

## Om s. k. kristallvatten samt om zeolitmineralens vattenhalt.

Af Axel Hamberg.

En bland minerals och andra fasta kroppars vanligaste beståndsdelar är, såsom bekant, vatten. Enligt *Clarke's* beräkning ingår detta ämne till omkring 2 % i jordytans eruptiv-bergarter. Ehuru vattenhalten sällan uppgår till något högt procenttal, equivalerar den dock på grund af vätets ringa atomvigt en rätt betydande mängd andra ämnen. Vid någorlunda hög vattenhalt blir denna därför svår att införa i den kemiska formeln.

Detta har väl varit anledningen till den ännu gängse uppfattningen, att vattnet i ett mineral kan förekomma på två olika sätt, nämligen dels såsom kemiskt bundet eller konstitutionsvatten, dels som icke kemiskt bundet vatten eller kristallvatten. Angående det sistnämndas natur och bindningssätt har dock någon antaglig hypotes aldrig framställts, och ej heller har någon tillförlitlig metod angifvits, hvarigenom man skulle kunna skilja de olika vattenslagen. I allmänhet har man nöjt sig dermed att, om vattenhalten var ringa och lämpligen kunde införas i den kemiska formeln, anse den såsom konstitutionsvatten, i motsatt fall såsom kristallvatten. Lika godtyckligt och beroende på de olika forskarnes förmåga att finna antagliga strukturformler som detta tillvägagångssätt var, lika godtyckligt var äfven det af ett mycket stort antal använda förfarandet att betrakta det vatten såsom kristallvatten, hvilket under  $+ 100^{\circ}$  (eller annan närliggande temperatur) kunde utdrivas ur mineralet, men såsom konstitutionsvatten det, som först öfver denna temperatur bortgick.

På senare år hafva emellertid några undersökningar utförts, hvilka i hög grad klargöra vattnets förekomstsätt hos de fasta kropparne. Dock måste medgifvas, att redan sedan lång tid tillbaka data förelågo, hvilka borde hafva varit tillräckliga för en riktigare uppfattning af vattnets natur. Särskildt skulle studierna öfver kristallernas ångtension hafva kunnat leda till en dylik.

Redan *Mitscherlich* har visat, att s. k. kristallvattenhaltiga salter hafva betydande ångtension. Han införde i ett barometerrör en kristall af glaubersalt och fann, att den afgaf vatten. Dettas ångtryck visade sig vara endast  $\frac{5}{8}$  så stort som det rena vattnets.

I samband med sina arbeten öfver kalciumkarbonatets dissociation undersökte *Debray* på 1860-talet äfven dissociationen af ett vatten-

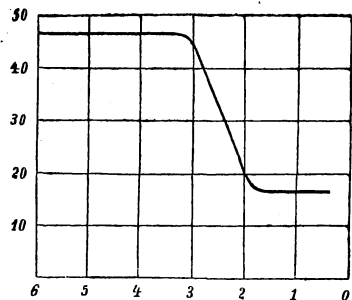
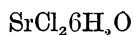
haltigt salt, vanligt fosforsyradt natron,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ . Detta visade sig vid bestämd temperatur hafva ett bestämdt ångtryck, som var oberoende af den mängd vatten, som redan förlorats. Detta konstanta tryck varar dock endast, tills 5 molekyler vatten bortgått, derefter minskar tensionen plötsligt, men bibehåller sig, om vatten fortfarande aflägsnas, äfven nu konstant, fast vid ett lägre belopp. *Debray* förklarar detta genom att antaga, att i detta fall en förening med sju molekyler vatten är förhanden, hvilken har mindre ångtension än den med tolf.

Några år derefter utfördes af *G. Wiedemann* ett större antal försök med vattenhaltiga sulfat, hvarigenom de af *Debray* på natriumfosfat vunna resultaten fullständigt bekräftades. Icke desto mindre bestredos dessa af *Precht* och *Kraut* å ena sidan samt *A. Naumann* å andra. Dessa forskare påstodo nämligen, att de vattenhaltiga salterna ingalunda hade något konstant dissociationstryck och att trycket vore beroende af saltmängden.

