

Onder de loep

35 Oplosbaarheid

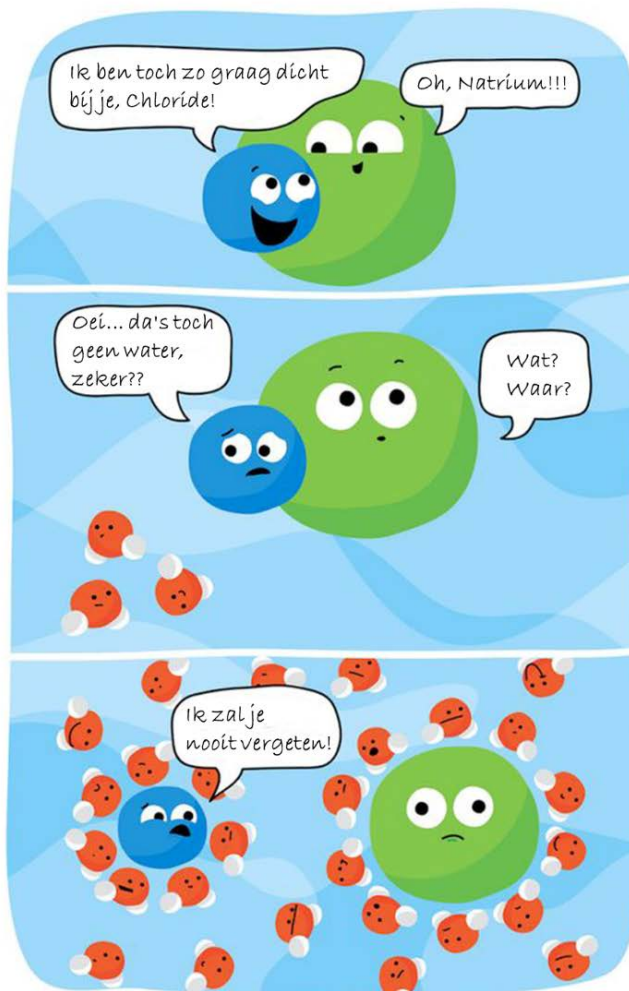
Rik Dillen

Wanneer de term '**oplosbaarheid**' uitgesproken wordt, denkt iedereen al gauw aan water. Maar het begrip 'oplosbaarheid' beperkt zich niet tot water alleen.

Daarenboven is niet alleen de aard van het oplosmiddel als zodanig van belang, maar ook tal van andere parameters. Sommige mineralen lossen niet op in water, maar wel in bijvoorbeeld zuren of basen. Maar daarover zullen we het in deze korte bijdrage niet hebben. We beperken ons hier tot de oplosbaarheid van mineralen in water.

Voor ons betekent '**oplossen**' in de meeste gevallen dat het mineraal in en door water afgebroken wordt tot ionen.

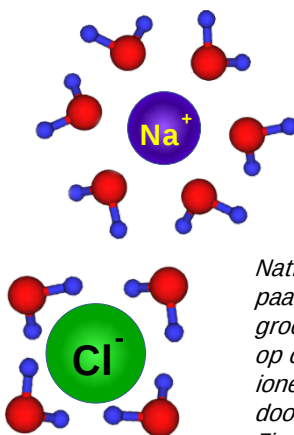
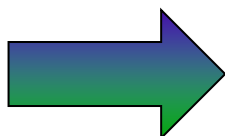
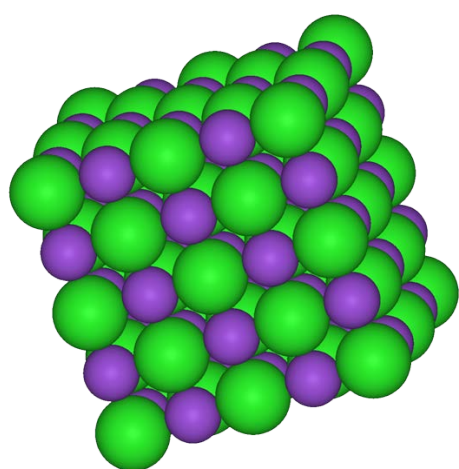
Haliet (keukenzout) bijvoorbeeld bestaat uit natriumchloride, formule NaCl. Wanneer we haliet in water brengen wordt ons mineraal door het water gesplitst in Na^+ (natrium) en Cl^- (chloride) ionen. In de oplossing die we op die manier bekomen zijn in principe geen deeltjes of korreltjes meer te zien... ons natriumchloride lijkt wel van de aardbodem verdwenen. Maar als we ons potje zoutoplossing lang genoeg open laten staan, zodat het water kan verdampen (ongeduldigen kunnen het potje ook leegkoken) hebben we ons natriumchloride terug in de vorm van kleine kristalletjes.



