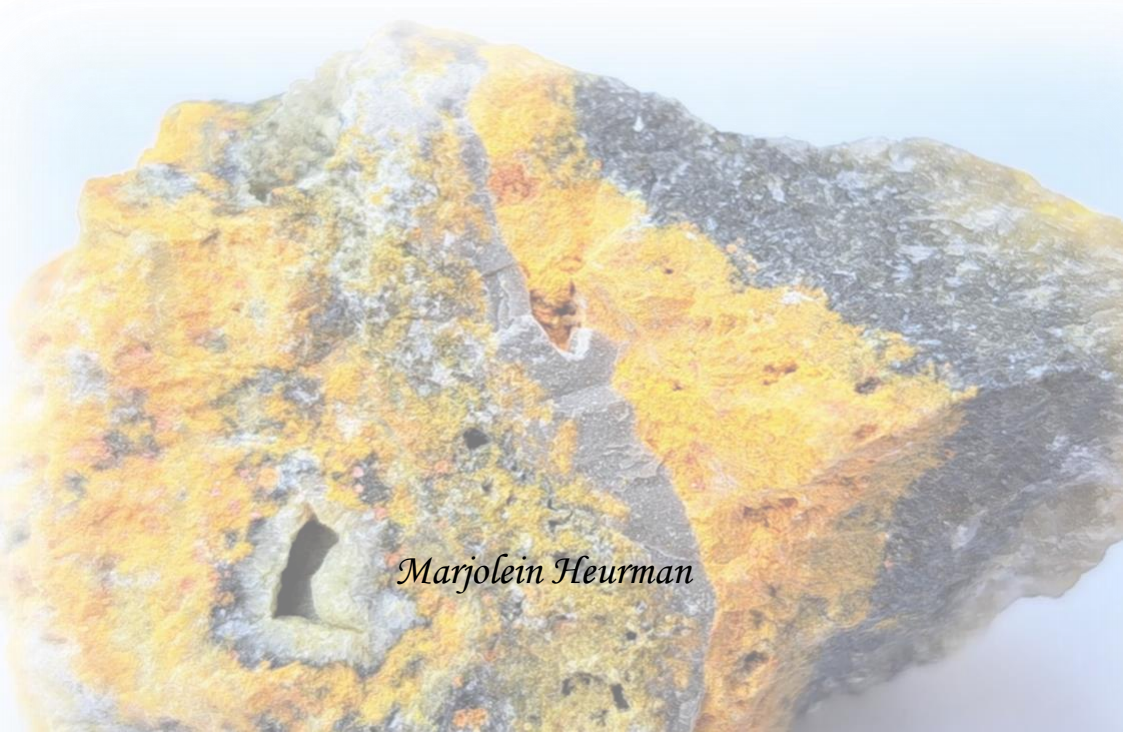


A large, irregular splash of yellow watercolor paint serves as a background for the title.

# RISICO MINERALEN

Omdat  
*'Baat het niet, dan schaadt het niet'*  
niet altijd opgaat

A close-up photograph of a rock specimen, likely a mineral sample, showing a complex texture with yellow, orange, and grey hues. A small, dark, irregular hole is visible in the lower-left portion of the rock.

*Marjolein Heurman*



## Inhoudsopgave

|                                     |          |
|-------------------------------------|----------|
| Inleiding                           | blz. 4   |
| Wanneer is iets giftig?             | blz. 7   |
| Wat is een mineraal?                | blz. 12  |
| Magische stenen tegen vergiftiging. | blz. 16  |
| Radioactieve mineralen              | blz. 25  |
| Asbestmineralen                     | blz. 45  |
| Mineralen met zware metalen         | blz. 54  |
| Overige mineralen                   | blz. 122 |
| Bronnen/meer lezen                  | blz. 132 |



## Inleiding

Het is een bekend gezegde, maar ‘Baat het niet, schaadt het niet’ gaat helaas niet altijd op waar het gaat om stenen. Dit boekje kan hopelijk helpen om te laten zien dat sommige mineralen, ondanks dat ze ongevaarlijk lijken, toch een risico kunnen zijn als ze verkeerd gebruikt worden.

Je zou denken dat men kritisch is daar waar het gaat om dingen die je drinkt of in je lichaam gebruikt. Of om wat je aan je kinderen geeft als ze interesse hebben in stenen. Maar helaas blijkt dat dat niet voor iedereen zo logisch is als het lijkt.

Dit boekje is niet bedoeld om je bang te maken, of om je spookverhalen aan te praten over hoe gevaarlijk mineralen zijn. Dit boek is bedoeld om je bewust te maken van de risico's van het inwendig tot je nemen van bepaalde mineralen in de vorm van bijvoorbeeld edelsteenelixier. Ook gaat het over dat sommige stenen niet geschikt zijn voor kinderen of om veel in je handen te nemen. Niet om te vertellen dat je ze niet mag hebben of gebruiken, maar om je de kans te geven een keuze te kunnen maken of je deze mineralen wel of niet in huis wilt hebben. Met de juiste kennis kan iedereen beter de risico's afwegen en besluiten om iets wel of niet te (ver)kopen.

Veel mineralen zijn gelukkig zonder al te veel risico te verzamelen. Het is wel een goede gewoonte om

na het aanraken van vooral ruwe stukken toch even je handen te wassen.

Ik vind het erg leuk om wat achtergronden met betrekking tot gebruik en geschiedenis van bepaalde stenen te vertellen. Veel 'gif' stenen hadden en hebben soms nog steeds nuttige functies. Daar gaan we ook naar kijken.

We delen de risico mineralen in drie groepen in:

- radioactieve mineralen
- asbestmineralen
- mineralen met zware metalen

Veel leesplezier!

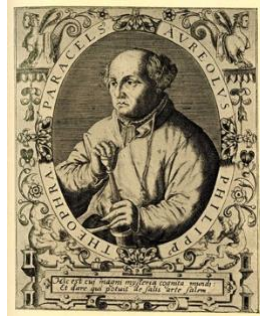
Marjolein





## Wanneer is iets giftig?

Als we praten over giftige mineralen ontstaat soms een discussie over hoe gevaarlijk iets nu werkelijk is. Vaak wordt hierbij de 16e eeuwse geneesheer Paracelsus (Theophrastus Bombastus von Hohenheim, 1493-1541) geciteerd:



Paracelsus.

Bron Wikimedia Commons

*'Sola dosis facit venenum': Alle dingen zijn vergif en niets is zonder gif. De hoeveelheid alleen maakt dat iets niet giftig is.*

Daar zit een kern van waarheid in. Een beetje zout op je ei is niet schadelijk, maar eet een kop zout leeg en je voelt al snel dat in die hoeveelheid zout voor je lichaam schadelijk werkt (wat zout overigens nog geen gif maakt). En ja... in grote hoeveelheden is zelfs water dodelijk. Maar om het citaat even in context te plaatsen. Paracelsus leefde in de 16e eeuw en destijds had men nog andere ideeën over hoe een lichaam functioneert (althoewel Paracelsus wel een eigen kijk had op geneeskunde in vergelijking met tijdgenoten). Bovendien deed hij deze uitspraak naar aanleiding van kritiek die hij van collega's kreeg op zijn medicijnen die hij maakte en bestonden uit arsenicum, antimoon en zijn favoriete bestanddeel kwik. Laten we dus oppassen dat we

deze quote niet gaan gebruiken om gevaren te bagatelliseren.

In essentie klopt het, in kleine hoeveelheden zijn de meeste dingen niet dodelijk. En worden/werden ze zelfs soms gebruikt als medicijn. Maar jij en ik weten niet wat die grenswaarde is en hoeveel we binnenkrijgen van iets als we maar gewoon een beetje aanrommelen. Bovendien had Paracelsus geen weet van genetica, van het concept dat de timing van het binnenkrijgen ook van invloed is en de invloed van chemische bindingen op een stof. Allemaal dingen die mede bepalen hoe giftig iets is voor een individu. Maar terug naar de vraag wat giftig nu precies inhoudt. Het is niet zo makkelijk om daar een pasklaar antwoord op te geven.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen dingen die acute vergiftiging veroorzaken en dingen die pas schadelijk zijn na langdurige blootstelling. De eerste categorie is de makkelijkst meetbare groep. Giftigheid van een stof wordt getest door proefdieren (vooral muizen, ratten en konijnen) bloot te stellen aan deze stof. Getest wordt hoeveel van deze stof leidt tot de dood van de helft van de geteste dieren. Dit wordt omgezet naar een getal per kilo levend gewicht. Deze dosis noemen we de LD50 waarde of letale dosismediaan. De hoeveelheid van een stof die nodig is om de helft (50%) van de blootgestelde dieren te doden. Hierbij wordt vaak nog onderscheid gemaakt tussen orale inname (opeten) of dermale opname door de huid.

Ook kan er een waarde gegeven worden voor inademing of oplossing in water, dit is de LC50 waarde. Belangrijk om daarbij te vermelden is dat stoffen niet in alle voorkomens even giftig zijn. Iets kan in elementaire vorm (vaste 'native' of gedegen kristalvorm) relatief onschuldig zijn, maar anders gebonden, verpulverd of opgelost erg schadelijk. Ook is niet ieder mens gelijk. Zoals al gezegd wordt giftigheid gemeten per kilo lichaamsgewicht en is iets voor een kind van 15 kilo schadelijker dan voor een volwassen man van 90 kilo. Daarbij speelt ook de algehele gezondheid en fysiologie van iemand een grote rol. Deze LD50 waarde is vaak leidend in het geven van waarschuwingen voor een stof.

Er zijn allerlei variabelen die van invloed zijn op de mogelijke giftige werking van een stof. Denk daarbij aan:

- Geslacht
- Postuur
- Fysieke gesteldheid
- Tijdstip van inname
- Wijze van blootstelling
- Combinatie met andere middelen/medicijnen/kruiden

Ook is de aggregatietoestand van een stof essentieel. Sommige vaste stoffen zijn ongevaarlijk, terwijl diezelfde stof in gasvorm levensgevaarlijk kan zijn.

Lastiger dan acute vergiftiging is het meten hoe gevaarlijk bepaalde stoffen op de lange termijn zijn. Ook is deze manier van vergiftiging moeilijker te herkennen en aan te tonen omdat het zichtbare directe verband tussen blootstelling en gevolg er niet is. Denk bij deze manier van vergiftiging aan bijvoorbeeld het opstapelen van zware metalen in je lichaam doordat je er gedurende langere tijd kleine hoeveelheden van binnenkrijgt en je lichaam het niet kan verwerken. Daarom is het drinken van edelsteenwater waarin je stenen die zware metalen bevatten legt ook af te raden. In hele kleine hoeveelheden zijn de meeste dingen vrij ongevaarlijk of komen ze van nature zelfs in je lichaam voor, maar te veel ervan maakt je ziek. En daar had Paracelsus dus inderdaad gelijk. Opstapeling kennen we ook van roken en uit de voedselketen. Vooral ook weer bij die zware metalen in bijvoorbeeld vis. Een klein visje dat vrolijk rondzwemt en al eet heeft niet zo veel last van een beetje zware metalen. Maar als een roofvis grote hoeveelheden van deze kleine visjes eet stapelen de zware metalen in dat lichaam op. Vervolgens vangen wij de roofvis om deze op te eten inclusief de zware metalen die erin zijn opgeslagen. Gevolgen van chronische vergiftiging zijn bijvoorbeeld het krijgen van kanker, afwijkingen bij kinderen van blootgestelde ouders en allergieën.

Dan is het bij mineralen nog van belang om te kijken naar de combinatie van elementen. De elementen binnen een mineraal zijn aan elkaar gebonden. Er

zijn verschillende soorten bindingen mogelijk en niet alle bindingen zijn even sterk. Dit bepaalt ook hoe makkelijk een schadelijke stof losraakt uit een steen, bijvoorbeeld als je het in water legt of als het in contact komt met zuur, lichaamsvocht, etc. Zo zijn niet alle mineralen waarin het mineraal arseen voorkomt even gevaarlijk omdat die stof niet altijd even makkelijk loskomt. Dit maakt ook dat kwikhoudende cinnaber minder gevaarlijk is dan het zeer giftige metaal kwik. Cinnaber is kwiksulfide en metaalsulfiden zijn vaak vrij sterke verbindingen die ook slecht oplosbaar zijn in water. Maar is dit kristal kapot, komt en poeder af of verkruint het? Dan moet je wel oppassen. Ook massieve vormen van cinnaber zijn gevaarlijker dan kristallen. Er zijn veel gevallen van kwikvergiftiging bekend bij mijnwerkers uit cinnabermijnen omdat uit massieve of verpoederde cinnaber pure kwik kan komen en het inademen van de damp ervan zeer gevaarlijk is. Dus zonder risico is het zeker niet.

Een goede stelregel is om altijd voorzichtig te zijn met mineralen die giftige elementen bevatten. Was je handen als je ze hebt vastgehouden, houd ze uit de buurt van kinderen en bewaar ze in een doosje met deksel of dichte vitrine. Oh ja... als je dan een keer dat doosje openmaakt, hang er dan niet met je neus of ogen direct boven. En... weet wat je in huis haalt. Zorg dat je weet hoe je mineraal heet, dan is het makkelijk op te zoeken welke stoffen er inzitten.

## **Wat is een mineraal?**

Om erachter te komen of een mineraal risicovol is moeten we eerst kijken naar wat een mineraal precies is. Een mineraal bestaat uit een verzameling atomen. Soms van één enkel soort element, soms van verschillende soorten elementen bij elkaar. Atomen zijn de kleinste bouwstenen van materie die we kennen. Het zijn ook de kleinste deeltjes waaruit een mineraal is opgebouwd. Een element is een atoomsoort met een bepaald atoomnummer.

Stel je een klein bolletje voor. Dat bolletje is een atoom. Een atoom is nooit alleen. Alles om ons heen bestaat uit atomen. Zo'n atoom zal zich altijd proberen te binden met een ander atoom. Soms met een atoom van dezelfde soort, soms met een andere soort. Wanneer twee of meer atomen zich met elkaar binden noemen we dit geheel een molecuul. Een molecuul kan bestaan uit twee atomen, maar meestal bestaat een molecuul uit meer dan twee atomen die zich met elkaar hebben gebonden. De meeste mineralen bestaan uit moleculen die zijn opgebouwd uit meerdere verschillende atomen, dus uit verschillende elementen. Er zijn ook mineralen die uit verbindingen van slechts 1 atoomsoort, 1 element bestaan. Denk aan metalen als goud en zilver, maar ook aan zwavel of aan diamant wat enkel en alleen uit koolstof bestaat. Als je een boek over mineralen openslaat of op internet kijkt lees je na de naam van het mineraal meestal een chemische formule. Die

formule geeft onder meer aan uit welke atomen het molecuul bestaat waaruit dat mineraal is opgebouwd. En hoeveel van ieder atoom er in een molecuul aanwezig zijn. Ieder element wordt afgekort met 1 of 2 letters die internationaal hetzelfde zijn. Deze afkortingen kun je opzoeken in het Periodiek Systeem der Elementen, hierin staan alle elementen die we kennen beschreven.

Zo kun je nagaan of het element in jouw steentje bijvoorbeeld een metaal is. Ook kun je als je de naam van een element weet kijken of het een gezondheidsrisico met zich meebrengt, bijvoorbeeld of het radioactief is.

Group

I

II

III

IV

V

VI

VII

VIII

Period

1

2

3

4

5

6

7

8

1

H

2

He

3

Li

4

Be

11

Na

12

Mg

19

K

20

Ca

21

Sc

22

Ti

23

V

24

Cr

25

Mn

26

Fe

27

Co

28

Ni

29

Cu

30

Zn

31

Ga

32

Ge

33

As

34

Se

35

Br

36

Kr

37

Rb

38

Sr

39

Y

40

Zr

41

Nb

42

Mo

43

Tc

44

Ru

45

Rh

46

Pd

47

Ag

48

Cd

49

In

50

Sn

51

Sb

52

Te

53

I

54

Xe

55

Cs

56

Ba

72

Hf

73

Ta

74

W

75

Re

76

Os

77

Ir

78

Pt

79

Au

80

Hg

81

Tl

82

Pb

83

Bi

84

Po

85

At

86

Rn

87

Fr

88

Ra

104

Rf

105

Db

106

Sg

107

Bh

108

Hs

109

Mt

110

Ds

111

Rg

112

Cn

113

Nh

114

Fl

115

Mc

116

Lv

117

Ts

118

Og

119

Uun

\* Lanthanides

57

La

58

Ce

59

Pr

60

Nd

61

Pm

62

Sm

63

Eu

64

Gd

65

Tb

66

Dy

67

Ho

68

Er

69

Tm

70

Yb

71

Lu

\*\* Actinides

89

Ac

90

Th

91

Pa

92

U

93

Np

94

Pu

95

Am

96

Cm

97

Bk

98

Cf

99

Es

100

Fm

101

Md

102

No

103

Lr

Alkali metals

Alkaline earth metals

Lanthanides

Actinides

Transition metals

Poor metals

Metalloids

Nonmetals

Halogens

Noble gases

State at standard temperature and pressure

solid border: at least one isotope is older than the Earth (Primordial elements)

dashed border: at least one isotope naturally arise from decay of other chemical elements and no isotopes are older than the earth

dotted border: only artificially made isotopes (synthetic elements)

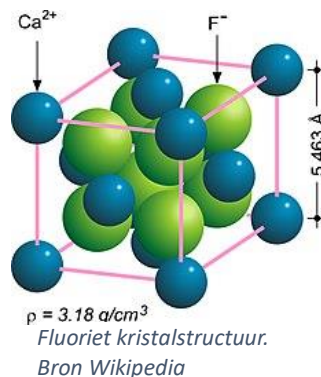
no border: undiscovered

Atomic number in red: gas

Atomic number in blue: liquid

Atomic number in black: solid

Om het concreet te maken. Fluoriet heeft bijvoorbeeld de formule  $\text{CaF}_2$ . Aan ieder Ca, calcium atoom zitten dus twee F, fluor atomen gebonden. Kwarts heeft als formule  $\text{SiO}_2$ . Daarbij zit aan ieder Si, silicium atoom twee O, zuurstofatomen (eigenlijk zijn het er stiekem 4, maar dat is een ander verhaal en gaat nu te ver). Malachiet heeft de formule  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ . Hieruit kun je aflezen dat er naast koolstof, zuurstof en waterstof ook koper inzit. Een metaal dus. Dit maakt dat malachiet niet geschikt is voor inwendig gebruik en je er dus beter geen stukje van in je drinkwater kunt doen.