*Wiedemann* hade använt så stora saltmängder, att i hans apparat endast omkring en procent af vattenhalten åtgick för att åstadkomma maximaltrycket. Härigenom blef inverkan af vaxlingar i mängden salt omärklig. *Precht* och *Kraut* togo derföre mindre qvantitet salt, dessvärre togo de emellertid så litet, att det ej räckte till, för att åstadkomma maximaltrycket. Vid användning af större eller mindre mängder kom sålunda trycket att närma sig mera eller mindre till maximaltrycket, och det var sålunda ganska naturligt, att de icke kunde finna någon konstant af saltmängden oafhändig tension. Ett annat fel begick *Naumann*. Han använde nämligen ej pulveriseradt material utan hela kristaller, hvilka hafva en jemförelsevis liten yta. Vattenafgifningen försiggick derför så långsamt, att den konstanta maximumtensionen först efter mycket lång tid kunde uppnås. *Naumann* fann derför icke alls några konstanta tryck.

Undersökningar af *Pareau*, *Müller-Erbach* m. fl. hafva fullständigt vederlagt *Naumann's* samt *Precht's* och *Kraut's* invändningar. *Debray's* och *Wiedemann's* slutsats, att de vattenhaltiga salterna för hvarje gifven temperatur hafva ett visst ångtryck kan derefter anses såsom ett säkert bevisadt faktum.

Vidfogade diagram för saltet



enligt *Pareau's* undersökning torde kunna tjena såsom en lämplig illustration till de vattenhaltiga salternas tensionsförhållanden. Ordinatorna beteckna ångtrycket vid  $+59.9^\circ$  abscissorna molekyler kristallvatten. Vi se af kurvan, att tensionen bibehåller sig konstant, ända tills 3 molekyler vatten bortgått, derefter sjunker den ganska hastigt, men bibehåller sig, när en till

två molekyler äro kvar, konstant vid ett lägre belopp. Detta är tyd-

ligen så att förstå, att strontiumkloriden vid den ifrågavarande temperaturen bildar tvänne olika kristallvattenhaltiga föreningar  $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  och  $\text{SrCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Hvar för sig hafva dessa olika maximaltensioner, den vattenhaltigare högre, den vattenfattigare lägre, *men, om de äro blandade med hvarandra, motsvarar ångtrycket den högres*. Om saltet med två molekyler vatten är blandadt med vattenfritt salt, har blandningen det vattenfattiga saltets ångtryck, under det att det vattenfria naturligen ej har något ångtryck alls.

Denna omständighet, att strontiumkloriden afgifver sin vattenhalt i tvänne olika repriser, nämligen först fyra molekyler, sedan två, och sålunda håller dessa molekyltal bundna med tvänne olika grader af styrka kan man uttrycka genom formeln  $\text{SrCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .

Enligt *Müller-Erbach* afgifver det vanliga natriumfosfatet sin vattenhalt icke, såsom *Debray* angifvit, i två utan i tre omgångar, svarande mot formeln  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot 5\text{H}_2\text{O} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Några andra af samma författare angifna formler upptagas här nedan jemte motsvarande »relativa ångtryck» (d. v. s. relativt till rent vattens ångtryck vid samma temperatur):

	relativt ångtryck.		
$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 5\text{H}_2\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O}$ .....	0.00	0.01	0.30
$\text{NiSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 5\text{H}_2\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O}$ .....	0.00	0.01	0.56
$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 3\text{H}_2\text{O} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .....	0.00	?	0.30
$\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ...	?	?	?

I somliga fall afvika dessa formler dock från dem, som på termokemisk väg erhållits.

Liksom vattnet afgifves under konstant maximaltryck, så upptages det äfven under samma konstanta tryck. Om vi exempelvis hafva aflägsnat fyra molekyler ur  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 5\text{H}_2\text{O} \cdot \text{H}_2\text{O}$ , så har detta salt öfvergått till en blandning af  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  och  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , hvilken blandning har det sistnämnda saltets tension 0.01 relativt till rent vattens. Om vatten i denna atmosfär införes, absorberas det af saltet, tills tensionen åter sjunker till 0.01, såvida ej alla molekyler redan öfvergått till  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , då tensionen endast sjunker till 0.30.

