

Diamanter og Vulkaner

af Asger Ken Pedersen

Det funklende farvespil, den store hårdhed og ikke mindst den store sjældenhed - disse egenskaber hos diamanten har længe fascineret menneskene.

Diamanten har ikke kun værdi som smykkesten. Dens store hårdhed gør den uundværlig inden for industri og håndværk, hvor den benyttes som et meget effektivt slibe-, skære- og raspemiddel. Og for geologerne er den ikke bare en kostbar kuriositet, men et mineral, der kan give værdifulde oplysninger om de bjergarter, hvori det forekommer.

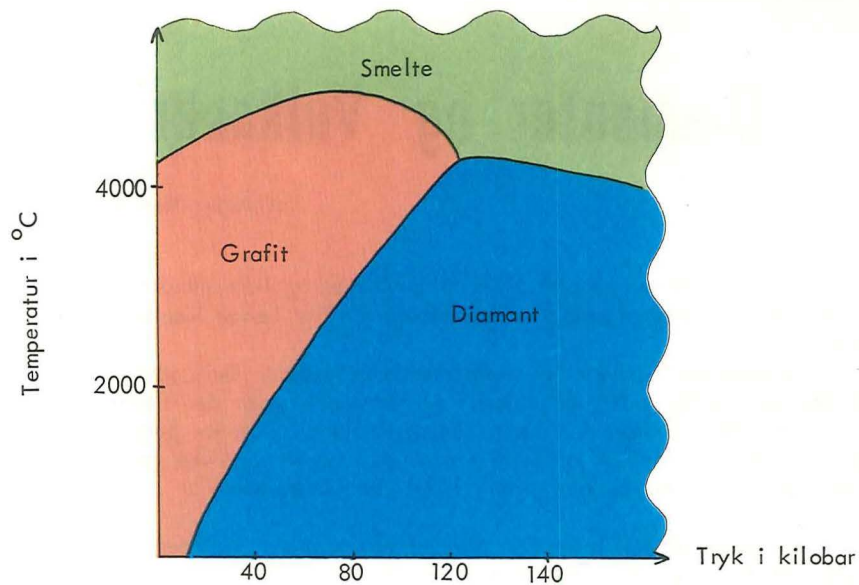
På grund af den intensive diamant-eftersøgning, som længe har foregået Jorden over, har man et ganske godt kendskab til mineralets geologiske forekomstmåde.

Diamanten består næsten udelukkende af kulstof. Kulstofatomerne er ordnet i et tredimensionalt netværk og bundet sammen af stærke bindinger, hvad der betinger mineralets store hårdhed.

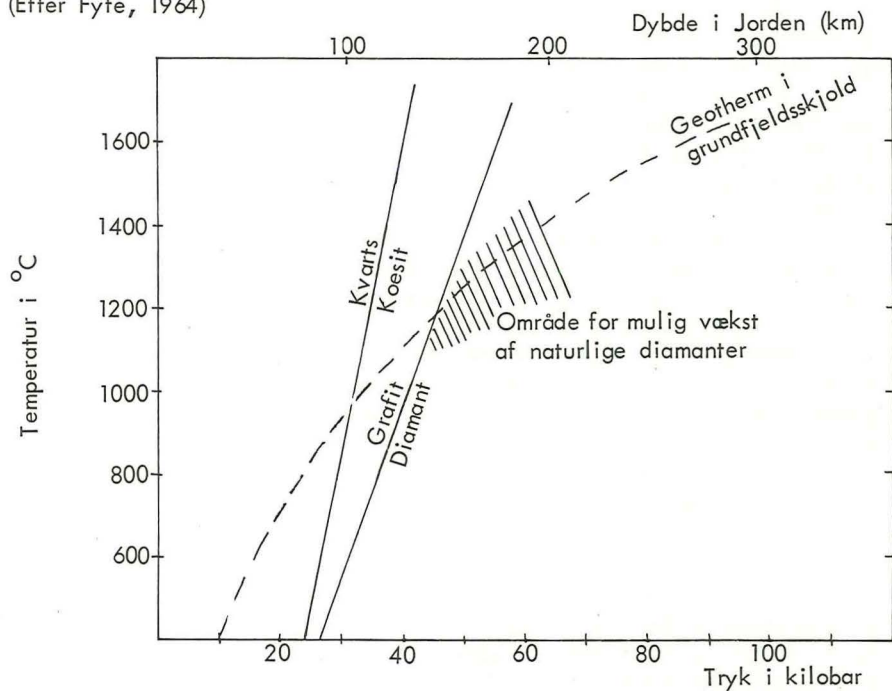
Et andet mineral, der forekommer langt mere udbredt i naturen, og som ligeledes består af kulstof, er grafit. Grafit er opbygget af lag af kulstof-atomer, og inden for hvert lag er atomerne bundet til hinanden af stærke bindinger - men mellem de enkelte lag er bindingen meget svag, og derfor er grafit et blødt og afsmittende mineral.