Naast de elementen waaruit een mineraal bestaat is het ook van belang op welke manier deze elementen aan elkaar 'vast' zitten, welke chemische binding ze hebben. Sommige bindingen zijn sterk, anderen erg zwak. Sommige mineralen zijn gevoelig voor oplossen in water of zuur, anderen totaal niet. Er zijn stoffen die pas gevaarlijk worden als ze in aanraking komen met een andere stof en daardoor omzetten in een giftige stof (dit kan ook in het lichaam gebeuren).

Stoffen hebben drie zogenaamde aggregatietoestanden: gas, vloeibaar, vast. Op een heel enkele uitzondering na zien we in de

mineralenwereld eigenlijk alleen maar de laatste, de vaste vorm. Soms kan het zo zijn dat een stof in de ene aggregatietoestand ongevaarlijk is, terwijl het in een andere toestand levensgevaarlijk is.

Al deze dingen hebben invloed op hoe giftig een mineraal is voor ons als mens.

## **Magische stenen tegen vergiftiging**

Wacht even... We zouden het toch wetenschappelijk houden? Ja dat klopt, maar ik wil jullie dit stukje geschiedenis niet onthouden. Het vergiften van je tegenstander is zo oud als de mensheid. In de prehistorie werden pijlpunten al gedoopt in vergif om zo meer schade aan te richten bij de vijand. In vroeger tijden waren er drie bronnen van gif: planten, dieren en stenen.

Vergiftiging was ook eeuwenlang schering en inslag in hogere en adellijke kringen. Het was een makkelijke, schone en snelle manier om van je rivaal af te komen en liet meestal geen sporen na. Koningen, keizers en andere heersers waren dan ook altijd op hun hoede, bang om vergiftigd te worden door iemand die op hun troon plek zat te azen. De meest logische manier om iemand te vergiften was via het eten. Daarom was de functie van kok ook een gevaarlijke. Aan de ene kant had je groot vertrouwen van degene voor wie je kookte, aan de andere kant.... Als het mis ging was het jouw hoofd dat moest rollen. Natuurlijk nam een nobel heer ook maatregelen om het niet tot een daadwerkelijke vergiftiging te laten komen. Ze waren er mensen in dienst die even een hapje en een slokje voor mochten proeven en vond je op een eettafel een paar objecten die een hele speciale functie hadden.

## Bezoar

De Harry Potter fans onder ons weten het vast... Tijdens Harry's eerste les 'potions' van de angstaanjagende professor Snape werd hem gevraagd waar je een bezoar kon vinden. Harry moest het antwoord schuldig blijven, maar Hermoine wist te vertellen dat deze uit de maag van een geit kwam. Deze bezoar was een bescherming tegen vergif. Deze kennis kwam later goed van pas toen Ron tijdens een etentje bij professor Slughorn vergiftigd werd en Harry hem kon redden door een bezoar in zijn mond te steken.

## Wat is een bezoar?

Dit is een steen of steenachtig object uit de maag van een levend wezen. Het is genoemd naar de bezoargeit, een dier waarbij dit veel voorkomt. Maar er zijn veel meer dieren die bezoars in hun maag-darmkanaal kunnen hebben, wij mensen ook. Door de huidige medische wetenschap wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende bezoars, waaronder stenen die zich vormen doordat een mens of dier haren heeft opgegeten, lactose gerelateerde bezoars, plantenresten en medicijnen. Een bezoar moet overigens niet verward worden met een gastroliet, dit zijn kleine steentjes die door sommige



*Bezoar, Habsburgs bezit.*

*Bron: Die Welt der Habsburger*

dieren bewust worden opgegeten om te helpen met het vermalen en verteren van voedsel in de maag.

Aan een bezoar werden in het verleden grote magische krachten toegeschreven. De belangrijkste was dat het zou beschermen tegen vergiftiging. Als men een bezoar in het eten of drinken zou leggen verdween



*Bezoar met houder.  
Bron Musea da Farmacia*

het aanwezige gif. Je begrijpt dat deze stenen dus ontzettend gewild en geliefd waren en als kostbaar object werden gezien. Alle koning en keizers bezaten wel zo'n steen. Meer dan eens werden ze in rijkelijk versierde houders bewaard of werden kleine bezoars in een ring gezet. Onder andere koningin Elizabeth I van Engeland en keizer Rudolf II van het Heilige roomse Rijk hadden er meerdere in hun bezit.

Helaas werkte zo'n steen natuurlijk niet echt tegen vergif. De naam bezoar komt van het Perzische pād-zahr, wat tegengif betekent. Het verhaal dat dit tegen gif zou werken is dan ook vanuit het Oosten naar Europa gekomen. Ook in China waren (en zijn) deze stenen populair in de geneeskunde. In de 16e eeuw was er een geneesheer die niet geloofde in de werking van de bezoar en dat ook wilde bewijzen.

Ambroise Paré was een Fransman die werkte voor verschillende Franse koningen. Een kok die ter dood was veroordeeld omdat hij zilver had gestolen kreeg de keus om te sterven door ophanging of door vergiftiging. Koos hij voor het laatste, dan zou hij als test van Paré een bezoar toegediend krijgen nadat hij het gif had genomen. Als de bezoar zou werken was de kok een vrij man. De kok koos natuurlijk voor deze kans. Maar helaas, de bezoar werkte niet en de kok stierf door het gif, 7 uur na inname en na helse pijnen. Hiermee was aangetoond dat bezoars niet werkten, toch bleven ze tot in de 18e eeuw populair.

Ze waren zo populair en waardevol dat er veel vervalsingen op de markt waren (niets veranderd in 300 jaar dus). Een beroemde historische rechtszaak in Engeland in 1603 draaide om zo'n valse bezoar. Deze zaak, bekend als 'Chandelor versus Lopus' ging om de aankoop van een bezoar die vals bleek te zijn. De koper had het voor die tijd immense bedrag van 100 Pond betaald en klaagde de verkoper aan in de hoop zijn geld terug te krijgen. De verkoper werd vrijgesproken omdat de koper niet kon aantonen dat de verkoper wist dat de steen niet echt was en hij ook geen contract had waarin de verkoper de echtheid van de steen garandeerde. Deze uitspraak was natuurlijk slecht nieuws voor consumenten en koren op de molen van frauduleuze verkopers. Uit deze zaak is ook de term '*caveat emptor*' voortgekomen, Latijn dat vrij vertaald betekent 'koper pas op'. Het volledige

gezegde is *Caveat emptor, quia ignorare non debuit quod jus alienum emit*. Een koper moet ervanuit gaan dat de verkoper meer informatie heeft over het te verkopen object dan hij blootgeeft. Het is de plicht van de koper om te achterhalen in welke staat het aangeboden object zich bevindt en men heeft geen recht om nadien schade te verhalen op de koper. De wet is gelukkig al lang veranderd en de koper is tegenwoordig meestal beschermd tegen dit soort praktijken. Toch is de uitspraak caveat emptor vooral in stenenland helaas nog erg actueel.

Er werden onder meer door Jezuïetenordes bezoars nagemaakt om aan alle vraag te voldoen. Deze imitatie bezoars werden Goa stenen genoemd, naar Goa in India, waar ze het eerst gemaakt werden. Het recept voor deze stenen was geheim. Ze werden ook als waardevol en dicht bij echt liggende bezoars beschouwd.

Vrij modern onderzoek naar de anti-gif werking van bezoars (met name die gevormd zijn door het binnenkrijgen van haren) toonde aan dat een bezoar wel degelijk een werking heeft op water waarin een beperkt gehalte arseen zit. Arseenoplossingen bevatten arsenaat en arseniet. De eerste wordt verwijderd door een fosfaat die aanwezig is in een mineraal dat zich in veel bezoars bevindt, terwijl arseniet verwijderd wordt doordat het bindt aan zwavel afkomstig van ontbindend haar.

## Paddenstenen en tongstenen

Terug naar de adellijke Middeleeuwse en post-Middeleeuwse eettafel. Behalve een bezoar in mooi versierde houders vinden we nog twee curieuze objecten op tafel die de aanwezige eters moest beschermen tegen vergiftiging. Er stond vaak een houder met daaraan haakjes waar in zilver gevatte 'tongstenen'



*Haaiantand in zilveren hanger.  
Bron: Oxford University*

hingen. Deze tongstenen of glossopetrae waren in feite fossiele haaiantanden. Het verhaal gaat dat de apostel Paulus na een schipbeuk aanspoelde op Malta en daar gebeten werd door een adder. Hij sprak een vloek uit over alle slangen van het eiland waardoor hun tongen versteenden. Deze versteende tongen werden tongstenen genoemd en kon men vinden in het gesteente van Malta. Men wist toen niet dat het ging om fossiele haaiantanden. Het idee dat deze stenen afkomstig waren van giftige slangen maakte dat ze zouden beschermen tegen vergiftiging. Een haaiantand die even in het eten op drinken werd gedoopt maakte dat alle vergif eruit verdween. Behalve hangend aan houders op tafel konden ze ook aan een ketting gedragen worden of aan een broche. Naast vergif

werkte het natuurlijk ook tegen tal van andere kwalen, zoals pest, pokken en koorts.



*Natternzungenkredenz.  
Bron: Schatzkammer des Deutschen  
Ordens, Wenen*

In Duitstalige landen werden deze haaiantanden Zungensteine of Natternzungen genoemd en de speciale boompjes waar ze aanhingen op tafel heetten Natternzungenkredenz. In musea zijn enkele prachtige exemplaren bewaard gebleven. Germaanse legenden vertellen dat deze tanden bij afnemende maan uit de hemel vielen

omdat de Mondhund/Mondwolf (maanhond/maanwolf) dan in gevecht was met de maan (de maan nam af, dus de wolf at hem op) en zijn tanden daarbij verloor. Voor de geïnteresseerden in Noordse mythologie, dit is een afgeleid bijgeloof van de Edda verhalen over Hati en Managarm.

William Shakespeare schreef in 'As you like it' (1599):

*"Sweet are the uses of adversity, which, like the toad, ugly and venomous, wears yet a precious jewel in his head".*

In vroeger tijden geloofde men dat alle kikkers en padden giftig waren en dat in hun hoofd een magische steen groeide als antigif tegen het gif op hun huid, een 'toadstone', paddensteen of bufonites. Plinius de Oudere had ze reeds beschreven in zijn natuurhistorische werken.

Deze paddenstenen beschermden de drager tegen allerlei onheil, maar met name tegen vergif. In de nabijheid van vergif zou zo'n steen warm worden of van kleur veranderen en zo de eigenaar waarschuwen. Bij inname zou de steen ervoor zorgen dat de maag en darmen gereinigd worden van narigheid en

viezigheid. In werkelijkheid ging het hier om fossiele tanden van een

Lepidotes/Scheenstia, een prehistorische vis met een kaak vol gladde maaltanden. Deze tanden werden verwerkt in ringen en amuletten die de drager moest beschermen. De



*Toadstones, paddenstenen. Fossiele vissentanden*

steen moest volgens oude geschriften verwijderd worden bij afnemende maan terwijl de pad nog in leven was. Op onder meer de kroon van keizer Karel IV van het Heilige Roomse Rijk en de Schrijn van St Maurus en een drinkfles van Queen Mary I van Schotland waren paddenstenen verwerkt. Het British Museum bezit een uitgebreide collectie antieke ringen met deze stenen.



*Hoe verwijder je een paddensteen?*  
*Bron: Wikimedia Commons*

De drie voorbeelden die ik hier beschrijf waren lange tijd populair in Europa, maar er waren ook andere stenen die geassocieerd werden met antigif werking. Drinken uit de hoorn van een narwal (ok... geen steen, maar wel leuk), drinkbekers van bergkristal en jade, saffier, smaragd, allemaal zouden ze werken tegen vergiftiging. Gelukkig zijn de tijden veranderd.

# Radioactieve mineralen



## **Wat is radioactiviteit?**

Radioactieve mineralen zijn mineralen die een element bevatten dat door verval radioactieve straling uitzendt. Een atoomkern bevat protonen en neutronen. Idealiter zijn er van beide evenveel. Is dat niet het geval, dan raakt een kern instabiel. Wanneer een atoomkern instabiel is doordat er verschil is tussen het aantal protonen en neutronen kan die kern 'vervallen' om stabiliteit terug te krijgen. Bij dat verval komt energie vrij in de vorm van ioniserende ofwel radioactieve straling. Dit is een natuurlijk proces en vindt continue om ons heen plaats.

Dankzij verschillende nare gebeurtenissen in het verleden met atoombommen en ongelukken bij kerncentrales is radioactiviteit iets waar we over het algemeen van schrikken. We weten allemaal dat die straling niet gezond is en dat je er ziek van wordt als je aan te veel straling wordt blootgesteld. Toch heeft het ook eigenschappen waar dankbaar gebruik van gemaakt wordt in allerlei vormen. De bekendste daarvan zijn wel de röntgenfoto's en de chemotherapie.

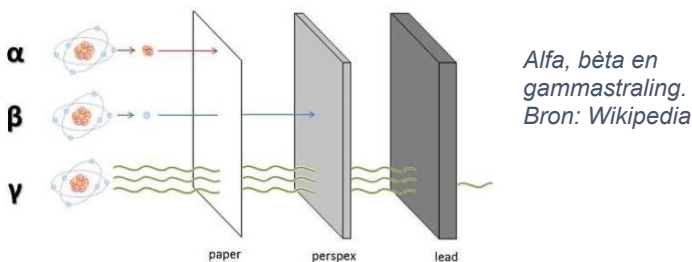
We kennen verschillende soorten radioactieve straling, deze drie zijn de bekendste:

Alfastraling: Een atoom verliest 2 protonen en 2 neutronen (een helium-4 atoom). Dit zijn relatief 'grote' deeltjes die vrij eenvoudig tegengehouden kunnen worden, bijvoorbeeld door een vel papier.

Dit is de meest voorkomende vorm van straling. Omdat de deeltjes relatief zwaar zijn, kunnen ze makkelijk tegengehouden worden. Ze zijn wel schadelijk bij inname of inademing.

Bèta straling: Een atoom zendt een elektron (of positron, een antideeltje van een elektron) uit. Kleine deeltjes, maar een dik boek, een muur, aluminium wand, dik plexiglas of voldoende afstand houdt ze nog tegen.

Gammastraling: Dit is elektromagnetische straling, het bestaat uit fotonen. Afhankelijk van de hoeveelheid energie per foton (elektronvolt) is vastgelegd of iets gammastraling is. Onder de gammastraling liggen de röntgenstralen en daaronder ultraviolet licht. Gammastraling is minder ioniserend dan alfastraling, maar het is lastig om je ertegen te beschermen. Het kan wel, bijvoorbeeld door middel van lood, beton of water. Gammastraling dringt diep door en geeft bij langdurige of veelvuldige blootstelling schade aan je lichaam.



Kort gezegd is alfastraling de gevaarlijkste, meest ioniserende straling. Maar dit is tevens de straling die het makkelijkst tegen te houden is.

Een atoom kan niet blijven vervallen. Er komt een moment dat de kern weer stabiel is. De straling raakt dus op een bepaald moment 'uitgewerkt'. De tijd die een materie nodig heeft om voor de helft te vervallen noemen we de halfwaardetijd of halveringstijd. Dat getal geeft enigszins aan hoelang iets radioactief blijft. Sommige stoffen hebben een erg lange halfwaardetijd, anderen extreem kort.

## Hoe herken je radioactieve mineralen?

De meeste mineralen die als radioactief op papier staan zijn slechts licht radioactief en de straling reikt meestal niet erg ver of is relatief makkelijk tegen te houden (zie de uitleg over alfa, bèta en gammastraling). Opbergen in een dicht doosje, niet aanzitten en niet te dichtbij zetten is afdoende om weinig risico te lopen. Maar dan is het natuurlijk wel handig om te weten welke stoffen radioactief zijn. Niet ieder mineraal met een radioactief element is even radioactief. Van veel elementen kunnen instabiele en dus radioactieve isotopen bestaan.

Er bestaan 37 elementen die geen stabiele isotoop hebben en dus sowieso radioactief zijn. Het merendeel hiervan komt echter zelden of niet in de natuur voor. De meeste mineralen die radioactief zijn, zijn dat door de aanwezigheid van uranium en thorium. In chemische formules is dit te herkennen aan de letters U en Th.

Uranium mineralen: o.a. torberniet, uraniet (peklende), autuniet, cuproklodowskiet, davidiet

Thorium mineralen: o.a. monaziet, thorië, aeschyniet, yttrialiet

Er is nog een radioactief element dat we in veel uranium houdende mineralen kunnen vinden, namelijk radium. Dit is echter geen element dat we terugvinden in de formule van een mineraal, omdat het ontstaat bij verval en niet het oorspronkelijke element is. Er is slechts één mineraal waarin het wel

in de formule zit en dat is radiobariet (radian baryte).  
Op het element radium komen we later nog even terug.



*Torberniet*

In de meeste algemene gangbare verzamelmineralen zitten geen radioactieve stoffen in hoeveelheden die schadelijk zijn. Maar ga je wat meer specialistische ruwe stukjes verzamelen, dan bestaat de kans dat je toch radioactieve mineralen tegenkomt. Check daarom altijd de chemische formule van een mineraal. Zie je daarin uranium of thorium staan weet je dat je op moet passen. Toch is het ook verstandig om te kijken naar de herkomst van een stuk. Wanneer je stukken verzamelt uit mijnen waar ook uranium of thorium voorkomt is het raadzaam om ook stukken met mineralen die op

papier niet radioactief zijn even met een geigerteller na te lopen. Het is lang niet altijd uit te sluiten dat er op een combinatiestuk toch een radioactief mineraal zit.

En pas op met stukken uit oude collecties. Ook daarin kun je radioactieve mineralen tegenkomen. Zo vond mijn zoon op een beurs een stukje uraniet/peklende op een weggeeftafel. Zonder waarschuwing kon hij dit meenemen. Thuisgekomen heb ik het veilig weggelegd en laten nakijken met een geigerteller. De straling was dusdanig hoog dat ik heb besloten dit stuk niet in huis te willen houden en al helemaal niet aan mijn zoon te laten. Zo zie je maar... altijd kijken wat je in handen krijgt.

### Datering met radioactieve elementen

Ook 'gewone' veelvoorkomende stoffen als koolstof en kalium hebben een lichte radioactieve werking is bepaalde isotoopvorm en deze zijn van nature in alle organische materialen aanwezig.