De vattenhaltiga salternas maximaltensioner äro olika för olika temperaturer. För natriumfosfatet med 12, resp. 7 mol.  $\text{H}_2\text{O}$  varierar den enligt *Debray* på följande sätt:

Salt.	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ .		$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .	
	Temp.	Ångtryck i mm.	Relativt ångtr.	Ångtryck i mm.
$+16.3^\circ$	9.9	0.717	6.9	0.500
$+20.7^\circ$	14.1	0.776	9.4	0.517
$+31.5^\circ$	30.2	0.819	21.3	0.618
$+36.4^\circ$	39.5	0.877	30.5	0.678

Ångtrycket stiger sålunda ganska snabbt med temperaturen. Denna tabell visar äfven, under hvilka förhållanden detta salt vittrar. Om exempelvis temp. är  $+16.3$ , så vittrar det vattenrika saltet, om luftens ångtryck är mindre än 9.9 mm., men uppnår eller öfverstiger det 9.9

mm., så kan ingen vittring inträda. Å andra sidan, om vattenångans tension i luften är 9.9 mm. och temp. höjes till något öfver + 16.3°, så börjar det vattenrika saltet att vittra och saltet med 7 mol. H<sub>2</sub>O uppstår. Höjes temp. ytterligare till öfver + 21°, under det vattenångans tension bibehålles konstant, så börjar äfven det vattenfattigare saltet att afgifva vatten. Hade vattenångans tryck i stället varit 30 mm., så hade de motsvarande »kritiska temperaturerna» varit ungefär + 31.5° och + 36.4°.

När den mot en viss fuktighetsgrad hos luften svarande kritiska temperaturen sålunda öfverskrides, *inträffar ett stillestånd i temperaturhöjningen af saltmassan*, beroende derpå, att det bortgående vattnet vid sin lösgöring ur saltet och sin öfvergång från fast till gasformigt aggregattillstånd binder värme. Det uppstår sålunda ett fenomen, som svarar emot temperaturens konstans vid frys- och kokpunkter. *Rinne*, som utförligt studerat detta förhållande hos några vattenhaltiga salter, begagnar äfven för detsamma uttrycken »salternas kokning», deras »kokpunkt» etc.

De första uppgifterna angående detta fenomen torde härstamma från *Le Chatelier*, hvilken vid upphettning af gips iakttog, att temperaturstegringen hos gipsmassan ej var kontinuerlig utan afbruten af två stagnationer.

*Rinne* utförde sina observationer med tillhjälp af torkskåp, hvilka han höll vid konstant temperatur, t. ex. ett vid 100°, ett annat vid 200° etc. Saltet, som befann sig i ett öppet kärl och vid experimentets början hade vanlig rumstemperatur, infördes först i luftbadet med den lägsta temp. och sedermera i de andra successive. För hvar 1/2 minut iaktogs saltmassans temp. medelst en i densamma befintlig termometer.

Innan vi närmare betrakta *Rinne's* försök med ett vattenhaltigt salt, kunna vi anföra ett liknande experiment, som han till jämförelse gjorde med sand.

I ett luftbad af + 105° iakttog han för hvar 1/2 minut följande temperaturer (+ °) i sanden:

26.0; 32.5; 39.5; 46.1; 52.0; 57.1; 61.6; 65.6; 69.0; 72.3; 75.2; 77.8; 80.0; 82.0; 83.5.

Temperaturen steg sålunda utan afbrott. På samma sätt förhöll sig äfven sanden i luftbadet med högre temperatur.

För saltet BaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O fann han deremot ett annat förhållande. Temperaturerna i saltmassan för hvar 1/2 minut voro:

I luftbadet af + 175°:

25.0; 29.5; 40.9; 54.0; 69.0; 84.2; 96.2; 103.5; 104.2; 104.5; 104.5; 104.5; 104.6; 104.8; 104.9; 105.0; 105.0; 104.9; 104.9; 104.9; 105.0; 105.0; 105.0; 105.2; 106.5; 108.8; 112.0; 117.0.

I luftbadet af + 245°:

121.5; 127.5; 136.5; 145.0; 150.8; 155.0; 157.0; 158.8; 159.9; 160.4; 161.0; 161.1; 161.2; 161.5; 161.8; 162.0; 162.1; 162.4; 162.8; 163.2; 163.8; 164.2; 165.0; 165.8; 166.5; 167.8; 169.1; 171.2; 173.9; 177.3; 182.0; 189.0; 199.5.