Opgelost worden kan erg traumatiserend zijn...

Beatrice the Biologist

<http://www.beatricebiologist.com>



Natriumchloride-kristal (links, paarse/donkerdere bollen = Na^+ , groene, lichtere bollen = Cl^-) lost op onder vorming van vrije Na^+ -ionen en vrije Cl^- -ionen, omgeven door watermoleculen.
Figuur Ahazard.sciencewriter (CCA SA 4.0 license).



'Onder de loep' verschijnt regelmatig in Geonieuws, en is vooral bedoeld voor jonge en minder jonge newbies. De beste manier om veel bij te leren is lid worden van de MKA: www.minerant.org/MKA/lidworden.html



Haliet, zowat het type-voorbeeld van een mineraal dat oplosbaar is in water. Kristalletjes gefotografeerd op het strand van Agi Apostoli, Attika, Griekenland (1978). BB ongeveer 1 cm. Foto © Rik Dillen.

De **oplosbaarheid** van een stof in water wordt meestal uitgedrukt in g/100 ml (wat grootte-orde-matig overeenkomt met %), en dat is de concentratie aan opgelost product die maximaal aanwezig kan zijn in een oplossing die men dan 'verzadigd' noemt. Een maat voor de oplosbaarheid die je in de literatuur vaak tegenkomt is het **oplosbaarheidsproduct**, maar daar gaan we het hier niet over hebben. Wie daarover meer wil weten verwijzen we naar [Wikipedia](https://nl.wikipedia.org/wiki/Oplosbaarheidsproduct).

De oplosbaarheid van een product, en dus ook van een mineraal, in water hangt niet alleen af van de **chemische samenstelling**, maar van tal van **andere factoren**: de temperatuur, de druk, desgevallend de concentratie aan andere opgeloste stoffen enzovoort.

Aan de hand van een paar vuistregels kunnen we in een aantal gevallen de oplosbaarheid enigszins inschatten.

- De meeste **zouten van alkalimetalen** (Li, Na, K enz.), namelijk de elementen in de linkerkolom van de tabel van Mendeleev, zijn oplosbaar in water. Maar opgelet: dit is maar een vuistregel, want er zijn ook alkalizouten die niet of moeilijk oplosbaar zijn in water.
- Ook **ammoniumzouten** (NH_4^+) zijn oplosbaar in water.
- De meeste **bromiden, chloriden en iodiden** (behalve sommige halogeniden van zilver-, lood- en kwik) zijn oplosbaar in water.
- Alle **nitraten** zijn oplosbaar in water.
- **Sulfaten** (behalve die van barium en lood) zijn oplosbaar in water. Zilver-, kwik- en calciumsulfaten (o.a. gips dus) zijn lichtjes oplosbaar in water. Zgn. '**bisulfaten**' [HSO_4^- -zouten] zijn meestal beter oplosbaar dan sulfaten [SO_4^{2-}].
- De meeste **andere zouten** zijn onoplosbaar in water.
- Bijna alle **silicaten** zijn zeer weinig oplosbaar in water.

Oplosbaarheid is geen begrip van 'alles of niets': een mineraal kan een beetje, nogal goed, of heel goed oplosbaar zijn in water.

Maar... ook de **tijdsduur** speelt een rol. Sommige mineralen zijn wel enigszins oplosbaar in water, maar het duurt soms erg lang voor je de kristalletjes of korreltjes ziet verdwijnen. Wanneer we over de oplosbaarheid van mineralen spreken hebben we het meestal over een **evenwichtstoestand**, met andere woorden hoeveel van ons mineraal in een bepaald volume water opgelost kan worden wanneer je zoveel van het mineraal toegevoegd hebt dat het overtollige materiaal niet verder meer oplost, hoe lang je ook wacht. Men spreekt dan van een 'evenwicht'. Ook de korrelgrootte speelt een rol, niet voor wat de uiteindelijke oplosbaarheid betreft, maar wel voor wat de snelheid betreft waarmee die evenwichtstoestand bereikt wordt.