Koolstofisotoop 14 ( $C^{14}$ ) wordt daarom gebruikt om de ouderdom van archeologische vondsten te bepalen. Koolstof-14 is een instabiele koolstofisotoop die niet zomaar op aarde voorkomt.  $^{14}C$  ontstaat door een reactie van kosmische straling met stikstof. Het komt in onze hele atmosfeer voor en wordt opgenomen door alles wat leeft in ongeveer dezelfde verhouding. Op het moment dat een levend iets sterft begint het verval van koolstof-14. Door het verval te meten kan men

achterhalen hoe lang geleden iets dood is gegaan met een maximum van zo'n 57.000 jaar. Deze radioactiviteit is gelukkig zo laag dat het ongevaarlijk is.

Kalium (potassium) is ook een element waar een licht radioactieve isotoop van bestaat, kalium-40 of  $^{40}\text{K}$ . Dit is een veel voorkomende isotoop en zit zelfs in ons eten (de beroemde 'radioactiviteit' in bananen) en in ons lichaam. Gelukkig zorgt het over het algemeen niet voor problemen en zijn mineralen met kalium in je verzameling geen risico waar het gaat om radioactiviteit. Kalium-40 wordt ook gebruikt bij de datering van gesteentes en mineralen, de kalium-argon dateringsmethode.

Om oudere gesteentes te dateren gebruikt vaak de uranium – lood of uranium - thorium methode. De meest voorkomende uranium isotoop in de natuur is uranium-238. De halfwaardetijd van uranium-238 is iets meer dan 4,4 miljard jaar. Ook hier kijkt men hoeveel uranium er vervallen is en zo kan men dateren hoe oud een mineraal is. Deze dateringsmethode is voor allerlei gesteentes bruikbaar, omdat uranium nagenoeg overal in voorkomt.

## **Hoe bewaar je radioactieve mineralen?**

Een radioactief mineraal is geen knuffelsteen en je moet deze niet zonder enige kennis van zaken opnemen in je verzameling. Het kan zeker interessante zijn in je collectie, wanneer je weet wat je in huis haalt en er goed mee omgaat. Ondanks de beperkte straling van de meeste mineralen blijft het oppassen en je moet deze mineralen niet in je woon- of slaapkamer bewaren. Sommige geven toch wat meer straling af. Dit is te meten met een geigerteller. Om er zeker van te zijn dat straling geen kwaad kan bewaren sommige verzamelaars mineralen met een wat hogere straling of met gammastraling in een loden doos. Lood houdt alle vormen van straling tegen.

Een groter risico zit in het gas dat zich vormt bij radioactief verval, radongas. Dit hoopt zich op in de doosjes waarin de mineralen zitten. Je moet voorkomen dat je dit inademt. Open doosjes daarom in een geventileerde ruimte en nooit met je gezicht boven het te openen doosje.

Een ander risico is het binnenkrijgen van minieme kruimels of stof van een radioactief mineraal. Deze kunnen veel schade aanbrengen in je lichaam op de langere termijn.

Bewaar radioactieve mineralen zoals gezegd in een dicht doosje en label je specimen duidelijk, zodat ook voor anderen die het in handen krijgen duidelijk

is dat het om een radioactief exemplaar gaat. Houd dit soort stukken buiten bereik van kinderen!

Het lijkt onnodig om te zeggen, maar draag radioactieve stenen nooit als sieraad. Langdurige blootstelling op de huid is niet goed. Daarbij wil ik graag één mineraal aanhalen, namelijk charoiet. Charoiet is op zich ongevaarlijk. Maar meestal heb je geen zuivere charoiet, maar een combinatie van charoiet met dingen als aegirien (zwarte naaldjes), tinaksiet en steacyiet. De laatste twee zijn vaak te zien als gele vlekjes in de steen. Tinaksiet is ongevaarlijk, maar steacyiet is een thorium-mineraal en geeft af alpha en beta straling. Wanneer je stukje charoiet gele vlekjes heeft is het verstandig om na te gaan of dit om het ongevaarlijke tinaksiet gaat of om het licht radioactieve steacyiet wanneer je het als sieraad wilt gaan dragen.

Een ander voorbeeld van een radioactief sieraad is de zogenaamde 'anti 5G stralingshanger' die een paar jaar geleden ineens opdook. Hier werd onder meer van gezegd dat het shungiet zou bevatten en de drager zou beschermen tegen schadelijke straling. Helaas bevat de hanger geen shungiet en is het bovendien behoorlijk radioactief. Het RIVM heeft een waarschuwing uitgegeven deze hangers niet te dragen en ze in te leveren. Draag je ze wel is de mate van radioactiviteit zo hoog dat dit op de lange termijn zeker schadelijk kan zijn. We hebben deze hangers gemeten met een geigerteller en ze

gaven aanzienlijk meer straling af dan alle radioactieve stenen in mijn collectie.

#### Wetgeving

De Nederlandse wetgeving verbiedt bezit van en handel in radioactief materiaal.

Voor wie de hele wetgeving wil nalezen, deze is hier te vinden:

<https://wetten.overheid.nl/BWBR0002402/2024-01-01#Hoofdstuk>

## Natuurlijke straling

Overall om ons heen is van nature lichte radioactieve straling aanwezig. De belangrijkste bronnen zijn het gesteente onder onze voeten (nou ja... in Nederland ietsje minder dan in andere delen van Europa), zeewater en straling die vanuit de ruimte naar ons toe komt.

Kosmische straling is afkomstig van de zon en uit het heelal. Hier kunnen we weinig tegen doen. Hoe hoger je bevindt, bijvoorbeeld in de bergen of in een vliegtuig, hoe meer van deze straling je opvangt.

Aardse (terrestrische) straling is voornamelijk afkomstig van verval van radioactieve elementen in onze bodem. Het gaat dan met name om uranium, thorium en radium. Het klinkt misschien een beetje beangstigend, maar in alle gesteentes en mineralen zitten deze elementen als hele minieme sporenelementen. Dan gaat het om hele kleine hoeveelheden die uitgedrukt worden in ppm (parts per million). Bij uranium ligt dat gemiddelde op 2,8 ppm, dus van iedere miljoen atomen is 2,8 atoom uranium. Dat valt dan alweer mee hoor ik je nu denken. Maar toch is dat aanzienlijk meer dan bijvoorbeeld goud, waarvan het gemiddelde ligt op 0,005 ppm. En dan is het ook nog zo dat in sommige gesteentes relatief meer uranium zit dan in andere gesteentes. Graniet is zo'n gesteente waar meer dan gemiddeld uranium in voorkomt. En laat zo'n beetje half Europa nu zijn opgebouwd uit graniet. Het uranium in dit graniet vervalst en dat zorgt ervoor dat er radongas (radioactief gas)

vrijkomt uit graniet. Geen probleem als je een paar stenen in je collectie hebt of wanneer je in de buitenlucht een wandeling maakt over een granieten heuvel. Maar wanneer je huis op graniet gebouwd is en je er dag in dag uit bovenop woont is het verhaal toch iets anders. Een mineraal dat naast deze 'zware jongens' elementen voor veel achtergrondstraling zorgt is kalium-40, de licht radioactieve isotoop van kalium. Over het algemeen zeer licht radioactief, maar in de grote hoeveelheden waarin het voorkomt kan het wel degelijk bijdragen aan natuurlijke achtergrondstraling.

Er zijn een aantal eenheden waarin radioactiviteit gemeten kan worden. Eentje daarvan is becquerel. Het aantal becquerel is het aantal atoomkernen dat per seconde vervalst. Hoe hoger het getal, hoe meer verval en dus straling. Wanneer we praten over radongas hebben we het over becquerel per kubieke meter, bq/M<sup>3</sup>. Deze eenheid is genoemd naar Henri Becquerel, de ontdekker van radioactiviteit. Dit is de internationaal erkende eenheid voor het meten van radioactiviteit. Een andere eenheid die je vaak tegenkomt bij het meten van radioactiviteit is sievert of milliesievert, dit is een biologische eenheid en gaat over de hoeveelheid straling waaraan een mens in een bepaalde periode is blootgesteld.

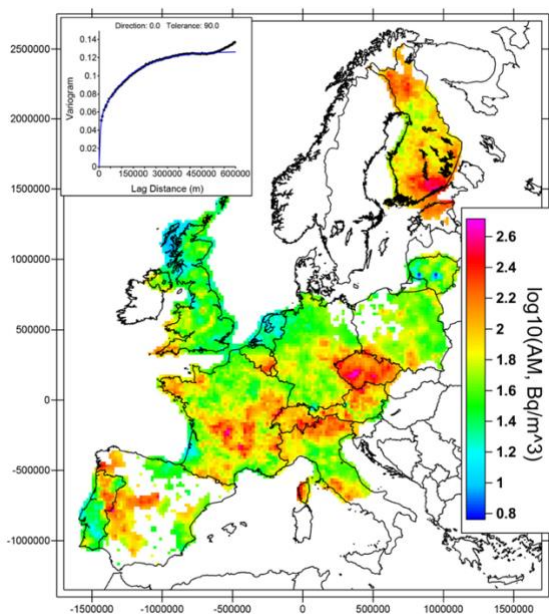
In Nederland ligt het achtergrondstralingsniveau erg laag. We zijn een laagliggend land en we hebben weinig plekken met vast gesteente onder de huizen. Toch is ook hier onderzoek gedaan naar de

hoeveelheid natuurlijke straling door radongas waaraan we worden blootgesteld. Internationale richtlijnen schrijven voor dat het streven moet zijn om in bewoonde gebieden onder de 300 bq/M3 te blijven, maar het liefst zo laag mogelijk richting de 100 bq. Onder de 100 bq is ongevaarlijk. Ons lichaam is al aangepast op een kleine hoeveelheid straling die er altijd was en zal zijn. De meeste woningen die boven die 100bq uitkomen liggen in Zuid-Limburg en in het rivierengebied (bron RIVM) en zijn slecht geventileerde kleine huizen. Hoeveelheden boven de 200 bq zijn er in Nederland nagenoeg niet. De woningen met een verhoogd stralingsgehalte zijn vrij eenvoudig te beschermen met goede vloerisolatie, ventilatie en dichtmaken van scheuren en kieren bij buizen die uit de grond komen.

In landen om ons heen komen we hele andere aantallen tegen. Wanneer we kijken naar Europa dat zien we hoge concentraties natuurlijke straling in onder meer delen van Frankrijk, Tsjechië, Zuidwest Engeland en Scandinavië. In deze gebieden zijn mensen dus aan aanzienlijk meer straling blootgesteld dan wij hier in Nederland. Zoveel soms dat er in sommige gebieden, zoals Cornwall in Engeland, door de regering geprobeerd wordt hier maatregelen in te nemen en huizen zo te isoleren dat ze beschermen tegen deze straling. In Cornwall is de straling afkomstig van radongas uit graniet, het meest voorkomende gesteente daar in de ondergrond. Langdurige blootstelling aan te hoge

concentraties radongas kan het risico op longkanker vergroten.

Op de kaart zien we ook dat Tsjechië erg hoge natuurlijke straling heeft. Hier liggen gesteentes en afzettingen met veel uranium, uraniumwinning is in dit land een belangrijke tak van industrie geweest. Eén van de gebieden met de hoogste natuurlijk straling in Europa is Oost-Scandinavië (Zweden en Finland). De geologie van dit gebied is mateloos interessant, maar maakt ook dat er veel radioactiviteit in de bodem aanwezig is.



*Kaart achtergrond straling in Europa. Bron: Semantic scholar*

Nu een praktische vraag... wie heeft er allemaal een granieten aanrechtblad in huis? Je begrijpt nu dus dat deze ook een hele kleine dosis straling afgeeft. Niet gelijk nu je keuken gaan slopen! Gelukkig is er veel onderzoek gedaan naar de risico's van deze aanrecht en tafelbladen. Er hebben in het verleden wat paniekberichten de media gehaald over hele hoge concentraties radongas in huizen met granieten aanrechtbladen. Uitgebreid onderzoek laat nu zien dat dit heel erg meevalt en eigenlijk ongevaarlijk is. Het enige risico is wanneer je een erg kleine afgesloten ruimte/keuken hebt zonder enige ventilatie met een heel erg groot en dik granieten blad en de deuren wekenlang dichthoudt. Naast natuurlijke straling worden we ook dagelijks blootgesteld aan straling waar we als mensen zelf verantwoordelijk voor zijn. Deze zijn afkomstig uit onder andere bouwmaterialen, medische behandelingen, kernafval, etc.

## Gebruik van radioactieve stoffen in de geschiedenis

Toen radioactiviteit pas ontdekt was werd het niet direct als iets risicovols gezien. Integendeel, men dacht dat het een positief effect kon hebben op onze gezondheid. Vooral het element radium, in 1898 ontdekt door Marie Curie, werd gezien als iets waar we veel baat bij konden hebben. Dus werd het toegevoegd aan allerlei dingen die we dagelijks gebruiken. Er was radiumwater voor radiumbaden en om te drinken, je kon radiumpillen kopen, radiumbrood, radiumchocola, radiumlotion, radiumlippenstift, radiumtandpasta, radiumboter, radiumshampoo, radiumhoudende verjongingsdrankjes, etc. Er was zelfs een condoommerk dat adverteerde met 'radium' condooms, maar gelukkig bevatten deze niet echt radioactief materiaal.



Radium chocola. Bron: Getty Images



*Radioactieve tandpasta. Bron: Museum of radiation and radioactivity*

Een bekend merk met ‘medicinaal’ radioactief water was Radithor. Het werd aangeprezen onder allerlei misleidende beloftes, de fabrikant noemde het ook wel ‘Eeuwige zonneshijn’. Een beroemde societyfiguur, sportman en advocaat uit begin 20e eeuw, Ebenezer Byers, gebruikte zo veel van dit drankje dat hij overleed aan meerdere tumoren en toen hij meer dan 30 jaar na zijn dood weer werd opgegraven gaf zijn lichaam nog steeds een extreem hoge straling af. Hij dronk op een gegeven moment dat ook drie flesjes per dag! En dat jarenlang.



*Radium watertank. Bron: Museum of radiation and radioactivity*

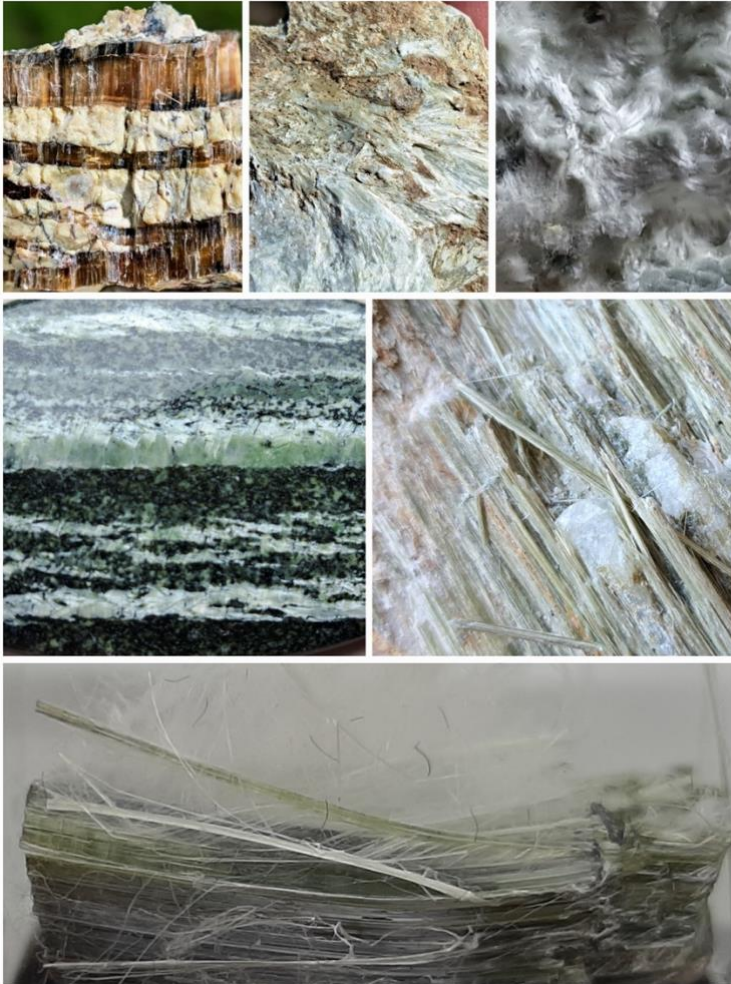
Omdat het zo handig oplichtte in het donker werd het gebruikt voor de wijzers van klokken, horloges en navigatieapparatuur voor vliegtuigen. Deze radiumverf werd opgeschilderd met hele fijne penseeltjes. Dit werk werd gedaan door jonge vrouwen die, om de puntjes van de penselen scherp te houden, de penselen tussen hun lippen nat maakten en draaiden. Na verloop van tijd kregen ze allerlei ziektes door de radioactieve werking van de verf. Velen werden ernstig ziek en stierven. Deze vrouwen werden bekend als 'radium girls'. De US Radium Corporation, waar de meisjes voor werkten, nam eerst geen enkele verantwoordelijkheid en wilde niets weten van het feit dat de vrouwen ziek waren geworden door hun werk. Zo werd ze voor de voeten gegooid dat ze ziek waren geworden door syfilis en werd hun naam in door het slijk gehaald. Uiteindelijk kregen ze na lang vechten en procederen een schadevergoeding en kwam hun verhaal naar buiten. Toch heeft het nog tot de jaren '70 geduurd voordat radiumhoudende verf verboden werd. Daarom is het ook raadzaam om op te passen met oude uurwerken die wijzers en cijfers hebben die in het donker oplichten. De kans is groot dat deze verf radium bevat.

Ook uranium vond zijn weg naar de industrie van gebruiksvoorwerpen. Geliefd was het groengele uraniumglas. Dat is glas waaraan een klein percentage uranium is toegevoegd. Onder invloed van UV licht werd dit heel mooi groen. Dit glas is tot in de 20e eeuw geproduceerd en staat

hoogstwaarschijnlijk nog in veel servieskasten, antiekwinkels en kringloopwinkels. Het meeste glas is ongevaarlijk omdat er maar heel weinig uranium inzit. Toch is er ook glas bekend met aanzienlijk hogere hoeveelheden uranium.

Tegenwoordig zijn we ons maar al te goed bewust van de risico's van radioactieve materialen. Toch zijn er een heleboel nuttige dingen waarvoor we het gebruiken. Bekend is natuurlijk het gebruik in de medische wereld bij de behandeling van kanker. En we weten allemaal dat er energie mee opgewerkt kan worden. Het heeft natuurlijk ook een wat minder leuke kant waar we ons in deze onzekere tijden goed van bewust zijn, namelijk kernwapens waarvan we hopen dat ze nooit gebruikt gaan worden.

