

## Friedrich Mohs og hans hardhetskala for mineraler

Av Jan Stenløkk

Det er ikke så lett å bestemme mineraler. I motsetning til fugler, fisk og blomster, er det ikke nødvendigvis farge, fasong eller størrelse som bestemmer hvilket mineral en har. Et mineral defineres ut fra sin kjemiske sammensetning, men de færreste har tilgang til avansert, kjemisk analyseapparat. Fysiske egenskaper kan derimot enkelt undersøkes av enhver, og ikke minst hardheten på prøven. Men hvem fant på dette, og hvordan virker det?

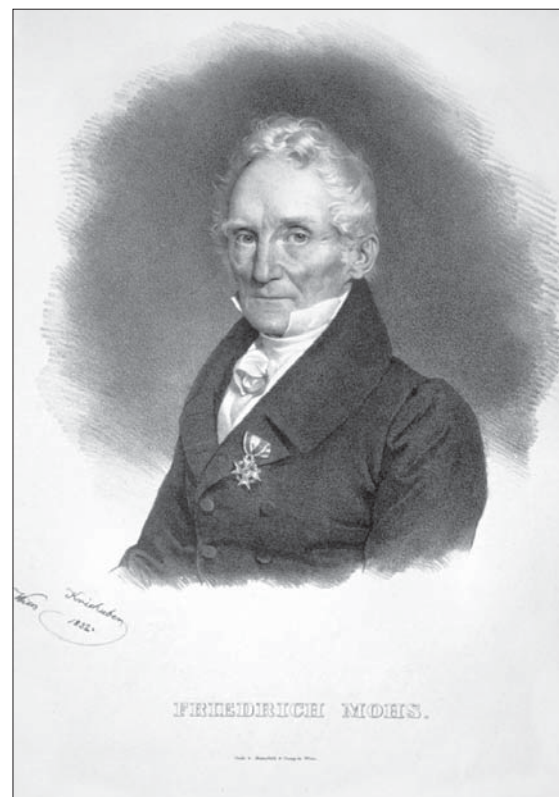
**Carl Friedrich Christian Mohs** ble født 29 januar 1773 i den tyske byen Gernrode, der familien levde som kjøpmenn. Friedrich fikk derfor mulighet for en god utdannelsen innen fysikk, kjemi og

matematikk og fortsatte senere med studiene ved bergvervakademiet i Freiberg i Tyskland. Her virket også professor Abraham Gottlob Werner som hadde en fremtredende plass innen mineralogien, og som skulle inspirere Friedrich Mohs interesse for mineraler. I 1801 flyttet Mohs til Østerrike. Der hadde han to jobber, dels som gruveformann for Neudorf-gruven i det østlige Hartz, og dels skulle han ha ansvaret for en stor, privat mineralsamling, tilhørende den formuende bankmannen J.F. van der Null.

Det var en del av jobben med mineralsamlingen å bestemme ukjente mineraler og å få systematisert hele samlingen i ulike kategorier. Tidlig på 1800-tallet var det ikke noe klart system for å ordne de ulike mineralene. Riktignok var det en kjemisk vurdering av de ulike gruppene, men den kjemiske teknikken på den tiden hadde sine begrensinger. I moderne tid klassifiseres fortsatt mineraler etter sin kjemiske innhold, men fysiske egenskaper som hardhet er fortsatt viktige karakterer, ikke minst som feltkjennetegn.

På 1700- og 1800-tallet, som Mohs også levde i, var det blomstringstid for systematikken, ikke minst da det kom mange nye planter, dyr og mineraler fra koloniene. Svensken Carl von Linné (1707-1778) hadde utgitt sitt store verk «*Systema Naturae*» (første gang i 1735), for å bringe system i plante- og dyreverdenen. Dette fikk meget stor oppmerksomhet. Kanskje kunne fysiske egenskaper brukes på mineraler også? Mohs begynte å undersøke ulike mineraler for å finne egenskaper som kunne brukes til en mineralklassifisering.

