

Alexandrit

Emil Makovicky og Asger Berthelsen

Denne artikel har intet med det kongelige bryllup at gøre, men prøv alligevel at gætte, hvem smykkestenen alexandrit er opkaldt efter?

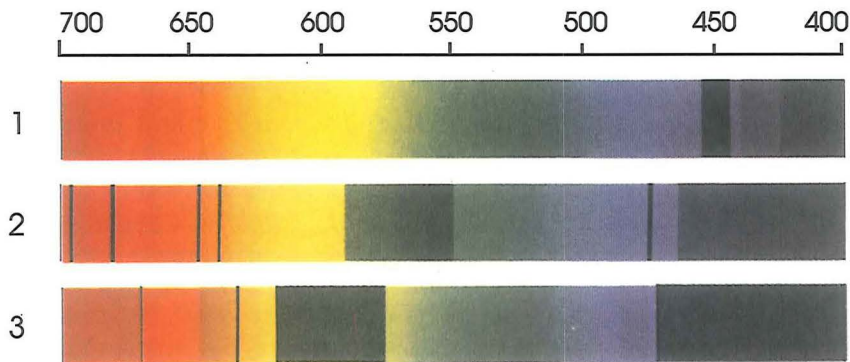
Den smukke og raffinerede smykkesten alexandrit blev først beskrevet i 1842 af den finske mineralog og bergmester N.G. Nordenskiöld, som havde fundet den i de såkaldte 'Smaragd Høje' (Izumpulnyies Kopi) i Ural. Den nye smykkesten var helt speciel. Selvom den ved dagslys havde omtrent samme farve som de grønne smaragder, den blev fundet sammen med, skilte den sig tydeligt ud fra disse, da stenene om aftenen blev bredt ud på træbordet og betragtet i det flakkende lys fra en kærte. Nu strålede alexandriten i en hindbærrød farve. Det er denne egenskab, at have forskellig farve i dagslys og kunstigt lys, der gør alexandrit til en eftertragtet smykkesten. Da egenskaben ikke ret ofte er udviklet til fuldkommenhed, er alexandrit en meget kostbar smykkesten.

Alexandrit er en varietet af mineralet chrysoberyl, som opbygges af grundstofferne beryllium (Be), aluminium (Al) og ilt (O) efter formelen BeAl_2O_4 . Hvert berylliumatom er omgivet af fire iltatomer, og hvert aluminiumatom af seks iltatomer.

Alexandritens særlige evne til at skifte farve skyldes, at den i modsætning til almindelig chrysoberyl indeholder små mængder af grundstoffet chrom, nærmere betegnet 0,1 - 0,3 vægtprocent chromoxid (Cr_2O_3). Chromindholdet skyldes, at nogle af Al^{3+} -ionerne er erstattet af Cr^{3+} -ioner. Disse chromioner absorberer en del af det indfaldende lys, først og fremmest et bredt bånd omfattende de grøngule farver midt i spektret. Det lys, der forlader smykkestenen og når op til øjet, er derfor beriget på de rødlige og grønblå farver med henholdsvis større og mindre bølgelængder end det absorberede bånd.

Det er dette forhold, der får alexandrit til at fremtræde med forskellige farver afhængigt af, hvordan det indfaldende lys er sammensat. I dagslys, som er rigt på grønblå bølgelængder, vil alexandriten blive grøn, hvorimod den i kunstigt lys, hvor gulrøde farver er fremherskende, vil antage rødlige farver. Smaragder er derimod grønne i både dagslys og kunstlys, fordi de absorberer det gule lys, mens rubiner, som ikke lader ret meget gult og slet ikke grønt og grønblåt lys passere, altid har røde farver.

Alle smykkesten, som indeholder Cr^{3+} -ioner, absorberer også linier indenfor den violette og ultraviolette del af spektret. En del af denne absorberede energi kan blive afgivet igen som rødlig fluorescens og sætte prikken over 't' i farveskiftet.



Figur 1. Farvespektre for chrysoberyl, alexandrit og smaragd. I modsætning til almindelig chrysoberyl (1), hvor kun dele af det violette lys absorberes (ses som smalle sorte bånd), absorberer alexandrit (2) et bredt bånd af det gul-grønne lys, og der optræder kun enkelte, smalle linier i det rød-orange og blå lys. Smaragd (3) fremtræder grønlig, fordi et bredt bånd af gult lys og lidt af det rød-orange absorberes.

Men hvordan er denne raffinerede smykkesten blevet dannet?

Grundstoffet beryllium er et sjældent metal, der først og fremmest koncentrerer sig i granitiske pegmatiter og andre sen-magmatiske dannelser.

For at få dannet chrysoberyl, og ikke beryl ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$), hvad der er mere normalt, kræves et forhøjet indhold af aluminium (Al) og/eller et meget lavt indhold af silicium (Si). Men selv det er ikke nok til, at der dannes den chromholdige chrysoberyl, alexandrit. Grundstoffet chrom er nemlig 'fremmed' i det pegmatitiske miljø; det er især knyttet til ultrabasiske bjergarter, hvor det indgår i malmineralet chromit, $(\text{Mg,Fe})(\text{Cr,Al})_2\text{O}_4$.