# Asbestmineralen



## Wat is asbest?

Asbest is een ding waar de meeste mensen het liefste ver vandaan blijven, en niet zonder reden. Het werd ooit in allerlei huishoudproducten en bouwmaterialen gebruikt, maar sinds een aantal jaren weten we dat het kanker kan veroorzaken wanneer je te veel asbestvezels binnenkrijgt door inademing.

Asbest heeft een paar hele nuttige eigenschappen. Het is sterk, brandwerend en kan uitgeplozen worden in vezels die als wol verwerkt kunnen worden. Het is dan ook voor van alles en nog wat gebruikt. In de antieke oudheid schijnt men al geweten te hebben dat het niet brandbaar was. Het is door de eeuwen heen onder meer gebruikt voor kleden, kaarsen en olie pitten, cement, brandwerende stof en kleding, allerhande isolatie, imitatiemarmer in bouwwerken, sigarettenfilters, kunstsneeuw, vermengd in bakeliet, viltlaag onder zeilvloeren en natuurlijk de bekende golfplaten.



*Asbest kunstsneeuw. Bron: Wikimedia commons*

ASBESTOS

The curtain call

with all its wit and responsiveness, is no more interesting than the fireproof curtain itself. This moving fire-wall that protects both audience and stage from heat and disaster is of fabric woven from rock and adorned by the artist's touch.

**JOHNS-MANVILLE**  
**Asbestos**

Resistant to heat. water, wear and weather

No magic wand turned it into theatre curtains, table mats, coverings for pipes, linings for furnaces. Only the ceaseless research and labor of a national institution—Johns-Manville—has developed Asbestos. And now Asbestos is a necessity to the

covers the CONTINENT large manufacturer and the standby of housewives on ironing day—the roof of huge buildings and the cup for tiny nerves in a sensitive tooth. This is the work of Johns-Manville—hundreds of J.-M. Products pour into every avenue of life.

H. W. JOHNS-MANVILLE COMPANY  
New York City

35 Factories—Branches in 15 Large Cities  
Asbestos Fabrics, Packings, Roofings, Slings, Brake Linings, Building Materials, Electrical Devices, Heat Insulations, Refractory Concretes, Waterproofing.

The Motor Car The Farm The Home Industry Power Plants Transportation Roofing

When you think of Asbestos you think of  
**Johns-Manville**

*Advertentie voor asbesthoudend bouw materiaal.*

*Bron: Wikimedia commons*

Asbest is een natuurproduct, een groep mineralen. Deze groep is opgedeeld in twee soorten asbestvezels. Spiraalvormige vezels, de serpentijngroep, en de rechte vezels, de amfibolen. Amfibole mineralen zijn een vrij grote groep, waarvan niet alle soorten gevaarlijk zijn of tot asbest gerekend worden. De mate waarin asbest gevaarlijk is wordt niet zo zeer door de vorm bepaald (wat en vroeger wel dacht, dat alleen rechte vezels gevaarlijk waren), maar meer door bepaalde verhoudingen in lengte en diameter. Asbest wordt

door sommige bronnen niet meer kankerverwekkend, maar kankerbevorderend genoemd.

Asbestmineralen hebben een duidelijk kenmerk waaraan ze te herkennen zijn, ze zijn allemaal heel vezelig. Helaas is het niet zo makkelijk dat asbest in mineralen-land ook gewoon asbest heet.



*Asbestvezels*

De gevaarlijkste vorm is crocidoliet, blauwe asbest. Gedacht werd lange tijd dat dit de ergste vorm was die je echt heel erg ziek maakt. Maar tegenwoordig staan meer asbestsoorten op de zwarte lijst. Ook witte asbest, chrysotiel zou verantwoordelijk zijn voor ziektes. Maar zeker over welke wel en niet erg schadelijk zijn is men niet, dus staan voor de zekerheid meer soorten asbest als risico-mineraal te

boek. Op de website mindat.org kun je alle asbesthoudende mineralen met de bijbehorende gezondheidsrisico's opzoeken.

Voorbeelden van andere asbestmineralen zijn ook amosiet, anthofylliet, byssoliet, tremoliet en actinoliet. Vooral deze laatste zie je nog vrij regelmatig te koop. Nu niet gelijk in paniek raken, want er bestaan complete

bergen in Noorwegen en Schotland deels uit actinoliet, maar toch... Bij actinoliet is alleen de vezelige variant echt gevaarlijk. De variant met grote groene kristallen geeft nagenoeg geen risico.



*Chrysotiel*

Ook riebeckiet is een gevaarlijk vezelig amfibool-mineraal. De variant magnesio-riebeckiet is erg mooi blauw van kleur en wordt in cabochon of knuffelsteen vorm verkocht als



*Riebeckiet*

rhodusiet. Dan is het wel gestabiliseerd met epoxy, maar het blijft een risico mineraal. Tevens zijn er andere mineralen die niet direct als gevaarlijk asbest geclassificeerd zijn, maar waarvan gedacht wordt dat ze in vezelige groeivorm bij inademing dezelfde problemen kunnen geven als asbest. Dit zijn erioniet, fluoro-edeniet, winchiet, richteriet, antigoriet, nemaliet, palygorskiet en sepioliet (bron 'An overview of minerals toxicity', RDG 2014, update 2020).

Asbest is alleen gevaarlijk bij inademing. De vezels kunnen niet door ons lichaam worden afgebroken. Een enkele keer blootgesteld worden aan asbest is echt niet dodelijk, maar langdurige blootstelling kan dat wel zijn op den duur! Tegenwoordig is men erg terughoudend met het gebruik van asbest, maar de regels verschillen nog sterk per land. Zo importeert de USA nog steeds tonnen asbest per jaar. Ook zijn er nog regelmatig verontrustende nieuwsberichten over asbest in talkpoeder (make-up, babypoeder). Al met al dus iets om echt voorzichtig mee te zijn. Heb je stukjes asbest in je verzameling, bewaar ze dan in afgesloten doosjes. Als je zo'n doosje opent, zorg dan dat je gezicht is afgewend en je dit niet direct inademt. Houdt het uit de buurt van kinderen! Het is ook wijs om bij zo'n stuk een etiket te doen waarop duidelijk staat dat het asbest is. Wil je je stukjes asbest kwijt, dan is het verstandig om deze in te leveren bij de milieustraat in je gemeente en het duidelijk te labelen als asbest.

## Twee uitgelichte asbest-vraagstukken

De meeste mensen zullen niet heel veel asbestmineralen tegenkomen, vooral niet wanneer je voornamelijk geslepen stukken verzamelt. Toch zijn er twee veel voorkomende stenen waar asbest inzit die je regelmatig tegenkomt. Hoe gevaarlijk zijn deze?

### Zilveroog serpentijn

Serpentijn is een groep mineralen. Vaak wordt gedacht dat het een gesteente is, maar de juiste naam voor het betreffende gesteente is serpentiniet. En dit kan soms chrysotiel, een asbestmineraal bevatten. Dit zie je nog



*Zilveroog serpentijn*

wel af en toe te koop, zelfs als knuffelsteen met namen als zilveroog serpentijn of Swiss opal. Sommige boeken over werkingen van stenen kennen er zelfs een helende werking aan toe.

Behalve chrysotiel kan serpentijngesteente ook nikkel, chroom en kobalt bevatten. Ook niet echt gezonde dingen om binnen te krijgen. Daarbij wil ik wel noemen dat niet alle serpentijnsoorten gevaarlijk zijn. Serpentijn wordt ook gebruikt als bouwsteen en

is daarvoor ook goedgekeurd. Asbest in serpentijn concentreert zich voornamelijk in duidelijk zichtbare banden/lagen. Buiten deze lagen komt het in minimaal kleine hoeveelheden soms voor, maar kan bij normaal gebruik en al helemaal in gepolijste vorm niet zomaar als gevaarlijke vezels vrijkomen. 'Gewone' serpentijn zonder deze chrysotiel lagen mag gewoon verkocht worden als siersteen.



*Asbestvezels in zilveroog serpentijn*

Soms wordt zilveroog serpentijn verkocht met de mededeling dat het gepolijst ongevaarlijk is. Dat klopt niet. Asbest is niet te polijsten, deze witte laagjes zullen dus nooit glad worden en kunnen na polijsten nog steeds potentieel vezels verliezen. Daarbij... wat als je de steen laat vallen of er barstjes inkomen? Op de foto's zie je overduidelijk de losse asbestvezels zitten en je ziet ook dat er losgeraakte vezels op mijn hand liggen. Maakt niet uit of dit gepolijst of ruw is, het is asbest en dat is gevaarlijk

### Tijgeroog en valkenoog

Als mensen horen dat de vezelige structuur en het mooie tijgeroog effect door asbest komen schrikken ze nog wel eens. Maar tijgeroog is meer dan alleen asbest.



*Losse asbestvezels op valkenoog*

Tijgeroog is de bruine variant van blauwe

valkenoog. Valkenoog is

crocidoliet in kwarts. Tijgeroog is de geoxideerde variant, vandaar de bruine kleur. In het verleden nam men aan dat valkenoog en tijgeroog kwarts pseudomorfosen na crocidoliet waren.

Tegenwoordig is het inzicht daarin veranderd. Men denkt nu dat het bestaat uit crocidoliet dat scheurtjes is gaan vertonen waardoor silicahoudend water binnen kon dringen, kwarts kon vormen en de crocidoliet in deze kwarts door heeft kunnen groeien. Zo ontstaan banden van samengegroeide kwarts met crocidoliet (*bron Heaney & Fisher, 2003*). Over het algemeen is men het er wel over eens dat valkenoog en tijgeroog samengegroeid met kwarts geen risico opleveren, zeker niet in gepolijste vorm. Helaas is bij valkenoog heel af en toe de samengroei met kwarts niet volledig en dan zie je in ruwe stukken toch losse asbestvezels. Bij gepolijste stukken hoef je hier niet bang voor te zijn, wanneer er geen kwarts aanwezig is, kan valkenoog niet gepolijst worden.

## Mineralen met zware metalen



## Mineralen met zware metalen

'Zware metalen' is een verzamelnaam voor een aantal elementen, metalen, met een hoge atoommassa. Meestal stelt men dat het gaat om te metalen die liggen tussen koper en lood of bismut in het periodiek systeem der elementen (eigenlijk horen de eerste twee die we gaan bespreken er niet bij, maar ik wil ze toch graag meenemen). Een mineraal dat zware metalen bevat is niet per definitie giftig. Dat is afhankelijk van meerdere factoren. Zware metalen om mee op te letten zijn bijvoorbeeld arsenicum, cadmium, lood en thallium. Metalen zijn dingen die in eerste instantie niet zo heel gevaarlijk lijken. Omdat we er zo aan gewend zijn ze overal om ons heen te hebben in het dagelijks leven. En omdat metaalelementen ook essentieel zijn voor ons lichaam. IJzer zorgt er bijvoorbeeld voor dat ons bloed zuurstof kan vervoeren. Zonder dat geen leven. Vitamine B12 wordt dankzij kobalt aangemaakt. Zink is essentieel voor ons immuunsysteem en ons zenuwstelsel. Maar zoals met alles, te veel is schadelijk. Als ik je een glas water voorzet en je vertel dat ik er wat koper in op heb gelost, dan laat je het waarschijnlijk staan. Maar als iemand je een glas water geeft en je vertelt dat het kristalwater is gemaakt van chrysocolla dan denken mensen er niet bij na. Terwijl heel veel mineralen gewoon al dit soort zware metalen bevatten. De meeste kunnen gelukkig echt niet zo heel veel kwaad als je ze gewoon gebruikt op een goede

manier. Je kunt de meeste in gepolijste vorm gewoon als sieraad dragen en je kunt ze ook rustig in je verzameling leggen. Maar kristalwater of edelsteenelixer zou ik er niet van maken. Ondanks dat het allemaal keiharde stenen lijken zullen ze als ze in het water liggen toch altijd wat bestanddeeltjes met dit water gaan delen. Als je over lange tijd dus dit soort water binnenkrijgt is dat niet goed. Waarom denk je dat er inmiddels regelgeving is voor metalen in bijvoorbeeld waterleidingen? Er zit al genoeg metaal in ons water, soms zelfs te veel. Ga er dan niet nog een steentje inleggen wat dat nog meer maakt.

We bespreken niet alle metalen, omdat je sommige nagenoeg nooit tegen gaat komen in een mineraal. Bij een paar wil ik iets langer stilstaan omdat daar erg veel over te vertellen valt.

## Chroom – Cr 24

Chroom is als element als eerste ontdekt in het mineraal crocoiet. Destijds werd gedacht dat het lood met selenium en ijzer was en kreeg het mineraal de naam Siberisch rood lood. Pas later werd duidelijk dat het naast lood ook om een nieuw element ging. Naast chroom-6 bevat crocoiet ook lood, dat maakt het dus ook een mineraal om voorzichtig mee te zijn. Chroom werd populair als bestanddeel in verfstof.



*Crocoiet uit Callenberg, Duitsland en uit Beresovskii Rusland*

Niet alle chroom is even gevaarlijk. Het heeft allerlei nuttige toepassingen in de industrie. Zo wordt het in veel legeringen gebruikt, helpt het glas te zuiveren en wordt het gebruikt bij het looien van leer.

Autoliefhebbers kennen vast en zeker het proces van 'verchromen', metalen omvatten met een dun laagje chroom (er zijn zelfs liedjes over) zodat ze mooi glimmen en beter bestand zijn tegen corrosie

(roest). Ook aan roestvrij staal wordt chroom toegevoegd vanwege deze eigenschap. Driewaardig chroom is voor ons mensen in zeer beperkte hoeveelheden nodig voor de stofwisseling. De gevaarlijke vorm van chroom is  $\text{Cr}^{6+}$  of hexavalent chroom (zeswaardig chroom). Naast crocoiet (handen wassen, niet aan kinderen geven en niet in je water doen) bevatten best veel mineralen kleine hoeveelheden chroom. Meestal gelukkig vrijwel ongevaarlijk. Bekende andere chroomhoudende mineralen zijn bijvoorbeeld stichtiet en uvaroviet (granaat).

### Lopeziet

Lopeziet bevat zeswaardig chroom en wordt helaas nog veel verkocht zonder enige waarschuwing of goede informatie. Natuurlijke lopeziet of kaliumdichromaat zul je niet veel zien in de handel. Maar het bestaat wel. De lopeziet die je wel tegenkomt is geproduceerd door mensen met als grondstof natuurlijk kaliumdichromaatpoeder. De felrode kristallen die het dan vormt zien er heel mooi uit maar zijn behoorlijk gevaarlijk. Het is geclassificeerd als kankerverwekkend. Het lost al op bij lage



*Lopeziet (lab grown)*

temperatuur en minimale vochtigheid. Als je zo'n stuk aanpakt met warme handen die wat bezweet zijn loop je al risico. Helaas zie je deze stukken nog regelmatig zonder enige waarschuwing voorbijkomen op verkoopsites, beurzen en in winkels. Inademing van het materiaal is gevaarlijk, maar ook contact met huid en ogen. Dit is een mineraal dat je beter kunt vermijden. Dit is een aantrekkelijk mineraal voor kinderen gezien de felrode kleur en glimmende kristallen. Maar absoluut niet geschikt voor kinderhandjes of zelfs grotemensen-handen.

Chroom kan in sommige mineralen ook voorkomen als sporenelement, dan is het ongevaarlijk. Denk daarbij aan bijvoorbeeld robijn.



*Lopezietkruimel lost direct op in koud kraanwater*

## Kobalt – Co 27

Kobalt is bij de meeste mensen bekend als een kleurpigment. Onder mijnwerkers had het vroeger een erg slechte naam, vooral omdat het vaak werd gevonden in combinatie met giftig arsenicum, iets waar de mijnwerkers angst voor hadden. De naam komt dan ook van het Duitse Kobold, boosaardige dwergen waarvan men dacht dat zij dit mineraal in de aarde hadden verstopt. Het is giftig, maar gelukkig komen we het niet heel vaak tegen in mineralen. Bekende mineralen waar dit in voorkomt zijn erythriet en skutterudiet. Beide mineralen bevatten naast kobalt ook arsenicum. Het meeste kobalt wordt overigens verkregen als bijproduct van nikkel- en koperwinning. Erythriet, cobaltiet en skutterudiet zijn bekende kobaltmineralen die ook gebruikt worden om kobalt uit te winnen.



*Erythriet (links) en skutterudiet, (boven), Bou Azzer, Marokko*

Kobalt is al sinds de oudheid een element wat zijn nut heeft gehad. De oude Perzen, Grieken, Romeinen en Egyptenaren wisten dat het gebruikt kon worden om glas een kleur te geven. Zelfs tegenwoordig is kobalt glas nog populair. Het geeft een mooie intens blauwe kleur aan glas. Een bekend merk is 'Bristol blue' glas. Tegenwoordig wordt het gemaakt met kalium kobalt silicaat en heeft het als naam 'smalt'.

Ook bij porselein werd het gebruikt als kleurstof door de Chinezen. Dit is het bekende 'kobaltblauw'. Dit werd verkregen uit skutterudiet. Ook bij het beschilderen van Delfts Blauw werd kobaltoxide verf gebruikt. Kobalthoudende verf is licht giftig wanneer het is gemaakt van smalt, het levert dan vooral een risico in poedervorm vanwege de kans op inademing.

Tegenwoordig is kobalt onmisbaar in onze moderne maatschappij. Het is één van de belangrijkste elementen in batterijen. Het wordt ook wel 'blauw goud' genoemd vanwege de belangrijke waarde voor de energietransitie. Het meeste kobalt komt uit Congo (74%), vooral als bijproduct uit kopermijnen. Ongeveer een vijfde van deze mijnen zijn zogenaamde 'artisanal' mijnen, kort gezegd grote gaten in de grond waar zonder goede apparatuur en middelen koper en kobalt uit de bodem worden gehaald. Er wordt daar helaas gemijnd onder zeer slechte omstandigheden. In sommige mijnen werken duizenden straatarme mensen, hele gezinnen met kinderen, die met hun blote handen

gesteenten vol met ongezonde elementen uit de grond halen.

Kobaltsulfaat is ook korte tijd gebruikt als toevoeging in bier door sommige merken. Dit zorgde ervoor dat het schuim stevig bleef. Dit zorgde voor gezondheidsproblemen bij stevige drinkers.