Det var her Mohs utviklet systemet ved å bruke fysiske egenskaper hos de forskjellige mineralene, noe som brøt med den kjemiske grupperingen som var rådende. Han merket seg at noen



Carl Friedrich Christian Mohs (29.01.1773-29.9.1893). Litografi laget av Josef Kriehuber, 1832 (Fra Wikipedia).

mineraler var bløtere enn andre, og slik kunne ripe enkelte mineraler mens andre ikke ble påvirket. En ripe-test ble utviklet med utvalgte mineraler som referanse og en skala fra 1 (bløtest) til 10 (hardest). Mohs metode ble sterkt kritisert av det rådende, akademiske mineralmiljøet på den tiden.

Nå skal et riktignok sies at Mohs var ikke den første som hadde lagt merke til og benyttet ulike hardhetsgrader hos mineraler. Grenske naturfilosofen hadde sammenliknet innbyrdes hardhet på mineraler som var kjent på den tiden, inkludert kvarts og de harde diamanter fra India som kunne ripe kvartsen, men ikke omvendt. Plinius den eldre (23–79 e.å.) viste til at ulik hardhet kunne skille falske diamanter fra ekte vare. Men det var likevel Mohs som utviklet hardhetskalaen, eller rettere en ripe-skala slik vi kjenner den i dag.

Etter kort tid i Østerrike, i 1812, flyttet Mohs videre. Denne gang til Graz der



Minneplate over Mohs, i "Mohsgasse", Wien. (Foto: Doris Antony (Berlin), Wikimedia Commons).

han arbeidet for erkehertug Johann sitt nyopprettede museum og akademiske senter. I dag er det kjent som Graz teknologiske universitet. Her ble han professor samme år og her ferdigstilte han sitt arbeid om hardhetskalaen. Likevel flyttet han etter seks år videre til Freiberg, der han hadde bodd tidligere. Dr. Werner, som hadde vært hans inspirasjonskilde, var nå død og Mohs overtok stilling på bergverksakademiet. Denne posten holdt han til 1826, da han igjen flyttet. Denne gang til Wien, der han ble ansatt som professor i mineralogi. Friedrich Mohs døde 1839 i en alder av 66 år, under en reise til Italia.

### Hardhetskalaen

Selv om en unik, kjemisk sammensetning er det som faktisk definerer et mineral, er det fortsatt nyttig å bruke fysiske kjennetegn for å identifisere dem. Hvordan de kløver og har bruddflater, sammen med relativ hardhet eller røpfasthet er enkle og nyttige metoder for enhver mineralsamler. Alle som er interessert i mineraler bør derfor skaffe seg en referanse med standardmineraler – og enn ikke den mest harde som er diamant! Hardhetskalaen er utviklet med godt kjente mineraler. I tillegg til mineraler, er det også annet som kan brukes som referanse; fingernekl (hardhet på 2,5), kobbermynt (3), knivblad (5,5), glassplate (5 - 6), stålfil (6,5- 7,0) eller porselenssikring (7,0). Gull har for øvrig hardhet på bare 2,5 for de som måtte ha mye slikt liggende. Lettere er det med pyritt (6,5). Ved å sammenligne røpfastheten med disse referansene, er det lett å gi et anslag på hvor mineralet befinner seg på skalaen. Det finnes også metallspisser i ulike hardhetsgrader.



Sett med metallspisser med ulike hardhet.

**Tabellen med ulike mineraler og deres hardhet på Mohs skala.**

Talk	1
Grafitt	1 - 2
Kleberstein	1 – 2 ½
Gips	2
Rav	2 - 2 ½
Serpentin	2½
Galena (blyglans)	2½
Fingernegl	2½
Sølv	2 ½ - 3
Gull	2 ½ - 3
Elfenben	2 ½ - 3
Perle	2 ½ - 4
Barytt	3 - 3 ½
Korall	3 - 4
Kalsitt	3
Malakitt	3 ½ - 4
Rhodokrositt	3 ½ - 4 ½
Platinum	4 - 4 ½
Fluoritt	4
Kyanitt	4 ½ - 7
Smithsonitt	5
Apatitt	5
Obsidian	5 - 5 ½
Kniv	5 ½
Sodalitt	5 - 6
Turkis	5 - 6
Lapis Lazuli	5 - 6
Glass	5 - 6
Diopsid	5 - 6
Enstatitt	5 - 6
Opal	5 ½
Moldavitt	5 ½
Ilmenitt	5 - 6
Ortoklas (feltspat)	6
Hematitt	5 ½ - 6 ½