Vid granskning af dessa siffror finna vi, att temperaturen i saltmassan ingalunda steg kontinuerligt, utan att *stillestånd inträffade två gånger*, nämligen dels vid omkring + 105° under 17 halfta minuter, dels äfven vid ungefär + 161° under 11 halfta minuter.

Genom analys kunde *Rinne* påvisa, att vid den första kokpunkten en molekyl H<sub>2</sub>O bortgått och den andra molekylen vid den andra kokpunkten.

Om han varierade experimentet, så att han först bortdref en molekyl genom upphettning till något öfver + 105° och derefter lät saltet svalna utan att gifva det tillfälle att åter upptaga vatten, så öfverskreds vid förnyad upphettning den första kokpunkten utan något uppehåll.

För CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O fann *Rinne* på samma sätt trenne kokpunkter, + 105°, + 117° och + 258°. Vid de två första punkterna gå hvarje gång 2 mol. vatten och den återstående vid den högsta kokpunkten.

Den mineralgrupp, som benämnes zeolitgruppen, uppställdes af *Cronstedt*. Karakteristiskt för densamma skulle vara en jämförelsevis ringa hårdhet, löslighet i syror, lättsmälthet m. m. Vid smältningen sösa mineralen af det bortgående vattnet, deraf benämningen zeolit (af ζεῖν = koka och λίθος = sten). Zeoliterna äro enligt *Cronstedt* »kiselarter», bestående hufvudsakligen af kiselasyra, lerjord och kalk. Dertill kunna vi lägga först och främst vatten, dernäst natron, som är en af zeolitmineralens vanligaste baser, vidare strontium, barium och mangan, detta sistnämnda endast ingående i några på sista tiden upptäckta mineral, som räknats till zeolitfamiljen.

De hithörande mineralen förekomma företrädesvis i eruptivbergarternas sprickor och hålrum samt äro tydligen i regeln bildade efter dessa bergarters stelnung, men innan de blefvo fullständigt afsvalnade.

De tidigaste undersökningar af vattenhalten hos zeolitmineral torde vara de, som utfördes af *Damour* på herschelit samt af *Malaguti* och *Durocher* på laumontit. 1858 offentliggjorde *Damour* ett större arbete om ett flertal zeoliters vattenhalt. Enligt *Damour* afgifva de flesta zeoliter med lätthet vatten såväl vid upphettning som vid vanlig temperatur i torr luft men återtaga sin vattenhalt lika lätt i luft af vanlig rumstemperatur och fuktighet. Endast analcim bildar undantag, ty detta mineral afgifver först vid öfver 200° afsevärda kvantiteter vatten, hvilka det ej vid låg temperatur åter upptager.

Ytterligare undersökningar öfver vissa zeolitminerals vattenhalt utfördes sedermera af *W. Fresenius* och *P. Jannasch*. Författaren utförde en liknande undersökning på ett vid Pajsberg i Vermland funnet nytt manganhaltigt silikat, ganofyllit, hvilket visade stor släktskap med zeolitmineralen. Liksom dessa i allmänhet afgifver också ganofylliten med största lätthet vatten vid uppvärmning eller vid förvaring i torr luft, men återtager det lika lätt vid sänkning af temperaturen, resp. höjning af fuktighetstrycket. *Något konstant ångtryck vid konstant temperatur*

ha zeolitmineralen ej, utan är ångtrycket beroende af den mängd vatten, som finnes kvar i mineralet. Såsom jag redan i uppsatsen om ganofylliten framhöll — och jag tror ej att det tidigare framhållits af någon — skilja sig zeolitmineralen i detta afseende från de vattenhaltiga salterna.

