kvarts. De hurtigere angreb på opal af syrer og alkalier skyldes den høje porøsitet og den relativt lille partikelstørrelse.

Forskellige slags opaler

Efter røntgen-diffraktometriske, kemiske, termo-analytiske og IR-spektroskopiske studier er opal blevet delt ind i fire grupper:

NYHED! Ny software til SAS 1000/4000 - 150-200 % forbedring i forhold til tidligere versioner (lavere end version 3.00)	NYHED! Terrameter logging/SAS LOG til SAS 4000
	NYHED! RAMAG - Ny software til WADI VLF
NYHED! Georadar fra Malå Geoscience AB	
Dyno Nobel Danmark A/S Telefon 43 45 15 38 Homepage www.dynonobel.dk	

opal-C, opal-CT, opal-AN og opal-AG.

Opal-CT og opal-C er såkaldte mikrokrystalline opaler med en stærk "stacking"-uorden. Ved brug af SEM (Scanning Elektron Mikroskop) ses opal-CT som homometriske silicasfærer kaldet lepisfærer dannet af tynde krystalflader.

Opal-AG og opal-AN er såkaldte ikkekrystalline opaler. Opal-AG består af en amorf gellignende struktur af sfæriske silica-partikler, hvor mellemrummene er udfyldt med vand. Eksempler herpå er flere ædelopaler, der består af disse homometriske silica-sfærer (lepisfærer). Diameteren af disse sfærer er omtrent det halve af lysets bølgelængde. Det er det ordnede arrangement af ikke-krystalline silicasfærer og mellemrum med forskellige refraktionsindeks, der er skyld i diffraktionen af lyset, som igen er ophav til farverne i ædelopalerne. Princippet bag arrangementet af små partikler i periodiske mønstre genfindes i farvespillet i sommerfuglevinger og i fugles fjerdragt. Meget generelt kan det siges, at når kuglerne er lige store og ensartet fordelt, opstår ædelopal, og når de er af forskellige størrelse og stablet uregelmæssigt, får man såkaldt almindelig opal.

Opal-AN er et vandholdigt, amorf (netværksformende) silicaglas. Et eksempel herpå er den glasklare hyalit (glasopal).

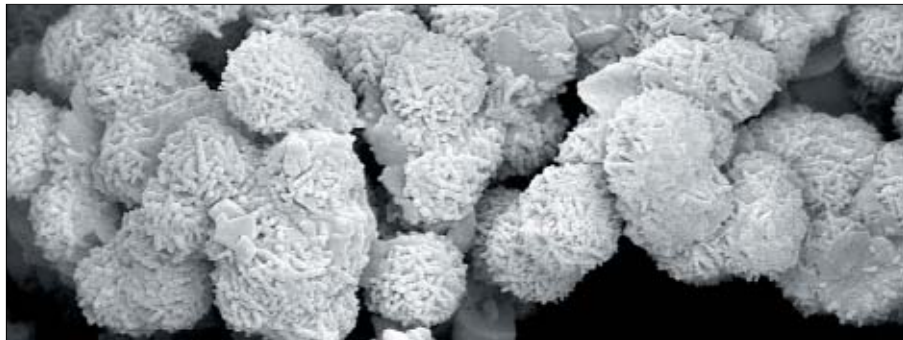
Det lidt forvirrende begreb, opalitet, dækker over flere opalformer eller opallignende materialer. Opalitet kan være en uren form for opal, hvor andre mineraler er iblandet (fx som i figuren nedenfor), eller det kan være almindelig opal med mørke inklusioner. Opalitet kan også henvises til imiteret opal produceret af harpiksmaterialer eller til sort glas

Fysiske egenskaber

Opalers farve kan fremkomme ved tre forskellige mekanismer: 1) Pigmentering ved dissemineret fremmedmateriale, hvilket er tilfældet ved rødfarvning af zinnobrer, orange til gulfarvning af auripigment, brun til rødbrun farvning af Fe-oxider. 2) Lysets interferens, som forklaret ovenfor. 3) Spredning af lyset der resulterer i et svagt, lyseblåt farveskær i reflekteret lys og et brunligt skær i transmitteret lys. To eller alle tre mekanismer kan koeksistere; dog kan pigmenteringen af opakt fremmedmateriale være så dominerende, at de to andre mekanismer udelukkes. Stregfarven er i alle tilfælde hvid. Opaler kan være