Magnetitt	5 ½ - 6 ½
Rhodonitt	5 ½ - 6 ½
Nefelin	5 ½ - 6
Markasitt	6 - 6 ½
Pyritt	6 - 6 ½
Stålfil	6 ½
Tanzanitt	6 - 7
Kunsitt	6 - 7
Andraditt granat	6 ½ - 7
Jade	6 ½ - 7
Peridot	6 ½ - 7
Kalsedon	6 ½ - 7
Kvarts	7
Granat	7
Andalusitt	7 - 7 ½
Turmalin	7 - 7 ½
Beryll (smaragd)	7 ½ - 8
Topas	8
Spinell	8
Kubisk zirkon	8,5
Chrysoberyll	8,5
Korund (rubin)	9
Korund (safir)	9
Silisiumkarbid	9 ¼
Diamant	10

Mohs skala har likevel en del begrensninger. Først og fremst er skalaen ikke rettlinjert, og hardheten mellom nivåene kan variere mye. Mellom 3 og 4 er forskjellen bare ca. 25%, men mellom 9 og 10 er den om lag tre ganger. Det er dessuten vanskelig å teste hardheten på sprø materialer ved å ripe i dem. Så selv om dette er en god feltmetode, er den ikke så praktisk til å måle metaller og keramiske materialer i industrien. Der brukes et sklerometer for å måle absolutt hardhet. Dette er et instrument for måling av et minerals absolutte hardhet, først konstruert av Thomas Johann Seebeck i 1833. En stålsnitt

eller diamant med kjent belastning risser i materialet og hardheten måles av rissets dybde og form. I metalliske materialer angis hardheten ved nøyaktig spesifiserte målemetoder. For å finne nøyaktig hardhet til mineraler trykkes vanligvis en spiss ned i prøven under kjent belastning. Eksempler på slike mer nøyaktige hardhetsskala er «Vickers hardhet» eller «Knoop hardhet», definert ved sine respektive målemetoder og -apparater.

Hvor nyttig er det så for oss å bruke hardhetsskalaen? Den er omtalt i alle steinbøker, og undervises omtrent fra barneskolen i den grad det er geologi i læreplanen. Topas, beryll og korund er greie å se med høy hardhet. Likeså bløte mineraler som talk, fluoritt og kalsitt. Problemet er at i Norge er mange mineraler harde, med hardhet fra feltspat (hardhet på 6) og oppover. Mange sekundærmineraler har lav hardhet, men dessverre mangler mange av disse i Norge. Istidene har fjernet slike bløte og mer løselige elementer i «mineralfloraen» vår.

**Om de enkelte mineraler**

Som nevnt tidligere er de karakteristiske mineralene i Mohs skala valgt etter ulik hardhet, men også etter vanlig forekomst. Mohs skala er en relativ og litt tilfeldig skala på røpefasthet, og forskjellen mellom de ulike nivåer kan variere mye i forhold til absolutt hardhet. Absolutt hardhet er derimot fastlagt under kontrollerte laboratorieforsøk, men denne skalaen brukes bare i liten grad. Mohs metode er enkel og grei å benytte.

**Talk,  $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ :**
**Mohs hardhet 1, absolutt hardhet 1**

Talk er et hvitt eller lysegrønt mineral som finnes blant annet i bergarten kleberstein, og denne er derfor benyttet til utskjæringer (Nidarosdomen). Talk er en omvandlingsbergart, og beste kvalitet

er dersom opprinnelsen var serpentin. Talkpulver benyttes for øvrig i matvarer, med E-nummer 553b. I Altermark nord for Ranafjorden i Nordland er det drift på talk.

