

Om zeolitt-gruppens mineraler

Ørnulf Lyche Nordli

Innledning

Jeg skal gi en kortfattet oversikt over zeolittgruppens mineraler, dens kjemi og inndeling. Den nye nomenklaturen etter IMAs revisjon i 1998 gir både mange nye zeolitt-mineraler og en del problemer for den som er zeolittsamler.

Som samlere har de fleste av oss mange stuffer med forskjellige zeolitter i våre samlinger. De finnes fra mange forskjellige forekomster, og de er ofte å se som hvite strålemineraler, kuber eller andre typiske former.

Men mange har også spektakulære farger og former og er svært estetiske. Det er ikke mange mineralsamlere som ikke har en stoff fra India å vise til. At de samtidig er billige i anskaffelse, er vel intet minus. Det finnes dessuten rikholdige litteraturreferanser. Kanskje ingen annen mineralgruppe har blitt vist slik interesse fra industri og handel de senere årene. Det finnes et utall av bruksmuligheter for disse mineralene, og dette er ennå i startfasen. Det finnes store drivverdige forekomster av enkelte typer zeolitter rundt om i verden, og det er mange syntetiske zeolitter.

Historie

Den eldste nevnte zeolitt er *chabazitt* som er en av 20 nevnte steiner i "Peri Lithon", et dikt av Orfeus. Navnet *zeolitt* ble første gang brukt av friherre Axel Frederick Cronstedt fra Sverige i 1756. Han brukte navnet om noen krystaller han fant i Svappavaari kobbergruver. Navnet kommer fra gresk *zein* som betyr å koke og *lithos* – stein, altså kokestein. Det Cronstedt oppdaget var at disse krystallene kunne varmes opp og avga vannet ved en slags koking. Mange zeolitter avgir også vann ved svak oppvarming og i tørr luft, men *uten å miste krystallstrukturen*. Det finnes imidlertid unntak.

Til å begynne med var det mange lokale navn på disse mineralene. Haüy (1801) var den første som samlet trådene. Han ble siden kreditert navnsettingen av *stilbitt*, *analcim*, *harmotom* og *laumontitt*, selv om disse hadde vært brukt i tilfeldige publikasjoner tidligere. Haüy nevner

Abildsgaardfjellet nær Arendal som et av fire steder for mineralet *stilbitt*, men det er Helgustad på Island er regnet som typelokalitet. Samme året bestemmer Schumacher "*Kreuzstein*" (*harmotom*) fra Kongsberg og "*Bergmannit*" (*natrolitt*) fra Langesundsfjorden. Den første krystallstrukturen som ble bestemt for en zeolitt, var *analcim* (Taylor 1930).

Definisjon

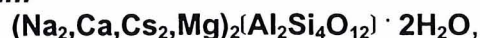
Hva er en zeolitt? Som nevnt kom en underkomite av IMA med en ny inndeling av zeolittgruppen i 1998. De kom med en definisjon som utvider zeolittgruppen. Dette fører til at mineralgruppen zeolitter inneholder 82 species, mens 3 har usikker status. En av disse har norsk bakgrunn - *tvedalitt* $(\text{Ca,Mn})_4\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{17}(\text{OH})_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Forenklet kan vi si at zeolitter er mineraler med en ramme med 4 O-atomer rundt et kation. Til vanlig er kationen silisium eller aluminium. Denne rammen inneholder åpne hulrom i form av kanaler og huler som til vanlig er opptatt av vannmolekyler og ekstra kationer. Kanalene er store nok til at "gjesteatomer" kan passere igjennom eller plasseres inni. Rammen kan bli avbrutt av (OH)- eller F-grupper i stedet for et O-atom. Disse var tidligere ikke regnet som zeolittmineraler. Det er også laget en utvidelse av mineralene ved at zeolitter med entydig forskjellige kationinnhold gis egen status (serier). Mineraler i zeolittgruppen skal ikke differensieres ut fra Si:Al-forholdet. Ett unntak er *heulanditt* – *clinoptilolitt*.

Kjemi og egenskaper

Zeolitter tilhører klassen silikater, avdelingen tektosilikater og rekken zeolitter (Strunz VIII/J 15 - 30).

