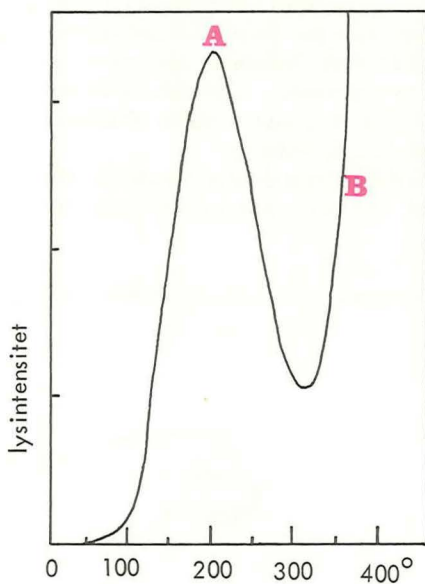


THERMOLUMINESCENS

af bjarne leth nielsen

Det er utvivlsomt de fleste bekendt, at geologien i stor udstrækning også benytter forskningsresultater og erfaringer fra andre videnskabsgrene. I første række kommer naturligvis naturvidenskaber som fysik, kemi og zoologi, men også fra andre fagområder, specielt de teknisk videnskabelige, henter geologien hjælp og resultater, der danner et nødvendigt grundlag for den fortsatte udbygning af den geologiske viden.

Denne "støtten sig til de andre naturvidenskaber" er i løbet af dette århundrede blevet stadig mere udtalt, i takt med det voksende ønske om at beskrive de geologiske processer på et eksakt grundlag. I geologiens barndom sluttede man logisk ud fra sine iagttagelser i naturen samt ud fra de erfaringer, man kunne opnå i de ret primitive laboratorier. Med lysmikroskopet og senere elektronmikroskopet blev man i stand til at studere stadig mindre detaljer, som ofte var nøglen til forståelsen af de processer, der i fjern fortid var årsag til det endelige produkt, vi i dag ser i naturen.



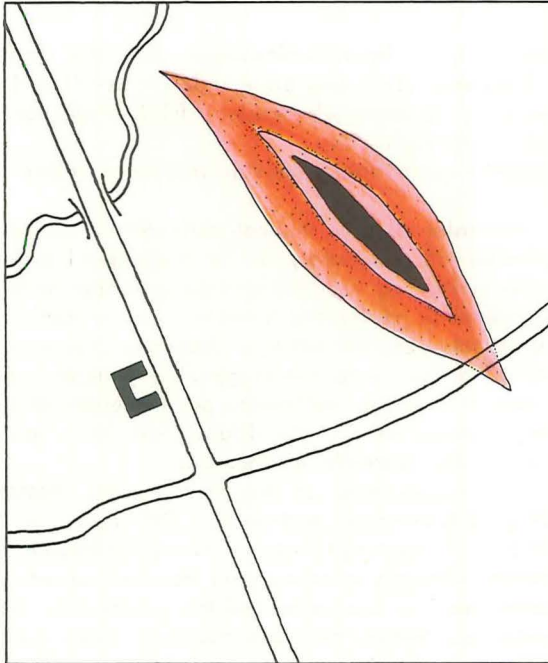
Figur 1.

Kemiske analyser af bjergarter og mineraler fortæller om det kemiske milieu, om vandringer af de enkelte grundstoffer og om omdannelser under den geologiske tilblivelseshistorie.

I dag forsøger man også at lave modellforsøg over de geologiske processer (Varv 1967,3, "Geologi i en trykkoger"). Det er her muligt at efterligne naturen ved for eksempel at arbejde med høje tryk og temperaturer. Imidlertid er det stadig vanskeligt at rekonstruere processer, der forløb over måske flere hundrede millioner år, når de tilsvarende processer i laboratoriet skal studeres og afsluttes på en næsten usammenlignelig kort tid.

Dette er eksempler på "laboratoriegeologi", der stadig forbedrer geologernes muligheder for at forklare de aktuelle forhold i naturen og for at udnytte de indvundne erfaringer for eksempel ved eftersøgning af mineraler og økonomisk vigtige malme.

Som endnu et eksempel på en begyndende geologisk anvendelse af et af fysikkens begreber skal THERMOLUMINESCENS behandles.



Figur 2. Thermoluminescensen (orange) viser stigende intensitet ind mod malmlegemet (sort). Umiddelbart udenom malmlegemet ses en "dødbrændt" zone. Selvom malmlegemet er skjult af dæklag, kan udstrækning og form afgrænses ved målinger af thermoluminescens i de omgivende bjergarter.