Poleret opalit fra Peru. "Opalitet" dækker i dette tilfælde over en uren opal. Billedudsnit: 24 x 11 mm. (Foto: Morten L. Hjuler)



Opal CT-lepisfærer i kokkolitkalk fra Rørdal ved Ålborg. Lepisfærernes diameter er ca. 3 µm. Kalken er af Maastrichtien alder. (Foto: Morten L. Hjuler)

opakke (totalt uigennemsigtige) til transparente (muligt at genkende enkelte bogstaver igennem stenene), men er oftest subtransparente (delvist gennemsigelige) til subtransparente. Densiteten er variabel alt efter vandindholdet, porøsitet og revner. Normalt er den på 1.99-2.25 g/cm³, men den kan gå helt ned til 1.8 g/cm³ i mere porøst materiale. Opal indeholder altid vand, fra nogle få procent op til 30 %. Mister opalen vand, taber den farvespillet og udvikler sprækker pga. volumetab. Kendt i fagsproget som "crazing".

Hårdheden svinger mellem 5½ og 6½ på Mohs hårdhedsskala. Opal er meget følsom over for fysiske og termale chok. Nogle opaler, specielt hyalit, udviser en grøngul fluorescens i ultraviolet lys pga. spor af uranylioner. Ved bestråling med røntgenstråler sker der ingen farveændring. Farvespillet i opalerne ses kun i reflekteret lys. Det ses ikke eller kun svagt i transmitteret lys, og det ses slet ikke i monokromatisk lys.

Efterligninger

Det er svært at efterligne opaler. Der er ingen naturlige mineraler, der ligner opal. En mulig undtagelse er dog labradorit.

Opaler er blevet imiteret af såkaldte slocumsten (opkaldt efter amerikaneren John Slocum), der er kunstigt fremstillet glas, og siden 1973 har Gilson i Schweiz fremstillet en imitation af opal, der både har samme kemiske og fysiske egenskaber som ægte opal. Ved slocumsten er farvespillet anderledes end i ædelopal, og strukturen ser krøllet ud under forstørrelse. Gilsens efterligninger er lidt bedre, men kan skelnes fra naturlig opal, ved at farvemønstrene har mosaiklignende kanter og flere gange overvældende klare farver. Der er også lavet plastikimitationer af opal.

Nogle hvide opaler fra Australien bliver behandlet, så det bliver sorte. Det foregår, ved at de først bliver gennemvædet af en sukkeropløsning, hvorefter de bliver sænket ned i svovlsyre, hvilket medfører en karbonatisering af sukkeret, og stenen bliver sort. Nogle mexicanske opaler er også tidligere blevet farvet sorte ved en proces, der har involveret røgbehandling ved en blanding af trækul og komøg.

Plastik- og silicabaserede polymerer med eller uden farvestof har været brugt til at imprægnere brasilianske, mexicanske opaler samt Idaho-opaler, hvilket har forbedret deres udseende betydeligt.

Dubletter og tripletter

Opal, der er for tyndt til at blive brugt i smykesammenhænge, bliver lavet til dubletter eller tripletter. En tynd skive af opal i smykkestenkvalitet bliver limet på et stykke almindelig opal, chalcedon eller glas. Hvis opal-dubletten bliver dækket med et beskyttende plade af farveløst kvarts er der tale om en triplet, der er mere holdbar end en dublet.

Priser

Mange faktorer griber ind ved vurderingen af opaler: intensiteten og fordelingen af farvespillet i den enkelte opal; grundfarven; antal farver tilstede i stenen og fordelingen mellem disse; størrelse, form, vægt af cabochoner; mængden af matrix i forhold til opal i cabochoner. Fordi der er så mange faktorer, kan stene med samme kommercielle navn have meget forskellige priser. Sort opal sælges fx til priser, der svinger fra 40 \$/ct til 5.000 \$/ct. Hvid opal sælges for 1-200 \$/ct. Faceterede ildopaler sælges for 30-70 \$/ct. Dubletter og tripletter sælges for 3-200 \$/ct. Gilson's syntetiske opaler fra omkring 20 \$/ct

Forskning

Opaler bruges ud over i smykkeverdenen mest i den keramiske og kemiske industri som isolerende og syrefast stof. Herudover har man fundet potentielt brugbare optiske egenskaber ved opal. Forskere arbejder med såkaldte "opal-chips", der bruger fotoner i stedet for elektroner til at lagre information. ■

Geoportalen

Læs om geologi på

www.geologi.dk