Det blev tidligt erkendt, at diamant måtte være et mineral dannet ved meget højt tryk, og at grafit måtte være dets tilsvarende lavtryksform, idet diamant ved opvarmning til høj temperatur i vakuum eller i ikke iltende atmosfære omdannes til grafit. (Hvis man derimod opvarmer diamanter i atmosfærisk luft, forsvinder de totalt, idet de iltes til kuldioxid). Først i de senere år er det lykkedes i laboratoriet at omdanne grafit til diamant ved højt tryk, og nu fremstilles industridiamanter i stor målestok af grafit.

Figur 1 viser kulstofs "fasediagram". De to akser angiver henholdsvis temperatur og tryk. I det røde felt findes kulstof som grafit, i det blå felt som diamant og i det grønne felt som en kulstofsmelte. På grænselinien mellem diamant- og grafit-feltet findes diamant og grafit sammen. Af diagrammet ser man, at diamant ikke er stabil ved lave tryk. Den diamant, der findes ved jordoverfladen, er metastabil, det vil sige at den ved en passende mindre energitilførsel kan omdannes til den mere stabile form grafit, og at diamant ikke kan dannes af grafit ved lave tryk.



Figur 1. Kulstofs fase-diagram.
(Efter Fyfe, 1964)



Figur 2. Grafrit-diamant ligevægtslinjen i forhold til den normale geotherm i stabile grundfjeldsskjolde. Med skravering er angivet de jordske diamanter vækst-region. (Efter Meyer, 1968).



Figur 3. Diamant i sin moderbjergart, kimberlitbreccie. Foto P.Riel.



Figur 4. Eklogitfragment bestående af brunrød magnesiumrig granat og mørkegrøn clinopyroxen. Fra kimberlitbreccie i Sydafrika. Foto P.Riel.

I naturen forekommer diamant på primært leje, det vil sige ikke omlejret, ikke flyttet) i nogle meteoriter og i visse forekomster af vulkanske bjergarter.

I forrige århundrede faldt en meteorit ned i Sibirien. Halvdelen af dette meteoritfalds produkter blev spist af overtroiske bønder, medens den anden halvdel blev reddet af geologer. Da man ville knuse en del af meteoriten i en agatmørtel, blev den ellers så hårde mørtel helt ødelagt, for det viste sig, at meteoriten indeholdt cirka 1% diamanter, der fandtes som små sorte krystaller. Da en 2 millioner tons meteorit for en snes tusinde år siden hamrede ned i Arizona og frembragte det store Arizona-krater, dannedes diamanter, der nu findes i nogle af de tiloversblevne meteoritfragmenter.

Begge typer meteor-diamanter er dannet ved højtryks-chockmetamorfose: i det ene tilfælde ved en kraftig kollision ude i det ydre rum og i det andet tilfælde ved kollision med Jorden. Astro-petrologiske studier viser os, at småkloder splintredes i det ydre rum i flere perioder fra kambrium og fremefter, og at det er disse eksplosionssplinter, som nu regner ned over os.

Det er imidlertid kun en forsvindende del af vore diamanter, der stammer fra meteoriter.