Vitamine B12 wordt ook wel cobalamine genoemd en bestaat voor een deel uit het element kobalt. Het is dus voor ons in hele kleine dosering belangrijk. Het heeft onder meer invloed op onze stofwisseling, ons zenuwstelsel en de aanmaak van rode bloedcellen. Het kobalt dat je door je eten binnenkrijgt in vitamine B12 is niet te vergelijken met kobalt in een mineraal. In de vitamine is het deel van een zeer complexe structuur en zit het stevig gebonden in een ringstructuur samen met andere stoffen. Kobaltvergiftiging kan voorkomen door onder meer blootstelling aan kobalthoudend stof (pas dus op wanneer je mineralen met kobalt gaat zagen en polijsten) en orale inname.

Kobalt heeft een synthetische radioactieve isotoop, kobalt-60. Deze komt in de natuur niet voor. Het wordt industrieel geproduceerd door de stabiele isotoop kobalt-59 te verrijken met neutronen. Kobalt-60 wordt gebruikt voor diverse industriële toepassingen en in kankertherapie. Het kan ook ontstaan uit verval van ijzer ( $^{60}\text{Fe}$ ), maar dit is in de natuur extreem zeldzaam. Het concept van een kobaltbom, een nucleair wapen dat een fall-out van

kobalt-60 zou veroorzaken en zo hele gebieden radioactief kan maken, is vooralsnog een hypothetisch iets. Het is iets wat je nog wel eens in boeken en films tegenkomt. Er is geen bewijs dat zo'n wapen daadwerkelijk bestaat. Er zijn echter wel experimenten geweest met het gebruik van kobalt in nucleaire wapens. Er zijn wel een paar voorvallen geweest waarbij afval met radioactief kobalt tussen oud ijzer is terecht gekomen en zo is gebruikt bij de productie van nieuw metaal. Dit metaal bleek licht radioactief te zijn.

## Koper – Cu 29

Koper is een metaal dat in ontzettend veel mineralen aanwezig is. Geliefd zijn onder meer de groene malachiet en de blauwe azuriet. Lang niet al deze kopermineralen zijn gelijk gevaarlijk. Ik noem het hier wel, want het is een heel veel voorkomend element in stenen. Maar bij normaal gebruik is het nagenoeg nooit echt heel gevaarlijk. Het wordt een ander verhaal wanneer je dagelijks een dosis edelsteenwater drinkt gemaakt van kopermineralen, maar hopelijk doet niemand dat. Acute kopervergiftiging is erg zeldzaam. Kopervergiftiging wordt ook wel copperiedus genoemd. Het komt vooral door bij mensen die door een genetische afwijking koper niet kunnen verwerken in hun lichaam. Om ziek te worden van koper moeten mensen die deze afwijking niet hebben echt veel binnenkrijgen gedurende langere tijd. Langdurige blootstelling in hoge mate kan schade aan lever en nieren tot gevolg hebben. Over het algemeen kunnen gezonde mensen een redelijke hoeveelheid koper verwerken in het lichaam en hebben we voldoende manieren om van overtollig koper af te komen. Er zijn ook dit moment wel onderzoeken gaande naar een mogelijk verband tussen kopervergiftiging en Alzheimer. Koper in water heeft een heel nadelig effect op schelpen en vissen. Vissen hebben veel last van een hoog kopergehalte en kunnen ziek worden en sterven.

Het is dan ook een fabeltje dat malachiet giftig is. Malachiet poeder staat overigens wel geregistreerd als risicoproduct. Je kunt je voorstellen hoe groot mijn verbazing was toen iemand me wees op een dagcrème waarin malachietpoeder gebruikt was. We weten dat de Egyptenaren dit poeder als make-up gebruikten (Udju), bij dagelijks gebruik is dit zeker niet aan te raden. Om even te relativiseren... een gewoon stukje malachiet in je hand of aan een ketting is ongevaarlijk.

Koper is al sinds mensenheugenis bekend. Het werd in de oudheid reeds gewonnen om te gebruiken in siervoorwerpen en wapens. De oudste koperen voorwerpen stammen uit het neolithicum. Het was op veel plekken voorhanden en was vrij makkelijk te winnen. De periode waarin veel koper werd gebruikt noemen we ook wel de kopertijd. IJsmummie Ötzi droeg een koperen bijl bij zich. Gemend met tin maakt het brons, dat is waar de bronstijd naar genoemd is. Er geschikt voor allerlei toepassingen en relatief makkelijk te maken.

### Chalcanthiet

Chalcanthiet is een kopersulfaat mineraal dat gewoon in de natuur voorkomt.

Een mooi, helderblauw kopermineraal.

Maar helaas is de meeste chalcanthiet die je in winkels en op beurzen ziet de synthetische,

laboratorium-

geproduceerde variant. Felblauwe kristallen die na verloop van tijd verbleken naar een fletsere blauwe kleur. Een beetje oefenen leert je al snel natuurlijk van synthetisch te onderscheiden bij dit mineraal, maar de echte weggever is vaak de 'vindplaats'. Als dit mineraal als vindplaats Polen heeft, dan moet je er sterk van uit gaan dat dit een labgrown exemplaar is en geen natuurlijk stuk. En bovendien... zowel natuurlijke als synthetische exemplaren zijn niet heel goed voor je gezondheid, liever dus niet te veel aanraken en buiten bereik van kinderen houden. Vanwege hun mooie felblauwe kleur spreken ze juist kinderen erg aan. Opletten



*Chalcanthiet (natuurlijk), Planet Mine, La Paz co., Arizona, USA*



*Chalcanthiet, lab grown*

geblazen dus. Kan huidirritatie en oogirritatie geven en ook irritatie aan de luchtwegen. In oude scheikunde sets en 'grow your own crystal' set wil soms wel felblauw kopersulfaat poeder zitten. In poedervorm is het een stukje gevaarlijker, onder andere omdat het risico op inademing groter is. Eigenlijk is dit niet geschikt voor kinderen, terwijl die sets daar wel voor zijn bedoeld.

Kopersulfaat staat in veel landen geregistreerd als pesticide. Het is zeer schadelijk voor waterleven en wordt soms ingezet om bepaalde bacteriën in water te weren. Dit kan ook nadelige gevolgen hebben voor mensen die dit water als drinkwater gebruiken (mogelijk is dit de reden geweest van een grote epidemie op Palm Island in de jaren '70). Naast een nadelig effect op bacteriën in water werkt het tegen schimmels, slakken en sommige planten. Wanneer mensen ziek worden door het binnenkrijgen van kopersulfaat in poedervorm zijn de belangrijkste kenmerken misselijkheid, braken en diarree. De diarree en het braaksel zijn dan vaak blauw van kleur.

Kopersulfaat wordt soms in hele kleine hoeveelheden aan wijn toegevoegd om de zwavelsmaak weg te krijgen die ontstaat in het

maakproces. Kopersulfaat vermengd met ongebluste kalk staat bekend als 'Bordeaux mix' en wordt gebruikt in wijngaarden tegen meeldauw en schimmels.



*Lab grown chalcantith. Coll. W. Adams*

## Arsenicum – As 33

Bij arseen of arsenicum wil ik graag iets uitgebreider stilstaan. Het is een element waar mensen bang voor zijn omdat het heel bekend is als gif. Ook heeft het een ontzettend boeiende geschiedenis. Vandaar dat we hier iets meer aandacht aan gaan besteden en verdelen over meerdere dagen. De meest bekende mineralen met arsenicum zijn waarschijnlijk wel auripigment (orpiment) en realgaar. Ook weten de meeste mensen inmiddels wel dat zogenaamde bumblebee jaspis arsenicum bevat in de vorm van realgaar. Maar wat is arsenicum en hoe giftig is het eigenlijk?

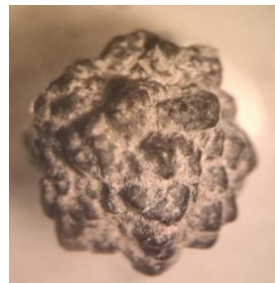
Om maar gelijk wat angst weg te nemen, gevaar op acute vergiftiging is bij de zojuist genoemde mineralen niet van

toepassing. Ja, deze zijn giftig, maar acute vergiftiging is hierbij nagenoeg niet mogelijk (tenzij je grote stukken op gaat eten). Hoe het precies zit met de giftigheid van verschillende arsenicumhoudende mineralen vertel ik later. Hoogstwaarschijnlijk werd arsenicum al ontdekt in de 13e eeuw door Albertus Magnus, maar pas in de 17e eeuw werd beschreven hoe arsenicum geïsoleerd kon worden als element. We maken



*Gedegen arsenicum, Storliden Mijn, Malå, Zweden*

onderscheid tussen organisch arseen (dat voorkomt in levende wezens, dus ook in ons mensen) en de anorganische vorm (in ertsen, mineralen). Het wordt tegenwoordig gebruikt in de industrie en in heel beperkte mate in de geneeskunde, bij de behandeling van bepaalde vormen van leukemie en syfilis. Helaas zijn er nog steeds landen die arsenicum inzetten als pesticide en bij de behandeling van hout om dit te beschermen tegen dingen als houtworm. Gezien de giftigheid van arsenicum is dit sterk af te raden en is het in veel landen verboden om hout hiermee te behandelen. Heel soms wordt het in legeringen gebruikt.



Arsenicum is niet heel zeldzaam komt bijna overal in de bodem voor. Zo ook in Nederland. Klei en veengrond bevat relatief meer arsenicum dan zandgrond. Kwelwater kan het arsenicumgehalte in de bodem verhogen. Wanneer er grotere concentraties in de bodem zitten kan dit ervoor zorgen dat er te veel arsenicum in grondwater terecht komt en zo arsenicumvergiftiging bij mensen via drinkwater veroorzaakt. Dit is vooral in China, India en Bangladesh een veelvoorkomend probleem. Of doordat bepaalde gewassen die op deze bodem verbouwd worden het arsenicum opnemen. Bij het eten van dit gewas krijg je dit dus binnen. Een heel bekend voorbeeld

*Gedegen arsenicum,  
Akadani Mijn, Fukui City,  
Japan*

hiervan is rijst, maar ook bij tabak is dit een probleem. Het gebruik van arsenicum in pesticiden heeft dit probleem nog groter gemaakt.

Even weer kijkend naar de situatie in Nederland. We vinden hier vooral hogere concentraties in drinkwater in de kustgebieden, met name Zuid-Holland, de rand van de Veluwe en de Sallandse Heuvelrug. De belangrijkste oorzaak is de oxidatie van pyriet in veen en het oplossen van ijzeroxides. Gelukkig komen deze hoeveelheden niet boven de kritische waarde en hoeven we niet bang te zijn dat we via ons drinkwater te veel arsenicum binnenkrijgen.

Arsenicum wordt gewonnen uit onder andere arsenopyriet, realgaar en auripigment, maar bij veel mijnbouw/metaalwinning is arsenicum in een bijproduct. Dit en het gebruik van andere zware metalen bij mijnbouw zorgt vaak voor sterk vervuilde gebieden rondom metaalmijnen en besmetting van water. Ook het vrijkomen van arsenicumhoudend stof bij deze mijnen is een gevaar. Bij het smelten van bepaalde ertsen komt arsenicum ook vrij als damp. Het komt ook in



*Arsenopyriet, Panasqueira Mines, Portugal*

sommige steenkool in hogere gehalten voor en komt vrij bij het verbranden ervan.

Arsenicum wordt tegenwoordig gezien als 'kritisch element', dat wil zeggen dat het belangrijk is voor onze moderne technologie. We hebben het onder meer nodig voor telecommunicatieapparatuur, munitie, LED's, batterijen, zonnepanelen en ruimtevaarttechnologie. Peru, China en Marokko zijn belangrijke leveranciers van arsenicum.

### **Arsenicum: Geschiedenis**

Al sinds de klassieke oudheid (en wellicht ook wel daarvoor al) wist men dat arsenicum een ideaal gif was. Het kon nagenoeg niet getraceerd worden, het liet geen zichtbare sporen na. Perfect dus om iemand mee te vergiftigen. En dat is dan ook talloze keren gebeurd. We weten dat een aantal Romeinse keizers (en hun vrouwen, minnaressen, tegenstanders, etc) een voorliefde hadden voor arsenicum. Het verhaal gaat dat Nero zijn stiefbroer Tiberius Claudius Caesar Britannicus uit de weg heeft geruimd met een bord soep waarin hij arsenicum had laten stoppen. De moeder van Nero, Agrippina, had al ervaring opgedaan met dit gif (ze heeft onder meer haar man, keizer Claudius, de vader van Britannicus laten vermoorden), dus zoonlief had dit niet van een vreemde. De soep was natuurlijk eerst aan een voorproever gegeven. Hij gaf aan dat de soep prima was, maar veel te heet voor zijn meester. En daar ging het mis. Nero liet de soep aanlengen met koud water met daarin

opgelost arseensulfide. Zo ging de soep naar Britannicus die bij de eerste hap dood neerviel. Aldus de verhalen... Natuurlijk zijn historici hier mee aan de slag gegaan. Bij inname van arsenicum val je niet direct dood neer, je sterft een zeer pijnlijke en langzame dood. Dus ergens in dit verhaal is iets niet helemaal correct. Of er is een ander gif gebruikt, of hij heeft iets langer over zijn doodstrijd gedaan. We kunnen het helaas niet meer navragen.

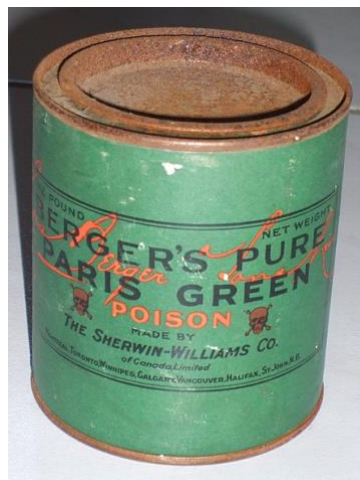
Alchemisten waren gefascineerd door arsenicum. Tot aan de middeleeuwen waren de enige bronnen van arseen de bekende mineralen, en dan met name auripigment en realgaar. Deze verstopt je niet zomaar even in iemands eten of drinken. Ze schijnen een vrij heftige smaak te hebben in deze vorm (ik heb het niet getest) en zijn moeilijk oplosbaar in water. Een geur- en smaakloze vermomming gaat dus niet op wanneer je het puur van deze stenen moet hebben. Het werd als gif pas echt populair toen het op grote schaal geproduceerd kon worden en makkelijk verkrijgbaar werd in een vorm die wel geur-en smaakloos was en waar op dat moment geen goede test voor was om aan te tonen dat dit als gif gebruikt was. De Arabische alchemist Jabir ibn Hayyan slaagde erin door verhitting en distillatie van arsenicumhoudende mineralen (realgaar en auripigment) een arseenzuur te verkrijgen. Deze vorm van arsenicum (arseen trioxide) is extreem giftig en geur-en smaakloos. Het werd gezien als het perfecte gif. De eerste mensen die hier volop mee aan de slag gingen waren de de

Medici's en de Borgia's in Italië. In-de-weg-lopers konden vroeg of laat rekenen op een portie vergif. Het was zelfs zo dat de Engelsen hun eigen term bedachten voor het uit de weg ruimen van mensen met vergif, dit werd 'to be italianated' genoemd. Pas toen midden 19e eeuw de zogenaamde Marsh test werd ontwikkeld kon men vergiftiging met arsenicum daadwerkelijk aantonen in een lichaam.

### Paris green

Het doelbewust gebruiken van arsenicum als vergif is één ding. Erger is het wanneer het aan van alles en nog wat wordt toegevoegd en het je dagelijkse leven binnendringt zonder dat je er erg in hebt. En dat is precies wat er in de 18e en 19e eeuw gebeurde. Het kreeg veel populariteit als pesticide. Het werkte tegen ieder ongewenst beest in huis. Van insecten tot ratten. In een tijd dat

rattenplagen aan de orde van de dag waren en huizen vochtig waren en stikten van het ongedierte leek het een goede oplossing om daar arsenicum voer te gebruiken. Daarnaast ontdekte men dat het vermengt met koper een prachtig groene kleur gaf die als verfstof zeer geschikt was. De eerste variant hiervan werd 'Scheele's groen' genoemd, naar de Zweedse apotheker Scheele die dit ontdekt had. Het



*Blik Paris Green. Bron: Wikipedia*

nadeel van zijn verf was dat het wat geel oogde. Begin 19e eeuw werd dit verbeterd en op de markt gebracht onder een heel aantal namen, waarvan we de naam 'Parijs groen' of 'Paris green' het beste kennen (Veronese groen en Schweinfurter groen zijn andere veelgebruikte namen). Het werd gebruikt als verf en als pesticide. Alle bekende kunstenaars uit die tijd liepen weg met de prachtige groene kleur, waaronder onze eigen Vincent van Gogh, maar ook impressionisten als Monet vonden het een mooie kleur om mee te werken. De naam dankt het aan het feit dat de stad Parijs dit middel kwistig gebruikte om van de ratten in de riolen van de stad af te komen. Het gebruik van deze groene verf en aanverwante pigmenten werd zo populair dat het overal opdook. Er werd behang van gemaakt, stof mee gekleurd voor kleding, boekenkaften (deze haalden nog niet zo lang geleden het nieuws omdat ze nu uit bibliotheken worden verwijderd), kinderspeelgoed, voedingsmiddelenkleurstof, verf van meubilair, je kunt het zo gek niet bedenken. En alsof dat nog niet genoeg was waren er ook nog overal kwakzalvers die het in medicinale vorm aanboden in ongecontroleerde hoeveelheden.



*Jurk geverfd met  
arsenicumhoudende pigmenten.  
Bron: Wikipedia*

Wie in de 19e eeuw in een huis van de gegoede burgerij rondliep kon niet ontkomen aan arsenicum. Het was overal. Dit had dan ook zijn weerslag op de gezondheid van de mensen in deze tijd. En het was niet zo dat ze niet wisten dat het giftig was. Het gebruik als pesticide laat dat zien. En ook in die tijd was het vergif-nummer-1 om mensen mee te vermoorden. Vooral in Regency en Victoriaans Engeland was dit overal

aanwezig. Zelfs in Buckingham Palace waren de muren bedekt met mooi groen behang. Toen koningin Victoria zich realiseerde wat het echt was en er mensen ziek waren geworden liet ze alle behang weghalen. Het duurde nog tot eind 19e eeuw tot er regels kwamen omtrent het gebruik van arsenicum houdende verf. Het gebruik van Parijs groen als pesticide bleef veel langer bestaan. Tot in de Tweede Wereldoorlog werd het gebruikt om muggen te bestrijden, met name tegen malariamuggen. Hele gebieden werden besproeid en het werd in water gegoten om de beestjes uit te roeien.