Följande af *Tammann* funna värden på ångtrycket för chabasit vid olika vattenhalt torde kunna anföras såsom ett godt exempel på ett zeolitminerals tensionsförhållanden:

Ångtryck vid +19°imm.	16.32	15.72	14.55	13.36	12.48	10.96	9.11
Vattenhalt i gram. mol.	6	5.995	5.971	5.966	5.953	5.932	5.900
Ångtryck vid +19°imm.	7.40	6.05	2.93	1.95	1.23	0.39	0.11
Vattenhalt i gram. mol.	5.866	5.821	5.666	5.527	5.382	4.99	4.91

Vi se af dessa bestämningar, att det ej kan vara tal om något konstant ångtryck för detta mineral. Om chabasiten, hvilkens formel angifves vara  $(Ca, Na_2)O, Al_2O_3, 4SiO_2 + 6H_2O$ , förhölle sig såsom ett vanligt vattenhaltigt salt, så skulle, om den angifna formeln är riktig, tensionen bibehålla sig konstant vid ungefär 16 mm. vid +19°, så länge ännu något finnes kvar af föreningen med 6 mol.  $H_2O$ , d. v. s. åtminstone ända till en vattenhalt af 5 mol., men i stället varierar den inom tänkbarast vida gränser, nämligen från det rena vattnets till nära noll.

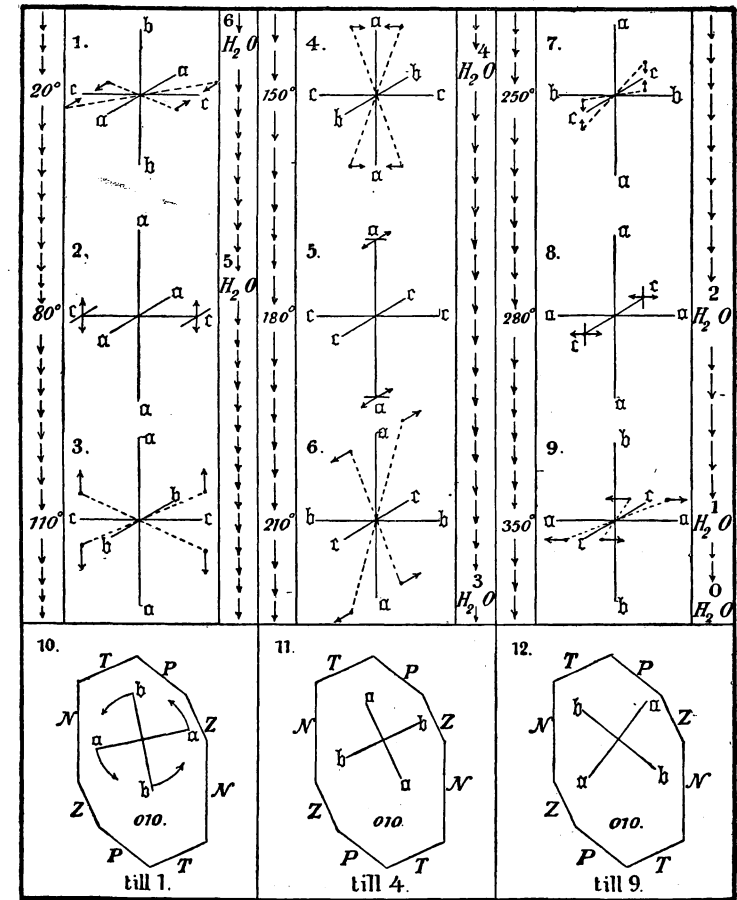
Kurvan för ett zeoliterminerals ångtension bildar sålunda en med aftagande vattenmängd jemt fallande kurvlinje, sålunda af helt annan typ än den förut meddelade kurvan för saltet  $SrCl_2 \cdot 6H_2O$ .

Om *Tammann* hade arbetat vid en högre temperatur, skulle han hafva funnit högre tensioner för samma vattenhalter hos mineralet och tvärtom liksom hos de vattenhaltiga salterna. Om man sålunda har en zeolit i ett barometerrör och uppvärmer detta, så ökas tensionen successivt och quicksilfvärnivån sjunker. På samma sätt förhåller sig också ett vattenhaltigt salt.