Eksemplifisert ved den kjemiske formelen for **Analcim**



ser vi at zeolittene består av en eller flere kationer $((\text{Na}_2, \text{Ca}, \text{Cs}_2, \text{Mg})_2)$, en ramme $([\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}])$ og vann $(2\text{H}_2\text{O})$.

Kationene er vanligvis **Ca** (kalsium), **Na** (natrium), men også **K** (kalium), **Mg** (magnesium),

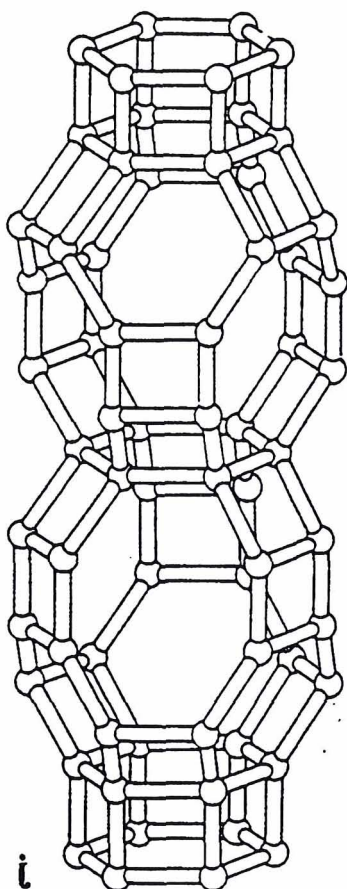
Sr (strontium) og **Ba** (barium) forekommer vanlig. Sjelden er **Li** (litium)

(*bikitaitt*) (*hsianghualitt*) (*pahasapaitt*),

Mn (mangan) (*chiavenitt*), **Pb** (bly) (*maricopait*),

Cu (kobber) (*tschörneritt*) **B** (bor)

(*kalborsitt* som har $\text{B}(\text{OH})_4$ -struktur). Det kan også inngå **Fe** (jern) eks. *mordenitt*, **Rb** (rubidium) eks. *pollucitt*.



Rammen

er til vanlig SiO_4 - og AlO_4 -tetrahedra bundet sammen. Disse lager krystallstrukturen. Nytt er altså at det også forekommer andre grunnstoffer i rammestrukturen.

Pahasapaitt, *weinebeneitt*, *chiavenitt*, *hsianghualitt* og *lovdaritt* har BeO_4 i en avbrutt rammestruktur i stedet for AlO_4 . *Gaultit* (samme struktur som *lovdaritt*) inneholder **sink**.

Pahasapaitt og *weinebeneitt* inneholder både BeO_4 - og PO_4 -tetrahedra.

Det forekommer også en del (OH)- grupper inne i rammestrukturen hos noen zeolitter, eksempelvis *parthéitt* og *Tschörneritt*. Disse danner kanaler på opptil 8 Ångstrøm som leder inn i store, åpne huler. I praksis må kanalene ha minimum bredde større enn 6 tetrahedra for å ha zeolittegenskaper ved normal temperatur og trykk. Feltspat er mineraler hvor kanalene er for trange til å ha typiske zeolitt-

egenskaper. Ved oppvarming over kritisk temperatur forandres strukturen permanent.

Zeolittvann

vil si at vannet ikke finnes i krystallstrukturen men i kanalene. Vannet kan avgis ved temperaturer på $150^\circ\text{--}400^\circ\text{C}$ og tas opp igjen ved romtemperatur. I stedet for vann kan det tas opp andre væsker og gasser. Litt spesielt er det at det kan finnes zeolitter som ikke inneholder vann.

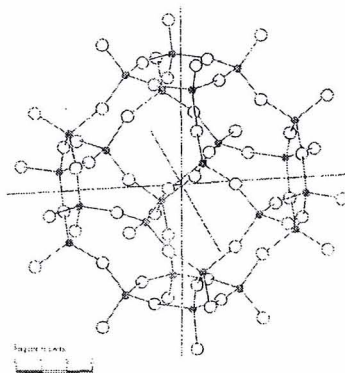
Zeolittstrukturen kan bli sett på som et hus. Veggene, gulv og tak er ramma. Veggene kan bli inndelt på mange forskjellige måter, så vi får korridorer (kanaler) og rom (hulrom). Veggene står til vanlig 90° på gulv og hverandre, men kan bli forandret med noen få grader. Det er mye åpent rom i både et hus og en zeolitt. Rommene kan være av forskjellig størrelse. Møblene (utbyttbare kationer) og mennesker (vannmolekyler) kan bli flyttet omkring i rommene, bli byttet ut eller fjernet uten at huset faller sammen. Møblene kan bli pent satt opp (som ordnede kationer) eller plassert tilfeldig utover (som uordnede kationer).