'Onder de loep' verschijnt regelmatig in Geonieuws, en is vooral bedoeld voor jonge en minder jonge newbies. De beste manier om veel bij te leren is lid worden van de MKA: www.minerant.org/MKA/lidworden.html

Het praktische belang hiervan is erg groot. In de eerste plaats is er het probleem van het **reinigen** van mineralen die in water oplosbaar zijn. Heel simpel: in water oplosbare mineralen kun je niet in water reinigen (en dus zeker niet in een ultrasoonbad) zonder ze kwijt te spelen of op zijn minst te beschadigen.

Zo heb ik ooit eens (in mijn jonge en onbezonnen jaren) zonder er bij na te denken een kristalletje van het mineraal **lueshiet** op een matrix van vermiculiet proberen te reinigen in een ultrasoonbad. Twee problemen: de vermiculiet (een erg fijnkorrelige en broze mica) viel onmiddellijk tot poeder uit elkaar, maar nog erger: binnen enkele seconden was de lueshiet verdwenen... want helemaal netjes opgelost in het water. Lueshiet heeft namelijk als formule NaNbO_3 , natriumnioobaat, een natriumzout dus, en dat lost onmiddellijk op in water. Dat is het leergeld dat je op jeugdige leeftijd soms betaalt 😞.

Hanksiet, $\text{Na}_{22}\text{K}(\text{SO}_4)_9(\text{CO}_3)_2\text{Cl}$, is een natriumzout dat typisch gevonden wordt in een volledig verzadigde oplossing, een soort natuurlijk pekkel. Kristallen (soms tot wel meer dan tien cm groot!) kun je zoals een gewillig natriumzout betaamt niet zomaar afspoelen in water, want het is erg oplosbaar. De meeste hanksietkristallen die je kunt kopen zijn gespoeld in de oorspronkelijke pekkeloplossing. Bij het verzamelen van dit mineraal wordt door de meeste excursie-deelnemers een emmertje van de oorspronkelijke (verzadigde) oplossing meegenomen om de gevonden kristallen in af te spoelen. Het ganse - spectaculaire - verhaal van de vondsten van hanksiet en hoe dat in water oplosbare mineraal toch gereinigd kan worden kun je lezen in [Geonieuws \(Dillen, 2006\)](#).

mineraalnaam	chemische benaming	formule	oplosbaarheid (g/100 ml)
gips	calciumsulfaat	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.26
bariet	bariumsulfaat	BaSO_4	2×10^{-4}
witheriet	bariumcarbonaat	BaCO_3	2×10^{-3}
nitrobariet	bariumnitraat	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	9
haliet	natriumchloride	NaCl	36
sylviet	kaliumchloride	KCl	34
calciet	calciumcarbonaat	CaCO_3	8×10^{-4}
aragoniet	calciumcarbonaat	CaCO_3	6×10^{-4}
magnesiet	magnesiumcarbonaat	MgCO_3	0.04
anglesiet	loodsulfaat	PbSO_4	0.004
cerussiet	loodcarbonaat	PbCO_3	7×10^{-5}
galeniet	loodsulfide	PbS	7×10^{-13}
chalcantiet	kopersulfaat	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	32
covelliet	kopersulfide	CuS	2×10^{-17}
cinnaber	kwiksulfide	HgS	3×10^{-25}
smithsoniet	zinkcarbonaat	ZnCO_3	5×10^{-5}
rhodochrosiet	mangaancarbonaat	MnCO_3	5×10^{-5}
kwarts	siliciumdioxide	SiO_2	0.0006 (Morey et al., 1962)

Een paar weetjes...