Vid konstant fuktighetsgrad äro deremot förhållandena vid upphettning åter olika hos dessa olika slag af vattenhaltiga kroppar. Ty om man upphettar en zeolit i luft af konstant fuktighet, så afgifver den alltjemt vatten, ett vattenhaltigt salt afgifver deremot intet vatten förr än den mot det konstanta fuktighetstrycket svarande »kritiska temperaturen» öferskridits. Då börjar genast vatten att bortgå, hvilket fortfar, äfven om temperaturen ej ytterligare stegras, ända tills hela saltmassan förlorat ett visst antal hela molekyler. Det var detta förhållande som gaf anledning till de s. k. kokpunkterna hos de vattenhaltiga salterna. Detta fenomen saknas deremot hos zeoliterna. *Rinne* har upphettat såväl heulandit som desmin enligt samma förfaringssätt, som han använde för  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ , någon stagnation i mineralpulvrets uppvärmning inträffade emellertid ej, ehuru han fortsatte upphettningen i luftbad af ända till 600°.

Ett vattenhaltigt salt, som förlorar vatten, »vittrar»; om det förekommer i kristaller, förlora dessa sin genomskinlighet, blifva opaka eller sönderfalla till och med till pulver. Detta beror på att vid vittringen det vattenhaltiga saltet öfvergår till ett annat vattenhaltigt salt, som har

helt andra kristallografiska egenskaper. Om kristallerna vid vittringen bibehålla sin yttre form, så svarar denna dock ej till innehållet utan utgöra de numera en s. k. *pseudomorfos*. En zeolitkristall förhåller sig deremot på helt annat sätt, ty först, när nästan hela vattenmängden bortgått, inträder vittringsphenomen. Men zeoliten kan förlora en ganska stor del af sin vattenhalt och dock bibehålla sin klarhet och sin ursprungliga kristallform. Likväl undergå, såsom flere undersökningar hafva visat, dess kristallografiska och optiska egenskaper *kontinuerliga* förändringar, i samma mån som vatten aflägsnas från eller tillföres mineralet. Särskildt äro *Rinne's* arbeten öfver de optiska förhållandena hos heulandit (stilbit) vid olika vattenhalt belysande (se fig.)



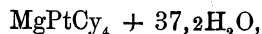
Vid vanlig rumstemperatur, då vattenhalten är ungefär 6 mol.  $H_2O$ , är heulanditen optiskt positiv med den spetsiga bisektrix utträdande vinkelrätt mot (010). Vid uppvärmning minskas axelvinkeln, så att den är

0 vid 80°, då vattenhalten är något mindre än 5 mol., d. v. s. mineralet är då optiskt enaxigt. Vid öfverskridning af denna punkt öppnar sig den optiska axeln, mineralet blir återigen tvåaxigt, men axelplanet ligger nu vinkelrätt mot sitt förra läge. Vid fortsatt upphettning vidgar sig denna axelvinkel, vid c:a 120°—130° öfverskrider vinkeln 90° och mineralet blir nu optiskt negativt, vid 180° är det åter enaxigt, men denna gång negativt enaxigt i motsats till vid 80°, då det var positivt enaxigt. De vidare förändringar, de optiska förhållandena, undergå torde utan vidare förklaring inses af fig. Vid 280° är heulanditen för tredje gången enaxig. Samtidigt med dessa förändringar i axelvinkeln och de optiska elasticitetsaxlarnes inbördes storlek inträffa äfven förändringar i läget af de två vinkelrätt mot (010) belägna symmetriplanen hos den optiska elasticitetsellipsoiden.

Dessa variationer torde dock ej vara uteslutande en funktion af vattenhalten utan äfven i någon mån af temperaturen. Till största delen torde de dock få tillskrifvas vattenhalten, då, såsom Rinne förut ådagalagt, äfven afsvalnade plattor, som icke fått tillfälle återtaga sin vattenhalt (genom att de neddoppats i olja) visa ungefär samma optiska egenskaper som de varma plattorna.

Zeoliternas egenskaper, att icke hafva något konstant ångtryck samt att hafva en vattenhalt, som under bibehållande af optisk homogenitet hos mineralet kontinuerligt kan växla, samtidigt med att kontinuerliga optiska förändringar ega rum, äro oförenliga med antagandet att vattenhalten ingår i kemisk förening med silikatet. Ej heller kan vattenmängden vara ytligt absorberad såsom CO<sub>2</sub> och H<sub>3</sub>N på ytan af träkol och djurkol, ty då skulle ej de optiska förhållandena i en kristallplattas inre påverkas af vattenhaltens växlingar. *Snarare får vattnet tänkas vara homogent löst i kristallen till en fast lösning, i hvilken kristallen själf sålunda är lösningsmedlet och vattnet det lösta. Någon enkel proportionalitet mellan antalet lösta molekyler och lösningsmedlets molekyler behöfver naturligen lika litet ega rum hos zeoliterna, om de äro fasta lösningar, som hos flytande. Och ej heller kunna de hafva konstant ångtryck, utan måste detta kontinuerligt ändra sig, allt eftersom denna fasta lösning är mer eller mindre koncentrerad.*