**Gips -  $CaSO_4 \cdot x 2H_2O$ :**
**Mohs hardhet 2, absolutt hardhet 3**

Gips forekommer oftest som mer eller mindre gjennomsluttige flak med god kløv og ofte som tvillinger (selenitt). En finkornig, hvit til nesten fargeløs variant kalles alabast. Mineralet er meget vanlig og i stor forekomst, og er typisk dannet som en evaporittavsetning; fra inndamping av sjøvann eller fra porevæsken i bergarter. Det kan også dannes kjemisk der kalk reagerer med svovelsyre fra vitret pyritt. Svellingen av bergarten kan da bli et problem for bygninger og andre strukturer.

**Kalsitt (kalkspat) -  $CaCO_3$ :**
**Mohs hardhet 3, absolutt hardhet 9**

Kalsitt kjenner alle, og hvem har ikke hørt om testen med fortennet syre for å se om det bruser? Men kalsitt er også lett å ripe, og er så vidt hardere enn en fingernegl. Selv om ren kalsitt er hvit (eller klare krystaller med dobbeltbrytning), kan det ha nesten alle farger – også mørke grå dersom det er mye organisk innhold (som i Oslofeltet). Kalsitt er også kjent for å ha hundrevis av ulike krystallformer. En spesiell bergart som hovedsakelig består bare av kalsitt (søvitt) finnes i Fensfeltet og er dannet av vulkansk aktivitet.

**Fluoritt (flusspat) -  $CaF_2$ :**
**Mohs hardhet 4, absolutt hardhet 21**

Flusspat forekommer ofte i flotte farger, lilla og grønt, men også hvitt eller klare krystaller. Det er en kilde til å fremstille fluor, og tilsettes i aluminium- og stålproduksjon. Ikke minst er det kjent fra tannpasta, der det styrker tennene. Fluor kan risser med kniv, men ikke så lett som kalsitt.

**Apatitt -  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{Cl}, \text{F})$ :**  
**Mohs hardhet 5, absolutt hardhet 48**

Apatitt bygger opp bein og tenner, og er et svært viktig fosfatgjødsel, evt. som beinmel. Alt etter innhold av klor eller fluor, betegnes ofte apatitt som klor- eller fluorapatitt.

**Feltspat (en mineralgruppe):**  
**Mohs hardhet 6, absolutt hardhet 72**

Feltspater har gjerne større bruddflater og opptrer i større mengder blant annet i pegmatitter, og de utgjør 60% av jordskorpen. Avhengig av kjemisk sammensetning grupperes de som kalifeltspat (med kalium) med blant annet ortoklas og mikroklin, albitt (med natrium) eller anortitt (med kalsium). Amazonitt er en grønn feltspatvariant, som kan benyttes som halvedelsten. Alkalifeltspater er blandinger av ortoklas og albitt, mens plagioklaser er blandinger av albitt og anortitt. Fargen kan variere fra hvit til grå og rosa, men de er så harde at de ikke ripes med kniv, men så vidt kan risse glass.

**Kvarts -  $\text{SiO}_2$ :**  
**Mohs hardhet 7, absolutt hardhet 100**

Kvarts er det mineral som forekommer i størst mengde i jordskorpen. Det kan risse glass, men vær klar over at det er mange typer glass og noen er hardere enn andre. En kniv risser derimot ikke kvartsen. Som kjent opptrer kvarts i mange farger: sort røykkvarts, rosa rosenkvarts, klare bergkrystaller, gule citriner og lilla ametyst. Det kan ha krystallform eller være amorft som opal og agat.

Ofte finnes kvarts i årer med hvit melkekvarts. Hardhet og mangel på kløv er gode feltkjennetegn.

**Topas -  $\text{Al}_2(\text{SiO}_4)(\text{F}, \text{OH})_2$ :**  
**Mohs hardhet 8, absolutt hardhet 200**

Siden topas er såpass hard, er det benyttet som smykkesten der den er gjennomsiktig og krystallinsk. Som regel er topas fargeløs, men kan også være lys blå eller gulgulbrun til rød. Som for mange smykkesten

kan de varmebehandles og bli mer rosa eller blå. Topaskrystaller kan minne om bergkrystall, men er ikke «blyanter» som kvartskrystallene. På grunn av sin høye hardhet, kan topas noen ganger vaskes ut av elveleier som har erodert ut topaskrystallene fra den opprinnelige bergarten.