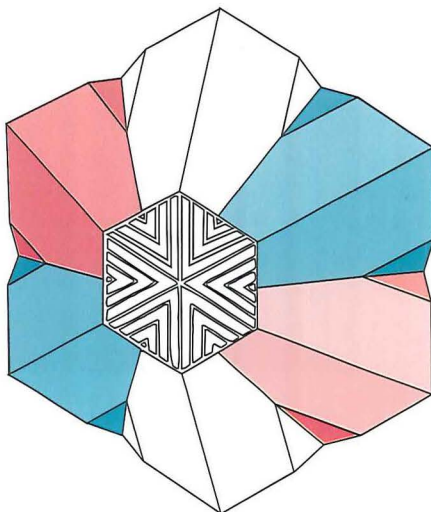
Da granitiske pegmatiter og ultrabasiske bjergarter stort set er så forskellige som dag og nat, kræves der meget specielle forhold for at få dannet alexandrit. Ultrabasiske bjergarter af kappe-oprindelse må på en eller anden måde være blevet fragtet højt op i jordskorpen, være blevet serpentineret og have reageret med pegmatitiske smelter og opløsninger. Det har givetvis været det, der skete ved Smaragd Højene i Ural. Uralbjergene er resterne af en ca.

300 mill. år gammel kollisionsbjergkæde, Uraliderne. Her blev kappe- og oceanbundsbergarter stablet sammen og gennemsat af graniter og pegmatiter, da Kazakhstan mikropladen kolliderede med det palæozoiske Europa. Alexandritforekomsterne i grundfjeldet ved Victoria Søen i Zimbabwe og Manyara Søen i Tanzania er betydelig ældre, men sandsynligvis dannet på tilsvarende måde. Hvor alexandrit findes på sekundært leje - i placers -, som i Sibirien, Burma og på Sri Lanka, er oprindelsen selvsagt mere vanskelig at udrede.

Da alexandrit er en meget eftertragtet smykkesten, har man naturligvis prøvet at fremstille den ad kunstig vej (syntetisk), og de sidste 20 år har der været mange syntetiske alexandriter på markedet. De viser et meget udtalt farveskifte fra dag til nat, fordi de i modsætning til de naturlige sten slet ikke indeholder jern (Fe), som dæmper farveskiftet.

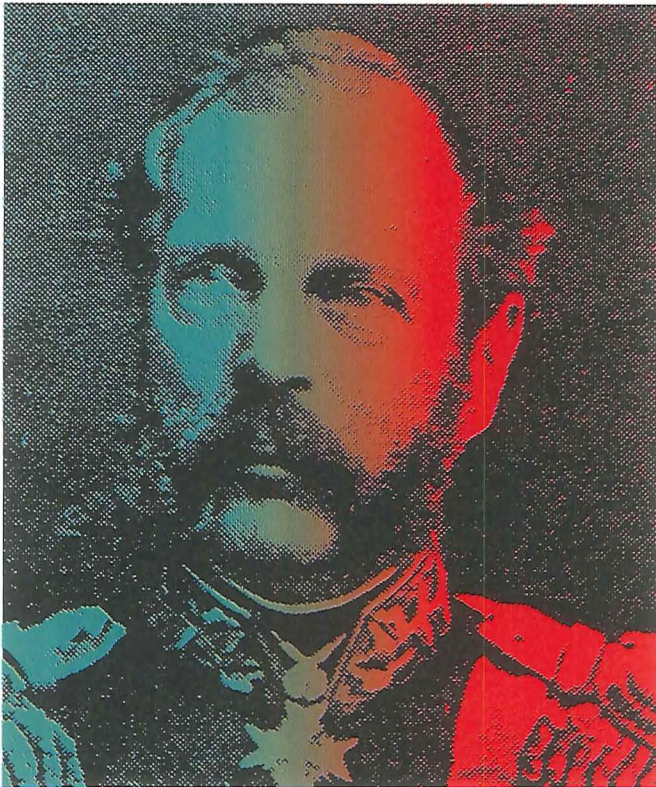
Alexandrit er også meget særegen, når den studeres i polariseret lys, f.eks. under polarisationsmikroskop. Der ses da adskilte grønne, orange og røde farver, når polarisations filteret/mikroskopbordet drejes. Det skyldes alexandrits specielle krystalform. Den danner trillingkrystaller, hvor de enkelte individer er vokset sammen under en vinkel på 60° . De danner næsten perfekte sekskantede 'hinkesten', hvor de modstående hjørner tilhører det samme individ.

Hvis du, kære læser, er så heldig at eje en sådan alexandrit, så kom blot med den, så vi kan prøve at lægge den under mikroskopet.



Figur 2. Sekskantet gennemvoksnings-trilling af alexandrit, som krystalliserer orthorombisk. De tre krystalindivider danner lameller i hinanden.

Hvem var det så, den finske bergmester opkaldte denne ejendommelige smykkesten efter i 1842? Det forlyder, at N. G. Nordenskiöld ønskede at hædre den da 26-årige og meget reformvenlige kronprins Alexander. Men hæderen gav bagslag. For da kronprinsen i 1855 blev kronet som Zar Alexander II og begyndte at styre det store Russiske Rige, varede det ikke mange år, før også han ændrede farve. De grønne reformer blev glemt, og rødt blod begyndte at flyde.



Figur 3. Zar Alexander II (1818-1881), kejser af Rusland fra 1855.