Jordiske diamanter på primært leje forekommer udelukkende i en særpræget vulkansk brecciebjergerart, der efter en berømt lokalitet i Sydafrika kaldes Kimberlit. (Breccie er en bjergart af skarpkantede bjergartsstumper.) Breccierne udfylder kraterløb, der skarpt skærer sig igennem de omgivende bjergarter. Nedadtil kan disse løb gå over i lodrette gange, og en hel række kraterløb kan fødes fra samme ganglegeme. Kimberlit-kraterløb findes udelukkende i stabile grundfjeldsskjolde. Kimberlitbjergarten er bemærkelsesværdig ved at indeholde en række xenoliter og xenocryster ("fremmedsten" og "fremmedkrystaller"). Xenoliterne omfatter omdannede bjergarter fra forskellige niveauer i Jordens skorpe, men langt mere bemærkelsesværdige er en række ultramafiske og basiske xenoliter fra Jordens "kappe". Disse ultramafiske xenoliter består overvejende af mineralerne olivin, orthopyroxen, chromdiopsid og magnesiumrig granat og omfatter bjergarter som lherzolit, granatharzburgit og granatperidotit.

De basiske xenoliter - eklogiter - der har samme kemiske sammensætning som basalt opbygges af granat og pyroxen-mineralet omfacit. Udover de nævnte mineraler, der alle findes som xenocryster i breccien, forekommer diamant som et af brecciens sjældnere mineraler. Koncentrationen af diamant er altid meget lille, men da mineralet er så kostbart, kan det betale sig at foretage brydning på breccier med overmåde lave diamantkoncentrationer. Diamant findes undertiden indesluttet i selve eklogitblokkene.

Diamanterne indeholder selv en række interessante indeslutninger. Disse indeslutninger separeres til kemiske undersøgelser ved bortoxidering af moderdiamanterne. Indeslutningerne omfatter eklogit, olivin, chromfattig diopsid, usædvanlig chromrig granat og chromit, samt højtryksmineralet coesit. Coesit kendes ellers kun fra synteselaboratorier og fra meteorkraterer.

På figur 2 er udover kulstof-diagrammet vist ligevægtslinien for kvarts-coesit samt en skønnet geotermal gradient (Jord-temperatur-kurve) for de grundfjeldsområder, hvor kimberlitter findes. Ved at kombinere den geotermale gradient med det kendskab man fra laboratorierne har til de højtryksmineraller, der kendes fra kimberlitbreccier, kan man anslå, at brecciernes højtryksmineralselskab dannedes ved cirka 11-1400° C og ved tryk på mindst 45 kilobar, svarende til dybder på over 120 km. At vi har bevaret diamanterne og de øvrige højtryksmineraller, der jo er metastabile ved de lave tryk, ved jordoverfladen må skyldes at kimberlitmagmaet trængte op fra meget store dybder med stor hast, og at magmaets temperatur var ret lav.

Følgende dannelsesmodel må derfor opstilles for at forklare de diamantførende kimberlitbreccier:

- 1) mindst 120 km under Jordens overflade nede i kappen, der består af ultramafiske bjergarter, skete en delvis opsmeltning af kappe-bjergarter, hvorved en række grundstoffer koncentreredes i den dannede smelte.
- 2) Fra denne smelte krystalliserede granat, clinopyroxen samt små mængder diamant og andre mineraller, hvorved der dannedes eklogit. Den tiloversblevne smelte blev med fremadskridende krystallisation beriget på gasser.
- 3) Da trykket i det gasrige magma overskred en kritisk grænse trængte magmaet med stor kraft op gennem de overliggende 120 km kappe og skorpe op mod jordoverfladen.
- 4) På grund af det store energiforbrug afkøledes smelten under sin fremtrængen og nåede op mod overfladen som en breccie.
- 5) Fordi smelten så hurtigt ændrede niveau, og fordi afkølingen skete så hurtigt, kunne brecciens højtryksmineraller ikke nå at indstille sig fra højtryks til lavtrykslige vægt.

At vi finder diamanter ved jordoverfladen, er altså resultat af et kompliceret og sjældent hændelsesforløb.

Asger Ken Pedersen



Figur 5. Nærfoto af granatperidotit-fragment fra kimberlitbreccie. Denne bjergart opbygger sandsynligvis størstedelen af Jordens øvre kappe. De grønne krystaller er olivin, de små røde krystaller er granat. Foto P.Riel.



Figur 6. Glimmerperidotit, et kappefragment fra kimberlitbreccie. Sydafrika. De grønne krystaller er olivin. De brune skinnende flager er phlogopit, en magnesiumrig mørk glimmer. Foto P.Riel.