- De oplosbaarheid varieert enorm tussen verschillende mineralen. Van haliet (keukenzout in mensentaal) lost 36 g/100 ml op in water, voor cinnaber wordt de oplosbaarheid geschat op 3×10^{-25} g/100 ml.
- Polymorfen hebben meestal ongeveer dezelfde oplosbaarheid (bv. calciet versus aragoniet).
- Magnesiet (MgCO_3) is veel beter oplosbaar dan calciet (CaCO_3). Dat heeft te maken met het feit dat Mg boven Ca staat in de tabel van Mendeleev.
- Er is een enorm verschil in oplosbaarheid tussen sulfaten en sulfiden: vergelijk bv. in de bovenstaande tabel eens de oplosbaarheid van anglesiet met die van galeniet, of die van chalcantiet met die van covelliet.
- Gips is redelijk oplosbaar in water (0.26 g/100 ml), maar het oplossen van grotere kristallen gaat zo traag dat je het gerust even in koud water kan spoelen en zelfs in een ultrasoonbad reinigen.
- Bariet is zeer weinig oplosbaar in water, vandaar dat het zo goed als niet giftig is. Bariumnitraat,



'Onder de loep' verschijnt regelmatig in Geonieuws, en is vooral bedoeld voor jonge en minder jonge newbies. De beste manier om veel bij te leren is lid worden van de MKA: www.minerant.org/MKA/lidworden.html

nitrobariet (BaNO_3) is daarentegen veel beter oplosbaar in water dan bariet, en daardoor ook ontzettend giftig. En hoewel bariumcarbonaat (witheriet) veel minder oplosbaar is in water dan nitrobariet, is het toch bijna even giftig. Dat komt omdat onze maagsappen sterk zuur zijn, waarin witheriet veel beter oplost dan in water.

Van kwarts zou je nu niet direct denken dat het oplost in water, maar toch bevat een oplossing verzadigd aan kwarts bij 25°C ongeveer 0.0006 g/100 ml. Maar als je de temperatuur drastisch verhoogt naar bv. een paar 100°C, en de druk erg hoog laat oplopen (tot meer dan 1000 keer de atmosferische druk) zoals bij metamorfisme ergens diep in de aardkorst, dan maak je in deze helse snelkookpan al gauw oplossingen met een paar procent SiO_2 !

Nog twee begrippen uit dit 'vakgebied';

- Een **suspensie** is een vloeistof met daarin heel fijn verdeelde deeltjes. Dat is dus geen oplossing, en is herkenbaar aan het feit dat de vloeistof troebel is.
- Een **emulsie** is een mengsel van twee vloeistoffen (of vloeistofachtige stoffen) die niet goed mengbaar zijn. Ook een emulsie is meestal troebel.

Dankwoord - acknowledgement

We zijn dank verschuldigd aan Katie McKissick ('Beatrice, the biologist', www.beatricebiologist.com) voor de toelating om haar cartoon in dit artikel te publiceren.

We owe sincere thanks to Katie McKissick ('Beatrice, the biologist', www.beatricebiologist.com) for her permission to use her cartoon in this article.

Literatuur en referenties

Betts, J. (N.A.), 'Water soluble mineral species', <http://www.johnbetts-fineminerals.com/jhbnyc/soluble.htm>

Crawford J. (N.A.), 'Solubility data on 646 common and not so common minerals', <https://www.mindat.org/article.php/553/>

Dillen, R. (2006), 'Mineraal van de maand: hanksiet', *Geonieuws* 31(9), 213-224.

Morey G.W. et al. (1962), 'The solubility of quartz in water in the temperature interval from 25° to 300° C', *Geochimica et Cosmochimica Acta* 26(10), 1041-1043.

en.wikipedia.org/wiki/Solubility_table

nl.wikipedia.org/wiki/Oplosbaarheidsproduct

www.beatricebiologist.com

www.mindat.org/mesg-246314.html (discussie over oplosbaarheid van mineralen)

Op MINDAT vind je een [interessante discussie](#), die bijna anderhalf jaar duurde, over allerlei aspecten van de oplosbaarheid van mineralen. Het is de moeite waard om daar eens in te grasduinen... je zal er veel door bijleren.



'Onder de loep' verschijnt regelmatig in Geonieuws, en is vooral bedoeld voor jonge en minder jonge newbies. De beste manier om veel bij te leren is lid worden van de MKA: www.minerant.org/MKA/lidworden.html