En dan de hamvraag... is Napoleon gestorven door arsenicumvergiftiging? Lange tijd ging er een hardnekkig gerucht rond dat Napoleon Bonaparte in zijn verbanningsverblijf op St Helena vergiftigd was met arsenicum. Uit onderzoeken op zijn haren blijkt dat deze inderdaad een hoge concentratie arsenicum bevatten, maar niet hoger dan voordat hij verbannen werd en ook niet hoger dan bij de andere mensen om hem heen, zoals zijn vrouw. Conclusie die daaruit nu getrokken wordt is dat dit arsenicum afkomstig is uit zijn leefomgeving, net als in ieder ander huis in die tijd.

Waar het heel erg mis ging...

Twee voorbeelden uit de geschiedenis waarbij arseenvergiftiging heeft gezorgd voor veel slachtoffers zijn te vinden in Engeland.

In 1858 kwamen er 21 mensen om het leven doordat ze snoepjes hadden gegeten met arsenicum. Een nog groter aantal werd ziek. De maker van de snoepjes was nogal gierig. Omdat suiker duur was verving hij vaak de helft van de suiker met gipspoeder. Door een slordige fout bij de apotheker waar hij zijn grondstoffen inkocht vermengde hij die noodlottige keer de suiker niet met gips, maar met een zak arseentrioxide die op het oog leek op het gipspoeder. De snoepmaker werd ziek tijdens het maken, maar legde geen link met de ingrediënten van het snoep. Het viel wel op dat de snoepjes er toch iets anders uitzagen dan gewoonlijk. Maar hij verkocht tot zijn waar door aan de snoepwinkel in de buurt. Ook deze man merkte

wel op dat de snoepjes anders waren. Hij werd zelfs ziek van een snoepje dat hij geproefd had. Maar toch verkocht hij een groot aantal zakken arseenhoudend snoep bij zijn kraam. Veel mensen werden ziek, 21 stierven. Al snel werd duidelijk wat de oorzaak was en alle betrokkenen moesten zich verantwoorden voor de rechtbank.

In 1900 werden in Manchester opvallend veel mensen ziek die bier hadden gedronken. Niet direct, het duurde vrij lang voordat de artsen in de gaten hadden dat mensen niet ziek werden van overmatig alcoholgebruik, maar symptomen vertoonden van chronische arseenvergiftiging. Onderzoek leidde de autoriteiten naar de leverancier van invertsuiker. Omdat mout duur was besloten een aantal bierbrouwerijen hun goede kwaliteit mout te vervangen met lagere kwaliteit aangevuld met suiker. Echte suiker was ook te duur, daarom gebruikte men invertsuiker die



THE GREAT LOZENGE-MAKER.

*Spotprent n.a.v. het noodlottige snoepjesincident.  
Bron: Wikipedia*

verkregen was uit de omzetting van zetmeel. Voor de productie van deze 'suiker' gebruikte men in die tijd zwavelzuur verkregen uit geoxideerde pyriet. Alleen wist men niet dat pyriet soms arseen in het kristalrooster heeft als 'vervuiling'. Deze arseen kwam in het mout en dus in het bier terecht en zorgde er voor dat zo'n 6000 mensen ziek werden, waarvan geschat wordt dat 70 mensen zijn overleden.



*Arsenic labyrinth. Bron: Southwestcoast photos*

Als je je afvraagt wat dat vreemde gebouw op bovenstaande foto is... dit is het zogenaamde arsenicum labyrint bij de Botallack mijn in Cornwall.

Dit is gebouwd in 1906. In de mijn werd tin gewonnen. Om het tin uit het erts te halen moest het sterk verhit worden. Bij dit proces kwam zwavel en arsenicumdamp vrij. Deze damp werd opgevangen en door het labyrint geleid. Bij het afkoelen van de damp sloeg arseenpoeder neer op de muren van het afgesloten labyrint. Mijnwerkers gingen naar binnen en schraapten dit witte poeder, zeer giftig arseentrioxide, van de muren af. Dit met maar erg weinig bescherming. Even voor jullie idee, minder dan een gram van dit spul was genoeg om een volwassen man te doden. Het arsenicum dat hier gewonnen werd was de grondstof voor het eerder besproken pesticide.

### Medicijn

Ondanks alle nare eigenschappen is arsenicum toch ook al eeuwenlang bekend als medicijn. Zo kennen we onder andere de verhalen over 'arseeneters' in Oostenrijk, mensen die langzaam opgebouwd dagelijks arsenicum aten en geloofden dat het ze beschermde (dit verhaal wordt door menig wetenschapper in twijfel getrokken). We weten dat mensen in de Middeleeuwen amuletten met daarin auripigment en realgaar droegen als bescherming tegen de pest. Er bestond jarenlang een beroemd tonicum dat zou beschermen tegen allerlei ziektes, de Fowler Solution. Zelfs Charles Darwin nam op een zeker moment in zijn leven medicatie met arsenicum in de hoop een oplossing te vinden voor zijn vele gezondheidsklachten.

Waar het voorschrijven van dit middel tot een jaar of 100 geleden een soort Russische roulette was en je nooit wist of je nu ziek was van de kwaal of het medicijn is dat inmiddels wel anders. De huidige medische wetenschap weet nu dat het bijvoorbeeld erg goed werkt tegen bepaalde vormen van leukemie. Met de toenemende antibiotica resistentie ziet de wetenschap ook daar een rol voor arsenicum in medicatie weggelegd. In sommige Oosterse geneeswijzen wordt het nog steeds gebruikt. Daar gebeurt dit niet altijd even verantwoord (zo kun je schijnbaar in China op iedere straathoek pillen kopen met auripigment, realgaar en arsenoliet (arseentrioxide), maar lang niet alle gebruik in alternatieve geneeswijzen is op die manier. Ook daar ligt bij de juiste stromingen wetenschappelijk onderzoek aan de basis van de remedie.

## Arsenicum: Mineralen

Er zijn best veel mineralen die arsenicum bevatten.

Momenteel bevat mindat 754

geldige mineralen die dit element in meer of mindere mate bevatten. Te veel om hier

allemaal op te

noemen dus. Gelukkig zijn ze lang niet allemaal gevaarlijk. Maar het blijft een giftig element, dus wanneer een mineraal arsenicum bevat is het advies om je handen te wassen na aanraking en het uit de buurt te houden van kinderen en huisdieren.

Wellicht overbodig, maar ik benoem het toch nog een keer. Arsenicumhoudende mineralen zijn niet geschikt om in drinkwater te leggen (edelsteenwater) en ook niet om veel in de handen te houden of mee te knuffelen.



*Auripigment, Quiruvilca Mine, Peru*

De mate van giftigheid hangt af van onder andere:

- Het type arsenicum verbinding (arseen trioxide in arsenoliet is veel gevaarlijker dan arseensulfide in auripigment)
- De oplosbaarheid van het mineraal
- De hoeveelheid arsenicum

In de chemische formule van een mineraal is de aanwezigheid van arsenicum aangegeven met As.

### Auripigment en realgaar

De bekendste arsenicum mineralen zijn denk ik realgaar en auripigment (je komt ook vaak de Engelse naam orpiment tegen). Deze twee mineralen zijn al eeuwenlang in gebruik als pigment om verf mee te maken. Het spreekt voor zich dat deze verf niet goed is voor de gezondheid van de mensen die er mee werkten. De Egyptenaren vermaalden auripigment om als make-up te



*Auripigment (geel) en realgaar (rood)*

gebruiken. Ook niet heel verstandig natuurlijk. De naam auripigment komt van aurus, goud, en pigment. Dit omdat de gele kleur aan goud doet denken.

Het zijn twee mineralen die chemisch dicht bij elkaar liggen. Beide vormen ook onder vrijwel dezelfde

omstandigheden, hydrothermaal. Het zijn beide arseensulfiden, dus een combinatie van arsenicum met zwavel. Zwavelverbindingen zijn over het algemeen vrij sterk en dat maakt dat deze twee mineralen niet zo extreem giftig zijn, ondanks hun niet zo gezellig klinkende bestanddelen. Ze zijn erg zacht en breken makkelijk. Toch zijn ze beide niet goed oplosbaar in water, tenzij je er een zuur aan toevoegt. Auripigment is goudgeel tot oranje en realgaar is oranje-rood. Wanneer realgaar geel wordt en verpulverd is dat een teken dat het vervalt naar parealgaar. Bijna iedere realgaar die wordt blootgesteld aan licht ontkomt hier niet aan. Wil je je realgaar specimen goedhouden is het zaak deze niet te veel in het licht te zetten.

Heb je deze twee mineralen in je verzameling, dan bewaar je ze het beste in een afgesloten doosje buiten bereik van kinderen en huisdieren. Als je ze aan hebt geraakt is het raadzaam om je handen goed te wassen.



*Realgaar, Hunan, China*

### Bumblebee 'jaspis'

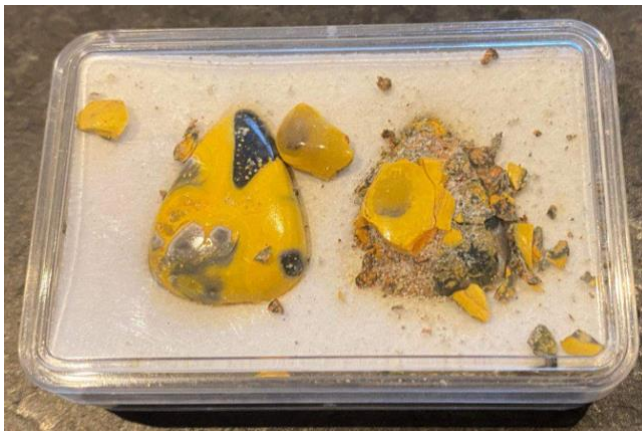
Uit Indonesië komt een wit-geel-grijs gesteente dat bestaat uit calciet, realgaar en pyriet. Het wordt verkocht onder de naam bumblebee jaspis, hommelpijpsteen. Soms ook als eclipse stone.



*Ruwe en gepolijste bumblebee 'jaspis' uit Indonesië*

De term 'jaspis' is hier ontorecht. Het gaat niet om een kwartshoudend gesteente, maar om een calciet. Deze is aanzienlijk zachter en gevoeliger voor inwerking van zuur. Dit maakt bumblebee 'jaspis' een relatief zachte en kwetsbare steen. De aanwezigheid van realgaar maakt de steen nog zachter. Soms wordt beweerd dat de gele kleur in dit gesteente afkomstig is van zwavel, maar dat is onjuist. Wanneer je deze steen wilt gebruiken of dragen is het dus goed om te weten dat het hier om een arsenicumhoudend gesteente gaat.

Ook in bumblebee 'jaspis' is de realgaar onderhevig aan verval, zie daarvoor bijgevoegde foto.



*Uit elkaar gevallen bumblebee 'jaspis', foto E. Garsche*

Sinds kort is er een nieuwe arseenhoudende steen op de markt. Deze wordt aangeboden als 'Chinese bumblebee jaspis' of 'Orpiment healing stone'. Het gaat hier om een combinatiesteen waarin auripigment, (par)realgaar, galeniet en epidoot zitten. Arseen-en loodhoudend dus en niet gezond. Deze steen wordt vooral als torens, bollen of andere geslepen vormen verkocht. Het is een heel zacht gesteente en brokkelt makkelijk af.



*Orpiment healing stone: auripigment, realgaar, galeniet en epidoot*

### Arsenoliet

Dit is een aanzienlijk giftig arsenicum-mineraal. Het ontstaat bij oxidatie van auripigment. Het is gelukkig vrij zeldzaam. Het nadeel is alleen dat het voor kan komen



*Zwarte arsenolietkristallen, Chili*

met andere arsenicummineralen en zeer kleine, voor het oog bijna niet zichtbare kristallen kan hebben. Dat wil zeggen dat je goed op moet passen met arsenicummineralen, omdat niet altijd uit te sluiten is dat deze vorm ook op een stuk aanwezig is. De kristallen zijn vaak kleurloos en soms wat geel door inmenging van auripigment. Ze zijn te herkennen aan hun typische ruit/kubusvorm. Maar vaak zijn ze zo klein dat ze pas onder een microscoop goed zichtbaar zijn. In de meeste arsenicumafzettingen komt dit mineraal voor. Deze moet absoluut veilig en met een waarschuwing bewaard worden.

### Arsenopyriet

Dit bestaat ijzer, arsenicum en zwavel. In tegenstelling tot gewone pyriet vormt dit geen kubische kristallen, het is een monoklien mineraal. Het is één van de belangrijkste arsenicumertsen. Ook hierbij geldt dat na aanraking de handen

gewassen moet worden en het bij voorkeur in een afgesloten doosje bewaard wordt.

Andere wat algemenere arsenicumhoudende mineralen zijn scorodiet, erythriet, skutterudiet, getchelliet, mimetiet, löllingiet, proustiet en enargiet.



*Getchelliet, Getchell Mine Nevada, USA*

### Risico's

Er zijn gevallen bekend van mensen die grote doses vermalen auripigment tot zich hebben genomen en enkel milde vergiftigingsverschijnselen hadden (tot grote verbazing van de artsen), daarentegen zijn er ook gevallen van mensen die overlijden door zeer kleine hoeveelheden arseentrioxide of zelfs vermalen auripigment. Dit verschil zit 'm dus in de manier waarop de stof oplosbaar is in water en zo opgenomen kan worden door je lichaam. Ook is van invloed waarmee de stof wordt ingenomen. Auripigment en realgaar zijn tegenwoordig in Aziatische landen nog steeds vrij gangbaar in medicijnen. Onderzoek hiernaar wijst uit dat er gelukkig maar weini arsenicum hieruit echt wordt opgenomen door het lichaam. Maar vergezeld van bepaalde kruiden in de medicijnen kan deze opname aanzienlijk hoger komen te liggen.

Wanneer je als verzamelaar weet wat je in huis hebt en deze stukken op de juiste manier opbergt loop je weinig risico. Houd je gewoon aan het advies van handen wassen en niet eten wanneer je met deze mineralen bezig bent. Ze zijn absoluut niet geschikt voor kinderen en verkopers zouden er ook goed aan doen om bij dit soort mineralen een waarschuwing te geven bij aankoop.



*Bukovskýite, Kutná Hora, Tsjechië*

## Antimoon – Sb 51

Het element antimoon kennen we vooral in de vorm van het mineraal stibniet of antimoniet. In het verleden was dit in vermalen vorm populair als medicijn tegen braken en als zwart

poeder in make-up. In vroeger tijden werd stibniet fijn gemalen tot een zwart poeder dat werd vermengd met vet. Dit noemde men 'kohl' en werd gebruikt als oog make-up. Onze term kohlpotlood komt hier vandaan. Naast stibniet werd ook galeniet (loodglans) gebruikt in kohl. Evenmin heel gezond.



*Stibniet, Tafone Mijn, Toscane, Italië*



*Stibniet, China*

Stibniet werd in verschillende historische bronnen geroemd vanwege de reinigende werking en als bescherming tegen het boze oog. In sommige culturen werden zelfs kinderogen al versierd met kohl om deze redenen.

De Romeinen gebruikten stibniet om kleurloos glas te maken. Verschillende alchemisten hadden ook grote interesse voor antimoon en beschreven processen om antimoon te winnen en gebruiken.

Antimoon komt in zo'n 300 mineralen voor, maar de bekendste zijn stibniet/antimoniet, stibarseen en boulangeriet. Stibniet is de meest gebruikte antimoon erts en de grootste voorraden bevinden zich in China. Het wordt onder andere gebruikt in bepaalde legeringen, als brandvertrager en in sommige soorten batterijen.



*Boulangeriet, Příbram, Tsjechië*

Antimoon en antimoon verbindingen zijn giftig, maar omdat ons lichaam ze niet zo goed opneemt en voor het grootste deel weer uitscheidt via de urine wordt het als minder giftig gezien dan bijvoorbeeld arsenicum. De meeste gevallen van vergiftiging zijn bij onkundig gebruik als medicijn.



*Stibarseen, Pribram Tsjechië*

## Kwik – Hg 80: Chemie en geologie

De mensen van mijn generatie en ouder kennen ze vast nog... de kwikthermometer waar je moeder mee aan kwam zetten bij het eerste beste kuchje. Ik stond er nooit bij stil wat kwik nu precies was. Tot de thermometer op een dag stukviel op de tegels en er zilveren bolletjes over de vloer dansten. Fascinerend om te zien! Ik schreef enige tijd geleden een uitgebreid blog over kwik, dat zal ik in gedeeltes met jullie delen. Vandaag eerst een stukje chemie en geologie.

Kwik is een overgangsmetaal. We duiden het in de chemie aan met de afkorting Hg (afkomstig van het Griekse/Latijnse *hydrargyros/hydrargyrum*, (water/vloeibaar zilver)) en het heeft atoomnummer 80 in het periodiek systeem der elementen. Kwik is vloeibaar bij kamertemperatuur (20 graden). Het is het enige metaal met deze eigenschap, alhoewel er wel een paar metalen zijn die bij slechts heel iets hogere temperatuur ook vloeibaar zijn. Het wordt een vaste stof bij -38,8 graden.

De naam kwik is een afkorting van kwikzilver. Die benaming zilver is wel logisch, gezien de kleur van



Vloeibare kwik. Bron: Wikipedia

vloeibaar kwik. Het woord kwik is afgeleid van het Oudsaksische 'quik'. Dit betekent levend/levendig. We kennen hiervan nog de afgeleide woorden 'kweik' in het Nederlands en 'quick' in het Engels (Oud-Engels cwic).

De Engelse naam voor kwik is 'mercury', hetzelfde als de Engelse naam voor de planeet Mercurius. In vroeger tijden werd iedere toen bekende planeet gekoppeld aan een metaal. De planeet Mercurius was vanwege de snelle omlooptijd gekoppeld aan kwik (toen quicksilver genoemd). Mercurius is genoemd naar de Romeinse god van onder meer snelheid. Uiteindelijk is in het Engels de naam mercury voor het element blijven bestaan en is de term quicksilver verouderd.