Tammann och v. Buxhövdén hafva funnit ett konstgjordt salt, magnesiumplatinacyanur MgPtCN<sub>4</sub> + nH<sub>2</sub>O, som håller det vatten, som öfvergår 6 mol., bundet på samma sätt som zeolitmineralen, sålunda till en fast lösning. Detta salt var särskildt af intresse, emedan det gaf ett medel att bestämma den fasta lösningens maximaltension. Denna var vid + 19° ungefär 14.5 mm. Ökades ångtensionen något litet genom införande af vatten började kristallerna deliquescera, minskades den, af gifvo de vatten. *Samma tension hade vid samma temperatur kristallernas mättade lösning.* Denna hade en sammansättning



under det de kristaller, som befunno sig i jernvigt dermed, hade sammansättningen MgPtCy<sub>4</sub> + 6,85H<sub>2</sub>O.

*Det är här af troligt, att äfven zeoliterna, när de äro mättade med vatten, hafva samma ångtension som sin mättade lösning.* Men som de naturligen äro mycket svårslöliga skulle, detta ångtryck praktiskt taget vara identiskt med det rena vattnets. Tammann's undersökning visar äfven, att de med vatten mättade kristallerna af chabasit, desmin och heulandit hafva ungefär det rena vattnets ångtryck.

Såsom Friedel och Rinne hafva visat, kunna zeoliterna i stället för vatten lösa andra ämnen såsom ammoniak, vätesvafva, kolsyra, etylalkohol, vätska, atmosfärisk luft, fluorkisel, kolsvafva m. m. Äfven i dessa fall torde en s. k. fast lösning uppstå.

*I de vanliga vattenhaltiga salterna kan deremot vattnet anses bilda kemisk förening med de öfriga molekylerna.* Ett enkelt multipelt förhållande råder mellan dessas antal och vattenmolekylernas antal. Ångtrycket är konstant, och om flere föreningar med olika vattenhalt samtidigt äro närvarande, svarar det mot föreningens med den största vattenhalten, d. v. s. det är denna förenings dissociationstryck. Detta är för hvarje kemisk förening vid konstant temperatur konstant.

Kalciumkarbonatets dissociationstryck vid vanlig rumstemperatur är = 0, vid 860° är det redan 85 mm. qvicksilfver och vid 1040° är det 520 mm. Vid sistnämnda temperatur dissocieras kalciumkarbonat sålunda, ända tills kolsyretrycket stigit till ett belopp af 520 mm. qvicksilfver; öfverskrides detta tryck genom tillförsel af kolsyra, så absorberas denna af kalken, tills trycket åter nedbringats till 520 mm. Här förhåller sig kolsyran sålunda på samma sätt som vattnet i de vattenhaltiga salterna.

Föreningen AgCl · 3NH<sub>3</sub> har vid + 21° ett dissociationstryck af 800 mm. Hg, under det att 2AgCl · 3NH<sub>3</sub> endast har 93 mm. dissociationstryck vid + 20°. Analogien mellan detta exempel och förut anförda ångtryck för salter af olika vattenhalt men föröfrigt samma atomer är slående. Liksom för den vattenhaltigaste föreningen ångtrycket eller dissociationstrycket är högre än för den lägre, så är äfven ammoniaktrycket för den ammoniakrikare silverföreningen betydligt större än för den på ammoniak fattigare.

Den jernvigt, som vid en viss temperatur eger rum mellan ångtrycket och ett vattenhaltigt salt, öfverensstämmer med de Gibbs'ska fasreglerna. Ty ett sådant system består af två molekyllarter, salt och vatten, men af trenne faser: vattenhaltigt salt, vattenfritt (resp. fattigt) salt och vattenånga. Jernvigten bör sålunda för en viss temperatur vara fullständigt bestämd. Ett system bestående af en zeolit och dess ånga kan deremot ej hafva någon bestämd jernvigt, äfven om temperaturen är konstant, ty i detta system ingå endast två faser: mineral och ånga, sålunda n faser och n molekyllarter. Äfven i detta fall råder öfverensstämmelse med fasreglerna.