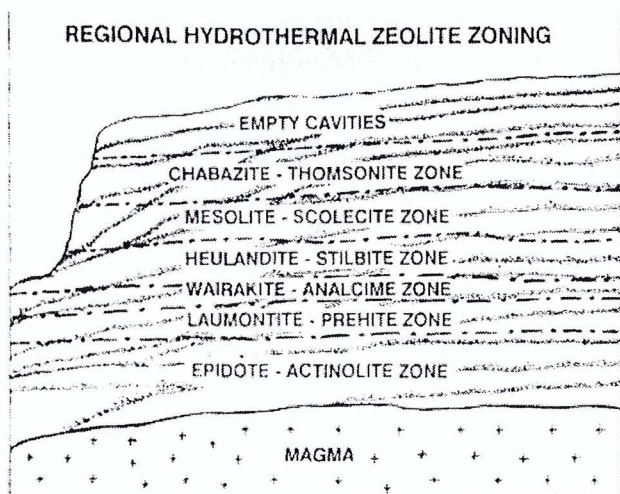
Dannelsesmåter

Zeolitter dannes i et vidt spekter av vannholdige omgivelser. Til vanlig er dannelsestemperaturen lav $4^\circ\text{--}250^\circ\text{C}$ og trykket lavt. Hvis trykket blir for stort, får vi dannet andre mineraler i stedet. De fleste zeolitter er sekundært dannet. *Analcim* er det eneste zeolittet som dannes direkte fra en smelte. Det kan dannes ved opp til $600^\circ\text{--}640^\circ\text{C}$ og trykk opp til 13 kbar. Ved høyere trykk vil *analcim* gå over til *albit* eller *jadeitt*. Ved 150°C vil strukturen til *stilbitt* gå i stykker.

Si/Al-forholdet og pH er sentrale for hvilken zeolitt som dannes. Viktigere enn for eksempel hvilke kationer som er til stede.

Vi forbinder zeolitter mest med hydrotermale dannelser. Vannet kan være overflatevann eller mer sjeldent fra et magmakammer. Det skilles ut gjennom ganger og spalter. Det kan også komme fra en del mineraler under metamorfose. Fine zeolittstuffer dannes når lavastrømmer avkjøles. De store basaltområdene i verden





produserer toppstuffer. Island, Færøyene og India er eksempler på dette. Det er slik at det ofte dannes selskap av forskjellige typer zeolitter i forskjellige soner etter temperatur og trykk, se figuren ovenfor.

I Norge påtreffes zeolittene som de sist dannede mineralene i pegmatitter, hydrotermale ganger og miarolittiske druser.

Det er ikke uvanlig å finne flere zeolittmineraler sammenvokst. *Chabazitt* og *gmelinitt* er et eksempel på situasjoner hvor en finner sammenvoksing. Til vanlig krystalliserer *chabazitt* ved varierende Si/Al-forhold og kan inneholde en lang rekke kationer (Ca, K, Na, Mg, Ba, Sr), mens *gmelinitt* med en tilsvarende ramme, må ha et helt bestemt Na/Ca forhold for å krystallisere. Hvis forholdene under dannelsen varierer i Ca+K/Na-forholdet, kan det bli utviklet vekslende sammenvoksninger av *chabazitt* og *gmelinitt*.

Det er Si-innholdet som er avgjørende faktor for hvor lett nedbrytbar zeolitten er i syre.

Praktisk bruk av zeolitter i hverdagen

En utrolig mengde områder tar zeolittenes spesielle kjemiske egenskaper i bruk. Mest kjent er foringen av dyr som ble utsatt for radioaktivitet fra Tsjernobyl. Ved å tilsette *clinoptilolitt* i foret, forsvant den radioaktive isotopen mye raskere.

Generelt brukes zeolitter som *molekylfilter*, *ionebytter* og *katalysator*. Den kan brukes til å gjøre lufta oksygenrike, og den brukes til papir, tannkrem, lettceement og lignende. Den kan brukes til å øke utnyttelsen av solenergien.