Et stof er thermoluminescent, når det ved opvarmning udsender lys (thermo=varme, lumina=lys). Thermoluminescens er i familie med de måske mere velkendte begreber fluorescens og fosforescens. Disse giver sig også udtryk i lysfrembringelse, men en forudgående opvarmning er her ikke nødvendig.

For at forstå hvorledes thermoluminescens opstår er det nødvendigt at vide, at et ikke-thermoluminescent stof kan tænkes opbygget som et gitterværk, hvori stoffets atomer har ganske bestemte positioner. Uden om grundstofatomerne kredser et antal elektroner i bestemte baner, og en elektron i en bane er i besiddelse af en bestemt energi. Elektroner i ydre baner har større energi end elektroner i indre baner.

Tilføjer man nu dette stof energi, for eksempel ved at udsætte det for radioaktiv bestråling, fjernes en del elektroner fra deres baner. Da et krystalgitter sjældent er helt perfekt (gitterfejl og urenhedsatomer er ofte tilstede), og da sådanne gitterdefekter vil virke som "fælder" for løsrevne elektroner, vil elektroner, der blev løsrevet ved energitilførslen blive indfanget igen.

Opvarmes det nu thermoluminescente stof blot nogle få hundrede grader, vil de indfangne elektroner blive udløst. De vil springe tilbage i lavenergi niveauerne, og overskudsenergien, frigjort ved denne proces, vil give sig til kende som synligt lys.

Således opstår og forklares thermoluminescens. Figur 1 viser et eksempel.

Mange mineraler vil være thermoluminescente. Antallet af gitterdefekter og antallet af elektroner, der er indfanget i gitter-"fælderne", vil afhænge af de fysiske og kemiske betingelser under mineralets dannelse, samt af dets følgende geologiske historie. Det er derfor klart, at hvis geologen kender de faktorer, der betinger thermoluminescensen, vil han ud fra iagttagelsen af denne kunne klarlægge visse punkter i dannelsesforløbet. Mange faktorer har dog indflydelse på dannelsen af thermoluminescente mineraler, hvorfor det i visse tilfælde kan være næsten umuligt at påvise årsagerne til den opståede luminescens.

Et vist erfaringsgrundlag er dog nu til stede: Bestemte mineraler giver langt kraftigere luminescens end andre. Det drejer sig om for eksempel feldspat, kvarts, fluspat og kalkspat. Blandt feldspater er luminescensen igen lovmæssigt afhængig af feldspatens kemiske sammensætning.

Tilstedeværelsen af specielle sjældne grundstoffer (sporstoffer) forstærker luminescensen, medens den formindskes af andre sporstoffer.

Har bjergarten været udsat for knusning eller andre trykpåvirkninger øges luminescensen i forhold til de omgivende upåvirkede bjergarter. Samme effekt ses i bjergarter med et lokalt højt indhold af radioaktivt materiale.

Thermoluminescens-analysen kan på denne måde, når den anvendes i forening med andre metoder, kaste lys over bjergarters og mineralers geologiske historie.

Thermoluminescens kan også være til nytte ved eftersøgning af økonomisk vigtige forekomster. I princippet søger man et bestemt billede i fordelingen af luminescensintensiteterne hos en stor mængde prøver, der er udtaget systematisk i det område, man ønsker at undersøge. Billedet kan se ud som på figur 2.

Her ses, hvordan intensiteten stiger ind imod kontakten til en malmforekomst. Denne stigning kan for eksempel skyldes, at sporstoffer samtidig med malmdannelsen er vandret ud i den omgivende bjergart, således at koncentrationen aftager jævnt ud efter. I umiddelbar nærhed af malmlegemet falder intensiteten brat. Faldet forklares ved, at en opvarmning i siddebjergarten har fundet sted i forbindelse med malmdannelsen. Elektronerne har, nøjagtigt som ved laboratorieforsøget, indtaget deres oprindelige lavenergi-niveau, og man ser ingen eller kun ringe lysudsendelse ved en fornyet opvarmning. Den nærmeste zone er "dødbændt".

Dette anomalibillede er imidlertid karakteristisk, og selv om malmlegemet ikke er synligt på jordoverfladen, er det nu med god tilnærmelse afgrænset ved hjælp af thermoluminescensmetoden.

Man kan naturligvis aldrig være sikker på, at sådanne anomalier fører frem til økonomisk rentable forekomster, men her, som ved mange andre fysiske eftersøgningsmetoder, får man et fingerpeg om uregelmæssigheder, hvor yderligere undersøgelser kan koncentreres.

Bjarne Leth Nielsen

VARV

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

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

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

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

Eftertryk af tekst og billeder er kun tilladt med kildeangivelse.