De belangrijkste bron van kwik is het mineraal cinnaber. Andere kwikhoudende mineralen die gebruikt worden voor winning van kwik zijn onder andere calomel, livingstoniet en corderoiet. Cinnaber



*Cinnaber, Almaden Spanje*

(HgS) is rood, grijs of bruin. Het is relatief zacht, 2 – 2,5 op de schaal van Mohs en het hoort tot het trigonale kristalstelsel. Waar de naam cinnaber precies vandaan komt is niet exact bekend. Het werd al door Theophrastus (c. 371 – c. 287 vChr) gebruikt. Hij schreef over κιννάβαρι, kinnàbari. De

naam is waarschijnlijk afkomstig uit het oosten, van het Arabische zinjaf, want drakenbloed betekent.

Om kwik te winnen uit cinnaber moet het cinnaberhoudende gesteente vergruisd worden. Daarna wordt het verhit tot de kwik is verdampt. Zodra het afkoelt condenseert het in zilveren druppels die vervolgens in glazen flessen gegoten werden. Helaas is juist deze kwik in verdampte vorm levensgevaarlijk. Dit werk was dus ook zeer schadelijk.

Het element kwik is relatief zeldzaam op aarde en toch zijn er bijna 90 kwikhoudende mineralen erkend door het IMA. Het kan onder andere verbindingen aangaan met zuurstof, arseen, tellurium, antimoon, selenium, chloor, jodium, broom en zwavel. Van cinnaber zijn zo'n 2000 vindplaatsen bekend, waarvan de oudste meer dan 3 miljard jaar oud is. De meeste kwikmineralen hebben namen waar de gewone mineralen-verzamelaar nog nooit van gehoord heeft. Cinnaber is verreweg het bekendste kwikhoudende mineraal. Cinnaber kan op verschillende manieren vormen. Kwik heeft een voorkeur voor verbindingen met organisch materiaal. Het komt daarom ook vaak voor in combinatie met pyriet. In afzettingen met een hoog gehalte aan organisch materiaal zal het sneller concentreren en zo makkelijker kristalliseren. Daarom is het gehalte kwik in steenkool en zwarte schalie ook aanzienlijk hoger dan in andere soorten gesteente. Cinnaber heeft nagenoeg altijd warmte

en water nodig om te kunnen ontstaan, dit noemen we hydrothermaal. Dit kan bij een lage temperatuur, zoals bijvoorbeeld in afzettingen in Amerika het geval is geweest waar cinnaber is ontstaan in combinatie met silica (kwarts) en carbonaten. Maar over het algemeen ontstaat het onder hoge temperaturen, meestal in gebieden met vulkanische activiteit die voor deze warmte zorgt. Tot op de dag van vandaag ontstaat gedegen kwik en cinnaber in gebieden met hoge temperatuur door vulkanisme.

Een opvallend gegeven is dat onderzoeken naar het ontstaan van kwikmineralen en de ouderdom van die afzettingen heeft aangetoond dat veel van de bekende afzettingen kunnen worden gecorreleerd aan periodes van ontstaan van supercontinenten. We spreken van een supercontinent wanneer alle continenten (die constant in beweging zijn) samen 1 groot continent vormen en niet zoals nu, verdeeld zijn in losse continenten. Er hebben in de aardse geschiedenis meerdere van deze supercontinenten bestaan. Het samensmelten van zo'n supercontinent gaat gepaard met veel vulkanische activiteit en dus warmte. Ideale omstandigheden waaronder kwikmineralen



*Cinnaber, Sofiya Mijn, Nikitovka Hg Deposit, Oekraïne*

ontstaan. Het oudste beschreven cinnaber is gevonden in een zogenaamde 'greenstone belt' in Zuid-Afrika, Kaalrug Farm, Mpumalanga Province, Barberton belt, in de Kaapvaal kraton en is ongeveer 3 miljard jaar oud.

Het laatste supercontinent dat heeft bestaan is Pangea. Deze is uiteengevallen in het Krijt. Met het ontstaan van Pangea wordt 40% van de bestaande kwikmineralen in verband gebracht, deze ontstonden toen voor het eerst. Mocht je denken dat het daarna afgelopen was met het ontstaan van kwikmineralen, nee... de laatste 65 miljoen jaar van de aardse geschiedenis noemen we het Caenozoicum en in deze periode is 25% van alle bekende kwikmineralen voor het eerst ontstaan. Niet alles houdt dus verband met het ontstaan van supercontinenten. Een verklaring voor dit aanzienlijke percentage kan ook zijn dat deze gesteentes het beste bewaard zijn gebleven. Ze hebben minder tijd gehad om weg te eroderen of ten onder te gaan aan subductie. Ook zijn sommige kwikmineralen erg gevoelig voor water en kunnen ze in ouder gesteente opgelost zijn en verdampt of uitgespoeld. We weten dus simpelweg ook meer over nieuwer gesteente.

## **Kwik: Geschiedenis**

De pigmentkleur vermiljoen wordt gemaakt van cinnaber. Vanwege de zeldzaamheid van het mineraal cinnaber was vermiljoen een erg dure kleur. Al ver voor het begin van onze jaartelling werd het in China, Egypte en Assyrië gebruikt. In India werd het rode pigment van vermalen cinnaber hinglu genoemd. Dit werd gebruikt voor pichhvai of pichwai schilderijen en het maken van dit pigment was een heilig proces dat dagenlang kon duren.

Archeologisch onderzoek op steentijd botten van mensen in Spaanse gebieden waar cinnaber voorkomt wijst uit dat de mensen al lang voor de jaartelling cinnaber gebruikten als basis voor pigmenten. Ook in Israël, China, Anatolië, Amerika en Syrië zijn botten gevonden met resten van vermalen cinnaber. In Spanje zijn sieraden uit de ijzertijd gevonden van goud waar cinnaber inzat als siersteen. Rood werd in neolithisch Spanje gezien als kleur van de dood. In megalithische grafmonumenten zijn sporen gevonden van rode oker op de muren en rode cinnaber op de lichamen van de mensen die er begraven werden. Onderzoek op de botten die er gevonden zijn toont aan dat in ieder geval een deel van deze mensen moet zijn overleden aan kwikvergiftiging door gebruik van vermalen cinnaber.

In de neolithische plaats Çatalhöyük in Turkije zijn resten van huizen gevonden waar op de muren rode

pigmenten van cinnaber waren gebruikt. Ook in Servië, bij opgravingen in Pločnik zijn resten van cinnaber op aardewerk en beelden gevonden. Cinnaber komt ook in dit gebied voor.

Een andere beroemde begrafenis waarbij cinnaber werd gebruikt is die van de 'Rode Koningin' een adellijke Maya dame uit 600 - 700 n Chr. Haar skelet en sarcofaag waren bedekt met rood cinnaber poeder.



*Skelet van de 'Rode Koningin'. Bron Researchgate*

Kwik werd gebruikt voor allerlei doeleinden. Zo dachten de oude Chinezen dat het hielp om onsterfelijk te worden (helaas, het tegendeel was waar). De Chinese fangshi, een soort alchemist, Li Shao Chun (Li Shaojun) werkte voor keizer Wu (2e-1e eeuw vChr). Hij was een beroemd figuur en over zijn leven en werk is veel opgeschreven. Hij hield zich onder andere bezig met de magische eigenschappen van cinnaber en kwik. Hij baseerde zich daarbij op een geloof in de geest van het vuur die, wanneer je iets offerde aan het vuur, cinnaberzand in goud zou doen veranderen. Hij vertelde de keizer, die gefascineerd was door de mogelijkheid om langer te leven en zelfs onsterfelijk te worden, dat het goud dat door dit proces ontstond de weg was naar langer leven. Gebruiksvoorwerpen in zijn paleis zoals bestek en servies bevatten daarom goud en cinnaber, hiermee

eten en drinken zou ervoor zorgen dat je langer leefde. Dankzij dit langere leven zou de keizer dan in staat zijn het mythische eiland Penglai te bezoeken. Hier woonden onsterfelijken. Een offer daar zou de onsterfelijkheid van de keizer garanderen.

Keizer Qin Shi Huangdi (3e eeuw v.Chr.) was de eerste keizer van een verenigd China en bouwer van de Chinese Muur. Na zijn overlijden werd hij volgens geschreven bronnen begraven in een ondergronds paleizencomplex, een necropolis. Een van de dingen in het graf zou een landschap zijn met stromende rivieren van kwik. Men heeft het graf nog niet teruggevonden. Een deel van het mausoleum is wel opgegraven, hier vond men onder meer het beroemde terracotta leger. Metingen hebben een plek aangetoond met verhoogd kwikgehalte. Men gaat er van uit dat zijn graf daar ligt, maar het is nog niet blootgelegd. De Chinese regering heeft verboden verdere opgravingen te doen totdat ze er zeker van is dat het op een manier opgegraven kan worden die veilig is voor de schatten die er volgens bronnen liggen, maar ook veilig voor de onderzoekers. Het graf zou beveiligd zijn met verborgen wapens die af zouden gaan wanneer iemand het graf betreedt. Ook is men bang dat er een grote hoeveelheid kwik aanwezig is die schadelijk is voor de gezondheid van archeologen. De keizer heeft bij het ontwerpen van het mausoleum aangegeven dat iedereen die hem in

zijn eeuwige slaap stoort een vreselijke dood zou sterven.

In de tantra Hindoe traditie ziet men kwik (Rasa, Parada) en zwavel als de bouwstenen van het universum. Kwik zou het heilige zaad zijn van de god Shiva. De 'Rasarvana' is een geschrift, een dialoog tussen Shiva en Parvati. De naam Rasarvana betekent in het Sanskriet zo veel als 'Het hart (zee) van kwik', vrij vertaald, en vertelt over de band van de mens met kwik en hoe kwik de oorsprong is van alles en het van belang is voor lichaam en geest. Kwik werd dan ook gezien als genezend in de juiste hoeveelheden en werd veel verwerkt in Ayurvedische geneeskunde. Vergiftiging door kwik vindt volgens deze stroming alleen plaats wanneer onkundige en oningewijde mensen zich bezigheiden met het maken van medicijnen en niet de juiste verhoudingen en hoeveelheden in acht nemen. Nava-pashana is een amalgaam van negen giftige metalen (waaronder kwik), mineralen en kruiden die samen een bijzonder krachtige stof vormen. Ook hier geloofde men dat dit de weg was naar eeuwige jeugd en onsterfelijkheid. Hiervan werden en worden onder meer kralen gemaakt die men kan dragen en in drinkwater kan leggen. In oude tempels zijn sommige godenbeelden ook van deze legering gemaakt.

De Romeinen, Grieken en Egyptenaren gebruikten vermalen cinnaber in cosmetica. Door de dieprode kleur was het zeer geschikt als rouge op het gezicht.

De Griek Theophrastus (4e eeuw vChr) beschrijft in zijn boek over stenen verschillende plekken waar cinnaber gevonden wordt en ook hoe men door cinnaber te vermalen in een koperen vijzel en te vermengen met azijn kwik verkrijgt. Dit is de oudste beschrijving van zo'n proces. Er zijn echter vele malen oudere bewijzen voor gebruik van cinnaber gevonden op Griekse beelden met resten van vermiljoen die stammen uit zo'n 2500 jaar voor Christus.

Romeinen beschouwden cinnaber als belangrijk en gaven het heilige associaties (Plinius de Oudere). Ze wonnen in Spanje cinnaber voor de productie van vermiljoen, dit werd vanuit Carthago verhandeld door het hele Romeinse Rijk en daarbuiten. In Villa Boscoreale bij Pompeï zijn prachtige muurschilderingen gevonden waar rijkelijk veel vermiljoen is gebruikt.

Abū Mūsā Jābir ibn Hayyān was een Perzische alchemist uit de 9e eeuw. Hij heeft veel geschreven over metalen en mineralen en wordt gezien als een van de grondleggers van de alchemie. Hij beschreef hoe kwik en zwavel de basis moesten zijn van alle metalen die op aarde bestonden. Goud zou ontstaan uit kwik en het meest zuivere zwavel. Deze theorie bestond al langer. Jabir heeft het waarschijnlijk overgenomen uit de *Sirr al-khalīqa*, Arabische vertaling van het Boek van het geheim van de creatie, ten onrechte toegeschreven aan Apollonius van Tyana. In dit werk wordt onder meer de ontdekking van de Smaragden Tafel (Emerald

Tablet) beschreven. Dit is een kort geschrift dat de basis vormt voor bijna alle alchemistische en esoterische theorieën. Hierin worden onder meer de alchemische bruiloft van de vader/zon/goud en de moeder/maan/zilver beschreven, de steen der wijzen en het principe dat boven (macro) en beneden (micro) samenhangen, '*as above, so below*'. Dit geschrift zou zijn geschreven door de mythische (waarschijnlijk niet bestaande) figuur Hermes Trismegistus, genoemd naar de Griekse god Hermes, equivalent van de Romeinse Mercurius. Beide worden geassocieerd met het element kwik... mercury.

Jabir heeft deze oude geschriften en kennis uitgebreid vastgelegd en heeft daarmee onder meer de basis gelegd voor het werk van de latere middeleeuwse Europese alchemisten. Een deel van zijn werk is vertaald en hij is daarmee ook bekend onder de gelatiniseerde naam Geber. Tegenwoordig betwijfeld met of het uitgebreide werk van Jabir wel het werk is van enkel hemzelf en of hij wel daadwerkelijk bestaan heeft. Het vermoeden bestaat dat het wellicht een pseudoniem was voor een groep of school van schrijvers en alchemisten.

Middeleeuwse alchemisten in Europa waren gefascineerd door de oude geschriften die suggereerden dat uit cinnaber en kwik goud gemaakt kon worden. Ze erkenden de bijzondere eigenschappen van kwik en meenden dat kwik wellicht de 'prima materia' was en dus de sleutel naar goud en de steen der wijzen. Ook waren er tot

na de middeleeuwen geneesheren die kwik gebruikten in geneesmiddelen.

Kwikfonteinen waren een tijdlang populair in Spaans-Islamitische kastelen en paleizen. Het is precies wat je zou denken dat het is... en fontein waarin het water is vervangen door kwik. Erg gevaarlijk en ongezond dus. De bekendste stond in de 10e eeuw in het paleis van de kalief in Cordoba. Deze bevond zich in de troonzaal die was gebouwd van marmer, goud, ivoor en edelstenen. Als het kwik bewoog en de zon erop viel straalde het licht naar alle hoeken van de zaal en weerkaatste op de edelstenen, het goud en marmer.

Er is ook een modernere fontein met een donkere historische achtergrond. Het leger van generaal Franco bezette in de jaren '30 Almaden om zo controle te krijgen over de cinnabermijnen en de Spaanse republikeinse regering die inkomsten te ontzeggen. Nadat ze de plaats terug hadden veroverd gaf de republikeinse regering de Amerikaanse kunstenaar Alexander Calder opdracht om een kwikfontein te maken voor de Wereldtentoonstelling in Parijs in 1937. Bij dezelfde



*Kwik fontein van Calder, Barcelona.  
Bron: Wikimedia commons, Kippelboy*

Wereldtentoonstelling hing in dezelfde zaal ook het schilderij Guernica van Picasso, tevens gemaakt in opdracht van de regering. Beide kunstwerken waren een aanklacht tegen oorlog. Deze fontein, waar nog steeds echt kwik inzit, is tegenwoordig te bekijken in Fundació Joan Miró in Barcelona. Gelukkig wel achter glas vanwege veiligheidsredenen.

In de viltindustrie werd gebruik gemaakt van kwiknitraat dat werd gebruikt om vacht van huiden te scheiden bij het viltproces. Vooral bij het maken van vilten hoeden was dit een belangrijke hulpstof. Hoedenmakers werden ziek door het gebruik van kwik en werden, zoals de Engelse uitdrukking luidde, 'Mad as a hatter'. Symptomen van langdurige blootstelling waren trillen, verwardheid, verlegenheid, delirium, emotionele instabiliteit en verlies van controle over de spieren. Mensen die hier aan leden werden als 'gek' gezien.

Ook in de 16e, 17e en 18e eeuw werd cinnaber nog gebruikt in make-up. In Frankrijk was het mode dat vrouwen hun gezicht bleekten met lood en kwikhoudende crèmes en poeders. Rode accenten werden gemaakt met cinnaberhoudende poeders en smeersels. In Italië was het een tijdlijn een schoonheidsideaal om grote pupillen te hebben. Druppels van een kwikhoudend mengsel hielpen hierbij. Dit veroorzaakte op den duur natuurlijk oogproblemen. Koningin Elizabeth I van Engeland deed mee aan de mode in adellijke kringen om een bleek gezicht te willen hebben. Hiervoor gebruikte

ze loodhoudende middelen. Haar lippen stiftte ze met kwikhoudende lippenstift en make-up verwijderde ze met kwikhoudende remover.

Je zou denken dat met tegenwoordig wijzer was, maar het tegendeel is waar. Nog steeds worden in vooral Azië middelen verkocht om een blekere huid te krijgen met een aanzienlijk aandeel kwik. In latere jaren werd kwik gebruikt in metalen vullingen van tanden, voor elektrische schakelaars, batterijen, pesticiden, thermometer, barometers, bloeddrukmeters en bij het winnen van goud. Tegenwoordig wordt kwik vanwege de giftigheid weinig meer gebruikt in huishoudelijke apparaten of producten. In de industrie en chemie heeft het nog wel allerlei toepassingen.

Iets om je af te vragen is wat de menselijke activiteit van de afgelopen eeuwen met deze natuurlijke processen heeft gedaan. We hebben veel cinnaber uit de grond gehaald en gebruikt in industriële processen. Ook zijn er massa's steenkool met daarin een relatief hoog aandeel kwik verbrand. Geschat wordt dat de hoeveelheid kwik die aanwezig is in de atmosfeer is beïnvloed en verhoogd door deze menselijke activiteiten. Wanneer kwik uit de atmosfeer neerslaat kan het door anaerobe organismen in water aan een methylgroep gebonden worden en tot methylkwik gemaakt worden. Dit is een extreem giftige vorm van kwik. In de oceanen zorgt dit voor ophoping van kwik in vissen. Wanneer wij als mensen roofvissen

vangen voor consumptie is daarin vaak zo veel kwik opgehoopt dat deze een vastgestelde limiet hebben om veilig te kunnen eten en voor zwangere vrouwen volledig afgeraden wordt.

## **Kwik: Giftigheid**

Kwik is gevaarlijk giftig. Niet zo zeer de aanraking, maar ingeademde kwikdampen. Deze dampen komen ook vrij uit kwik bij kamertemperatuur.