Nye og diskrediterte zeolitter

Ca. 30 nye zeolitter er kommet til etter navnekommisjonens arbeid. Videre er det bestemt en rekke nye zeolitter fra funn de siste 10 årene. Det er ikke urimelig å anta at denne utviklingen vil fortsette.

De siste zeolittene som er funnet:

bellbergitt (1993), *boggsitt* (1990), *gottardiitt* (1996), *montesommaitt* (1991), *terranovalitt* (1997), *tschernichitt* (1992), *tschörneritt* (1998).

Nye mineraler godkjente av IMA fra andre grupper:

Hsianghualitt, *leucitt*, *ammonioleucitt*, *kalborsitt*, *pahasapaitt*, *weinebeneitt*, *chiavennitt*, *parthéitt*, *roggianitt*, *maricopaite*.

Nye mineraler differensiert ved det mest vanlig forekommende kationet ut fra tidligere zeolitter :

brewsteritt Sr – Ba
chabazitt Ca – Na – K
clinoptilolitt K – Na – Ca
d'Achiardit Ca – Na
erionit Na – K – Ca
faujasitt Na – Ca – Mg
ferrieritt Mg – K – Na
gmelinitt Na – Ca – K
heulanditt Ca – Na – K – Sr
levyn Ca – Na
paullingitt K – Ca
phillipsitt Na – Ca – K
stilbitt Ca – Na

Dette vil i praksis si at det tidligere mineralet *chabasitt* nå vil være 3 forskjellige mineraler – nemlig *chabazitt-Ca*, *chabazitt-Na* og *chabazitt-K*. Legg merke til at kationet skrives etter serienavnet. For alle samlere som hatt stuffer merket med *chabazitt* i sine samlinger, utgjør dette et kjempeproblem. Skal de undersøkes på ny? Det er heller ikke mulig ut fra vanlig optisk bestemmelse på håndstykker/ mikro av krystallform etc. å finne ut hvilken type *chabazitt* det er. Det sikreste er å foreta kjemisk analyse. Jeg har foreløpig ikke noen god løsning på behandlingen av de tidligere bestemte stoffene, men velger å samle alle de gamle stoffene i samlenavnet *chabazitt*, og heller sette inn de nye navnene etter hvert som de blir bestemt. Det finnes

sikkert mange stuffer med betegnelsen apatitt i samlinger, uten nærmere forklaring av hvilken apatitt det er. Ellers er kationen i listen satt opp etter antatt hyppighet. Det er overveiende sannsynlig at det store flertallet av chabasittstuffer er *chabazitt-Ca*.

Zeolitter med usikker status

Paranatrolitt, tetranatrolitt, tvedalitt.

Diskrediterte mineraler er:

Herschelitt (*chabazitt-Na*), **leonharditt** (dehydreringsfasen av *laumontitt*), **svetlozarit** (*d'Achiarditt-Ca*) **og welsitt** (bariumholdig *phillipsitt, Ca-harmotom*)

Figurreferanser

De to første figurene i teksten er hentet fra Gottardi & Galli (1985), mens den tredje figuren er lånt fra Tschernich (1992).

Litteratur

COOMBS, D.S. et al. (1998): Recommended nomenclature for zeolite minerals. *Min. Mag.* **62**, 533 – 571.

SAND, L.B. & MUMPTON, F.A. (1978): Natural zeolites - occurrences, properties, use. *Pergamon Press*.

MEIER, W.M. & OLSON, D.H. (1988): Atlas of zeolite structure types. *Butterworth and Co. (sec. ed.)*.

TSITSISHVILI, G.V. et al. (1992): Natural zeolites. *Ellis Horwood series in Inorganic Chemistry*, England.

TSCERNICH, R.W. (1992): Zeolites of the world. *Geoscience Press*.

GOTTARDI, G. & GALLI, E. (1985): Natural zeolites. *Springer Verlag*, Berlin, Tyskland.

Internett

Det finnes en lang rekke Internettadresser som gir opplysninger om zeolitter. Dette er ofte industrielle foretak, eksempelvis <http://www.amzorb.com/>

Universiteter og en rekke zeolittforskere har lagt ut egne sider. Det finnes også land med samlere som er spesialiserte på zeolitter. Går du inn på søkeordet *zeolites* får du mange inngangsadresser.