Någon anledning att tilldela vattnet i de vanliga vattenhaltiga salterna någon annan roll än de öfriga i dem ingående atomerna föreligger ej, och den hittills använda benämningen »kristallvatten» för dessa salters vattenhalt torde sålunda vara olämplig eller rent af oriktig, sär-

skildt om den anses vara en motsats till »konstitutionsvatten». Zeolit-mineralen hafva deremot uppenbarligen ej »konstitutionsvatten» och för deras vattenhalt vore en särskild benämning mera behöflig. Dock passar äfven här benämningen »kristallvatten» icke bra, emedan förmodligen äfven en hel del amorfa kroppar hafva sin vattenhalt bunden på samma sätt. En benämning »löst» eller »dilut» vatten eller liknande vore då lämpligare, särdeles som den på samma gång antyder vattnets förekomst-sätt, såsom löst i kristallen till en fast lösning.

Ehuru den gamla indelningen af de fasta kropparnes vattenhalt i kristallvatten och konstitutionsvatten var otillfredsställande och i sin tillämpning oriktig, måste vi dock medgifva, att vattenhalten kan förekomma bunden på två olika sätt. Och det föreligger redan medel att i hvarje särskildt fall kunna afgöra, hvilket slag af vatten som är förhanden. Åtskilliga föreningar äro redan undersökta i detta afseende, men ännu torde ett drygt detaljarbete återstå, innan dessa undersökningar uppnått önskvärd omfattning.

---

#### Använd litteratur.

- A. v. Cronstedt:* Försök till en Mineralogie etc. Uppl. 2. Sthlm 1781: 114.
- A. Damour:* Analyse de la Herschelite. Ann. Chim. Phys. Ser. 3. XIV: 97.  
Recherches sur les propriétés hygroskopiques des minéraux de la famille des zéolithes. Ann. Chim. Phys. Ser. 3. LIII 1858: 438.
- H. Debray:* Recherches sur la dissociation Comptes rendus 66 (1868): 194.
- W. Fresenius:* Über den Phillipsit und seine Beziehungen zum Harmotom und Desmin. Zeitschrift f. Kryst. III: 42.
- G. Friedel:* Sur quelques propriétés nouvelles des zéolithes. Bull. Soc. Franc. de Mineralogie XIX. 1896: 94.
- A. Hamberg:* Min. Stud. 9: Über den Ganophyllit, ein Manganzeolith, von Harstigen. Geol. Fören. Förh. 12; 1890: 586.
- P. Jannasch:* Über die Bestimmung des aus Mineralien durch Trockenmittel abscheidbaren Wassers speciell bei Heulandit und Epistilbit. Neues Jahrb. f. Min. 1884. II: 206.
- Le Chatelier:* Sur la cuisson du plâtre. Comptes rendus: 96 (1883): 1668.
- Malaguti & Durocher:* Recherches sur la Laumontite Ann. d. Mines Ser. 4. IX: 225.

- E. Mitscherlich:* Lehrb. d. Chem. 4te Aufl. (1844): 565.
- A. Naumann:* Dissociation des Kupfervitriols. Ber. d. d. chem. Ges. 7 (1874). II: 1573.
- H. Precht & K. Kraut:* Über die Dissociation wasserhaltiger Salze. Ann. Chem. 178 (1875): 129.
- F. Rinne:* Chabasit mit Krystallwasser, Krystallschwefelkohlenstoff, Krystallkohensäure, Krystallalkohol u. s. w. N. Jahrb. f. Min. etc. 1897. II: 28.  
Beitrag zur Kenntniss der Natur des Krystallwassers. N. Jahrb. f. Min etc. 1899. I: 1.
- G. Tammann:* Über die Dampfspannung von Hydraten, welche beim Verwittern durchsichtig bleiben. Ann. d. Phys. u. Chem. N. F. 63 (1897): 16.
- G. Wiedemann:* Über die Dissociation der wasserhaltigen Salze. Pogg. Ann. Jubelb.: 474.
-