Beryll ( $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ ) har samme hardhet som topas.

**Korund -  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :**  
**Mohs hardhet 9, absolutt hardhet 400**

I smykkestenkvalitet forekommer korund som (oftest) som blå smaragd eller rød rubin. Men den er mer vanlig som et brunrødt mineral, gjerne i flate sekskantede krystaller som kan finnes i omdannede bergarter som glimmerskifer (Froland). På grunn av sin svært høye hardhet (dobbelt av topas), brukes det mye som slipe- og skjæremiddel, ofte kunstig fremstilt. Syntetiske edelstener av korund er også meget vanlige.

**Diamant - C:**  
**Mohs hardhet 10, absolutt hardhet 1600**

Diamant oppstår fra karbon under svært stort trykk, og det er det hardeste mineral som kjennes. Det er fire ganger hardere enn korund. På grunn av høy brytningsindeks for lys, gir slipte diamanter et unikt fargespill. Diamanter forekommer i mange farger, og slett ikke bare som klare krystaller. Industriadiamanter fremstilles kunstig og med mange tonn årlig. Syntetiske zirkoner utgis ofte for å være diamanter, men har en hardhet på 8,5.

Det er lykke å lage stoffer som omtrent tilsvarende med hensyn på hardhet som diamanter, dvs. med hardhet like under 10 på Mohs skala. Slike bornitrid (kjemisk formel: BN) har samme atomoppbygging som diamant, og er i tillegg mer stabile for varme og kjemiske påvirkninger. De har derfor stor betydning industrielt. I 2009 ble en naturlig forekomst av bornitrid funnet som nytt mineral i Tibet – «qingsongite».

 <p>Blaafarveverket og Koboltgruvene</p> <p>7. mai - 25. september 2016</p> <p>www.blaa.no</p> <p> blaafarveverket</p>		<p><b>VÆRKET</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historiske omgivelser,</li> <li>• Hjemmelaget mat i Kroa</li> <li>• Barnas Bondegård, gratis inngang</li> <li>• Spennende butikker</li> <li>• Utstilling «Møter med Kai Fjell»</li> <li>• Kultursti Haugfossen Rundt.</li> </ul>
	<p><b>Historisk gruvetur</b> leder deg gjennom en eventyrlig vakker gruve med dype sjakter, stoller og strosser. Opplev en blanding av mystikk og historie i en underjordisk verden.</p> <p><b>Gruvesafari</b> er en tur på ca. 2,5 t med 10 års aldersgrense, en spennende tur gjennom trapper og stiger med 80 meters høydeforskjell. Gruvesafari kan også bestilles for grupper året rundt.</p>	
<p><b>NYHET!</b></p> <p>”Vandring i gruelandskapet” er en ny guidet rundtur i dagbruddene på Koboltgruvene. Her får man den spennende historien om det første malmfunnet. Man stopper ved flere utsiktspunkter med panoramautsikt over hele gruveområdet og Tyrifjorden. Turen går på utvalgte datoer, er ca. 2 km og tar 1,5 – 2 timer.</p>		<p><b>BARNAS GRUVETUR</b></p> <p>Bli med på en innholdsrik gruvetur for hele familien inn i spennende gruveganger hvor du ser ned i dype sjakter, går over en gangbro mellom åpen himmel og dype kløfter.</p> <p>Alle lørdager og søndager i hele sesongen og daglig 20/6-14/8.</p>



**STENMÄSSAN**  
**KOPPARBERG**

**23 - 24 JULI**  
**GRATIS INTRÄDE**  
**WWW.STENMARKNAD.SE**  
**INFO@STENMARKNAD.SE**  
**FACEBOOK.COM/KOPPARBERGSTENMARKNAD**