Cinnaber als mineraal is een combinatie van kwik met zwavel en wordt daardoor lastig opgenomen door het lichaam. Complete kristallen vormen een beperkt risico. Waar je wel mee op moet passen is cinnaber in poederige vorm en de wat meer massieve stukken, hierop kunnen ook piepkleine druppels 'native', gedegen, kwik zitten. Deze zijn een stuk meer risicovol. Vergruis of verhit nooit cinnaber en adem geen stof ervan in. Na een stuk aangeraakt te hebben altijd even goed handen wassen.

Vloeibare kwik is een heel ander verhaal. Zelfs een kapot gevallen thermometer of barometer met kwik kan voor ernstige gezondheidsproblemen zorgen, zelfs al denk je dat je alles hebt opgeruimd. De verkoop van nieuwe kwikthermometers of barometers is sinds begin deze eeuw verboden. Maar oude mogen nog wel verkocht worden in kringloopwinkels, antiekwinkels, rommelmarkten, etc. en bezit ervan is ook niet verboden. Mocht je een exemplaar hebben en deze valt kapot, zorg dan dat iedereen direct de ruimte verlaat en begin direct met ventileren. Loop niet met je schoenen door de druppels en pak vooral geen stofzuiger om het op te zuigen! Op de websites van de GGD en het RIVM

staan speciale instructies over hoe dit op te ruimen en wat absoluut niet te doen.

### Cinnaber en kwik als medicijn

Cinnaber en kwik zijn door de geschiedenis heen gebruikt voor allerlei medicinale doeleinden. Zo was het populair tegen parasieten, als remedie tegen syfilis, melancholie, tegen jeuk en irritaties, tegen vergiftiging, helpend bij vochtafdrijving en tegen ontstekingen. Vooral als medicijn tegen syfilis en andere seksueel overdraagbare aandoeningen was kwik lange tijd erg populair. Het werd op allerlei manieren gebruikt. Denk aan zalven, olie, toegevoegd aan stoombaden en als vaginale douches. Het is niet moeilijk om je voor te stellen dat de bijwerkingen erg onplezierig waren en dat patiënten regelmatig overleden aan kwikvergiftiging.

Tot in de jaren '40 van de 20e eeuw was kwik (calomel, kwikchloride) een bestanddeel van poeder dat aan babies gegeven werd die last hadden van doorkomende tandjes.

In India en China zijn cinnaber en kwik tot op heden bekende bestanddelen van medicijnen. Zhu-Sha-An-Shen-Wan (Zhusha Anshen Wan) is een medicijn in tabletvorm dat tot op de dag van vandaag in China vrij verkrijgbaar is als kalmerende remedie tegen onder andere depressie en paniek. Een aanzienlijk bestanddeel van dit medicijn is cinnaber.

Onderzoeken lijken uit te wijzen dat de toxiciteit van cinnaber mee lijkt te vallen in dit medicijn (wellicht door de aanwezigheid van andere stoffen die dit tegengaan of door de vorm waarin het aanwezig is). Toch is het gehalte cinnaber in dit medicijn duizenden malen hoger dan wat hier in Europa toegestaan is.



*Calomel als 'medicijn' merknaam.*

*Bron: Wikipedia*

## Kwik: Cinnaber vindplaatsen en hun rol in de geschiedenis

De grootste bekende voorraad kwik in de vorm van cinnaber ligt in Spanje, in de plaats Almadén. Dit staat voor ongeveer een derde van de hoeveelheid kwik die er op aarde is. We weten dat deze afzettingen minimaal 430 – 361 miljoen jaar oud zijn. De plaatsnaam is afkomstig van het Arabische المعادن al-ma'din, het metaal. Er

wordt al ruim 2000 jaar cinnaber gewonnen. Eerst door de Romeinen en Visigoten, later kwam het gebied onder Islamitisch bestuur. De kundige alchemisten uit die tijd wisten kwik uit cinnaber te winnen. Dit werd een product dat door het hele Middellandse Zee gebied werd verhandeld. In de 16e eeuw werd kwik een gewild metaal in de Nieuwe Wereld, het pas ontdekte Amerikaanse continent. Daar gebruikte men het om goud en zilver te winnen uit ertsen. De Spaanse keizer Karel V verhuurde de lucratieve mijnen aan de rijke bankiersfamilie Fugger en financierde zo zijn uitverkiezing tot keizer van het Heilige Roomse Rijk in 1519. Het gewonnen kwik werd via Sevilla verscheept naar Amerika.



*Cinnaber, Almaden Spanje*

De geschiedenis heeft echter ook een minder mooie kant. Het mijnen van cinnaber was gevaarlijk en mijnwerkers werden na een aantal jaren ziek en stierven door kwikvergiftiging. Daarom zijn er tijden lang dwangarbeiders, gevangenen en slaven gebruikt om het cinnaber uit de mijnen te halen. Vooral in de 16e eeuw werden veel veroordeelde criminelen, forzados, gebruikt. Deze mensen waren eigenlijk veroordeeld tot een periode als galleislaaf. Over het algemeen waren dit niet de ergste misdadigers. Zware criminelen moesten wel in de galleien roeien, dit werd als een zwaardere straf gezien dan werken in de cinnabermijn. De forzados werden relatief goed behandeld, ze kregen voldoende eten, kleding en medische zorg. Toch haalde een kwart het einde van hun strafperiode niet, meestal ten gevolge van kwikvergiftiging. Het meest dodelijke werk was bij de ovens waar het cinnaber verhit werd om kwik te extraheren. De gevangenen die niet stierven werden vaak wel ziek van het werken in de mijnen. Later werden de forzados geleidelijk vervangen door goedkopere slaven die gevangengenomen waren in Noord-Afrika.

In de 17e eeuw verviel het recht van de Fuggers om de mijnen te exploiteren en kwamen de mijnen weer in handen van de Spaanse regering. Deze gebruikte criminelen die veroordeeld waren tot de doodstraf om het werk in de mijnen uit te voeren. Eind 18e eeuw werden er veiliger manieren van mijnen gevonden en verdween alle dwangarbeid en

slavernij. De mijnen kwamen in de 19e eeuw in de handen van de Rothschild 's. Zij bezaten ook de cinnabermijnen in het huidige Slovenië (toen Oostenrijk) en hadden daarmee de volledige kwikhandel in Europa handen. Tot in de jaren '40 van de 20e eeuw werden er aanzienlijke hoeveelheden cinnaber gemijnd. Ook toen werden er krijgsgevangenen ingezet, gevangengenomen in de Spaanse burgeroorlog. Daarna ging de prijs van kwik omlaag en was het steeds minder rendabel om de mijnen in bedrijf te houden. Begin 21e eeuw zijn de mijnen definitief gesloten. Tegenwoordig zijn de mijnen niet meer actief en zijn ze samen met de mijnen in Idrija in Slovenië benoemd tot Unesco werelderfgoed. Daarnaast is Almadén ook benoemd tot een plek van geologisch werelderfgoed. De mijnen zijn nu open voor bezoekers om meer te leren over de geschiedenis van dit mijngebied. De winning van cinnaber en de productie van kwik is nu bijna geheel overgenomen door China.

In Idrija, Slovenie, ligt de op een na grootste leverancier van cinnaber en dus kwik in Europa. Sinds de Middeleeuwen werd hier cinnaber uit mijnen gewonnen. In de loop der eeuwen zijn er honderden mijngangen gegraven die het dorp tegenwoordig bedreigen door instortingsgevaar. Daarom is men nu bezig met het dichtmaken en opvullen van oude instabiele mijngangen om dit gevaar af te wenden. Er zijn geen actieve mijnen meer, de enige nog toegankelijke mijn is tegenwoordig een museum. Samen met Almadén is

dit een Unesco werelderfgoed. De afzettingen hier zijn gedateerd op 245 – 235 miljoen jaar oud.

In Italië werd cinnaber gemijnd in het gebied rondom de dode vulkaan Monte Amiata in Toscane. De cinnaberafzettingen zijn hier relatief jong, ontstaan door vulkanische activiteit in het late Pleistoceen. Tussen 1870 en 1980 zijn hier grote hoeveelheden cinnaber afgegraven. Het bracht de regio veel rijkdom, maar kostte ook in de vorm van mensenlevens. De belangrijkste mijn was die van Abbadia San Salvatore. Tegenwoordig is de mijn daar een museum.



*Cinnaber, Monte Amiata Italië*

Na de ontdekking van Zuid-Amerika vond men midden 16e eeuw in Peru, Huancavelica, een voorraad cinnaber van miocene en pliocene ouderdom die de moeite waard was om te ontginnen. Hiermee verdween de noodzaak om kwik vanuit Spanje over te laten komen. De Spanjaarden claimden het eigendomsrecht op de Peruviaanse mijnen om zo ook aan de andere kant van de oceaan de cinnaber en kwikhandel in handen te houden. De grootste mijn kreeg de naam 'Santa Barbara'. Ook hier was het werk gevaarlijk en vaak dodelijk. Niet alleen door vergiftiging, maar ook door

talloze ongelukken met instortende mijngangen. Kwik was een essentieel metaal voor de winning van goud en zilver. Men kon absoluut niet zonder. Net als in Spanje maakte men daarom gebruik van een zekere vorm van dwangarbeid. De lokale bevolking kende een systeem waarbij mannen werk moesten uitvoeren voor de gemeenschap, een mita. Dit werd door de Europeanen ingezet om de inheemse bevolking gedwongen aan het werk te zetten in de gevaarlijke mijnen. Ze moesten een jaar werken in de mijn en kregen een klein salaris en eten. Dit systeem werd pas in 1812 afgeschaft. De cinnaberproductie in Peru stond lange tijd op de 4e plek in de wereld, na die van Spanje, Slovenië en Italië. De huidige stad Huancavelica dankt zijn bestaan aan de mijnbouw hier. In 1806 stortte de mijn in en was het zo goed als gedaan met de winning van cinnaber in Huancavelica. In de 20e eeuw zijn nog pogingen gedaan de mijnen weer rendabel te maken, maar door de dalende prijs van kwik werd dit geen succes.

In de 19e eeuw werd in Amerika een aanzienlijke hoeveelheid cinnaber ontdekt in Californië. De plaats waar de nieuwe cinnabermijnen werden gegraven werd Nueva/New Almaden genoemd, naar de Spaanse plaats. Ook hier was de aanwezigheid van cinnaber al veel eerder opgemerkt door de inheemse bevolking, die het gebruikte als pigment. Naast New Almaden is er ook een New Idria, genoemd naar Idria in Slovenië. De

cinnaberafzettingen hier zijn relatief jong, gevormd na het mioceen en dus jonger dan 5,3 miljoen jaar.

De oude cinnabervindplaatsen zijn zwaar verontreinigd en het gevaar van vergiftiging is nog altijd aanwezig voor de lokale bevolking. In Amerika, Italië en Spanje is veel moeite gedaan om de gebieden te saneren, gelukkig veelal met succes.

## Thallium – TI 81

Thallium is een zeer giftig element. Gelukkig komt het niet heel veel voor in mineralen. Bekende thallium mineralen zijn lorandiet, hutchinsoniet en crookesiet. Deze mineralen moeten zorgvuldig behandeld en goed opgeborgen



*Auripigment met hutchinsoniet, Peru*

worden. Thallium valt samen met arsenicum onder de meest giftige dingen die we in een mineraal kunnen tegenkomen. Het is een tijd lang populair geweest als rattengif en insecticide, maar omdat er ongelukken mee gebeurden en het ook als vergif voor mensen werd gebruikt is het inmiddels verboden om te gebruiken in deze middelen. Thallium lost goed op in water en wordt daarna makkelijk opgenomen door de huid. Het te veel met blote handen vastpakken van mineralen met thallium is dus ook af te raden.

Het zomaar gebruiken als medicijn is niet verstandig, maar gebeurde vroeger toch. Zo zou thallium werken bij bepaalde klachten van tuberculose en tegen ringworm. In het geval van ringworm kregen patiënten (vaak kinderen) thallium toegediend, omdat het ervoor zorgt dat je haar uitvalt. Zo kon de ziekte beter behandeld worden op

het hoofd.... Het enige antigif tegen thallium in het lichaam is het toedienen van 'Pruisisch Blauw', ook wel bekend als blauw pigment voor verf.

Er zijn een heel aantal moordzaken bekend waarin thallium het wapen was en ook in de literatuur is het een populair middel. Onder meer Agatha Christie liet een aantal van haar daders thallium gebruiken.

Maar ook Saddam Hoessein was fan... hij liet zijn tegenstanders uit de weg ruimen door ze te vergiften met thallium.

Thallium heeft nog wel een paar industriële en medische toepassingen. De winning gebeurt voornamelijk als bijproduct van het winnen van koper, lood, zink en andere zware metalen. De 'mangaan nodules' die men op de bodem van de oceaan kan vinden bevatten soms ook iets thallium. Pas ook op met make-up. In sommige mascara's is onlangs thallium aangetroffen.



*Hutchinsoniet met realgaar. Lengenbach  
groeve, Zwitserland*

## Lood – Pb 82

Lood is een ander zwaar metaal waar toch enige voorzichtigheid bij geboden is. Het is niet zo gevaarlijk als bijvoorbeeld arseen, maar langdurige blootstelling aan lood is erg schadelijk. Lood zit bijvoorbeeld in galena/galeniet (loodglans), cerussiet en anglesiet. Er zijn inmiddels meer dan 600 mineralen met lood als element erin beschreven. Na aanraken handen wassen is bij deze mineralen voldoende. Het is misschien overbodig, maar van deze mineralen mag je geen edelsteenwater maken.



*Galeniet*

Een Duits onderzoek toonde onlangs aan dat ook amazoniet in een licht zure oplossing (gelijkend op speeksel) een te grote hoeveelheid lood afgeeft. Dit impliceert volgens de onderzoekers dat dit ook zou kunnen gebeuren wanneer de steen wat langer in drinkwater ligt!

Lood is eeuwenlang een heel veel gebruikt metaal geweest en ook vandaag de dag kent het nog allerlei toepassingen. Er zijn op verschillende

plekken bij archeologische opgravingen loden potten en vazen gevonden, de oudste uit ongeveer 6500 v.Chr.. Zelfs de Romeinen maakten al waterleidingen van lood. En dat niet alleen, ze gebruikten zo veel lood dat de gebieden waar ze het wonnen tot op de dag van vandaag vervuild zijn en in ijs-boringen die gedaan zijn op Groenland is aan te tonen dat tijdens de hoogtijdagen van het Romeinse Rijk een hoger gehalte lood in de atmosfeer zat.

Alchemisten meenden dat lood verwant was aan goud, omdat het dezelfde eigenschappen bezat. Het was ongeveer even zwaar en even zacht. Dus was bij hun zoektocht naar hoe ze goud konden maken lood vaak het uitgangsmetaal. Het werd in de alchemie gekoppeld aan de planeet Saturnus.

Gelukkig weten we inmiddels (ook nog niet heel lang, zo'n 40 jaar) dat lood slecht is voor de gezondheid en worden loden waterleidingen vervangen door ander materiaal, we tanken loodvrije benzine en drinken we niet meer uit loden bekers. Maar toch bestaat ook nu nog steeds het risico op loodvergiftiging. In oude huizen en in sommige gebieden zitten nog steeds loden leidingen. Loodhoudende verf kan nog steeds aangetroffen worden op kozijnen en meubels. Het komt ieder jaar dan ook nog voor dat kinderen ziek worden door deze verf. De eigenschappen van lood zijn dusdanig dat we het blijven gebruiken in en om ons huis. Zo zit er in 60% van de lippenstift lood (en

soms ook kwik en arsenicum). Lood is schadelijk bij veelvuldige blootstelling. Vooral voor kinderen zijn erg gevoelig voor loodvergiftiging.

## Overige mineralen

We laten de zware metalen achter ons en kijken ter afsluiting naar een paar mineralen waar vaak vragen of onduidelijkheden over zijn.

### Pyriet

Pyriet heet ook wel ijzerkies. Vanwege de goudkleur heet het ook wel gekkengoud (fool's gold) en is het in het verleden vaak verkocht als goud. Pyriet komt veel voor. Als mineraal, op andere mineralen en als omzetting in fossielen.



*Pyriet, Navajun Spanje*

Sommige fossielen bestaan nagenoeg helemaal uit pyriet. Pyriet is genoemd naar vuur, pyr, omdat het de eigenschap heeft om vonken te geven als je er mee langs een andere steen slaat (bijv. langs vuursteen). Soms vind je pyriet in prachtige perfecte kubuskristallen, zoals de bekende Spaanse Navajun pyriet. Maar pyriet kan ook andere groeivormen hebben. De kristalstructuur blijft wel altijd kubisch. Typisch aan pyriet is dat als je goed naar een kubus kijkt de streepjes erop, de striatie, per vlak haaks op

elkaar staat. Pyriet is zelfs in Nederland te vinden, onder meer in de steengroeve van Winterswijk.

Pyriet is op zich een vrij ongevaarlijk mineraal. Maar als het wordt blootgesteld aan vochtige omstandigheden in combinatie met zuurstof gaat het oxideren. Dit kan resulteren in roest (ongevaarlijk) en zogenaamde pyrietrot. Dit laatste wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door een bacterie, de *Acidithiobacillus*. Vochtig is niet alleen water, ook een hoge luchtvochtigheid kan al schadelijk zijn. Door de reactie ontstaan ijzeroxide en sulfaat en zal je steen wit en/of geel poederig uitslaan. Je ruikt zwavel en langzaam maar zeker valt je pyriet uiteen in vies ruikend geel-wit poeder (jarosiet). Komt het sulfaat in aanraking met vocht, dan ontstaat in sommige gevallen zwavelzuur. Dit is een gevaarlijk en irriterend zuur. Rottend pyriet is daarom niet heel gezond en kun je beter weggooien. Dit proces kan lelijke brandplekken veroorzaken op papier en hout waar de steen op ligt. De beste bescherming hiertegen is je stukken met pyriet vrij van vocht houden. Maar soms werkt het ook om ze te impregneren met bijvoorbeeld paraffine.

Niet alle pyriet is even instabiel. Pyriet uit Peru en Spanje blijkt vrij stabiel te zijn. Maar pyriet uit krijtgroeves in Duitsland en Frankrijk zeer zeker niet. Deze concreties worden vaak als markasiet benoemd, maar het is feitelijk pyriet. Markasiet is chemisch gezien gelijk aan pyriet maar heeft een andere kristalstructuur. Als je zo'n markasiet/pyriet

bolletje doorslaat heeft het een mooie radiale goudglanzende structuur. Het vervelende is dat deze erg instabiel zijn wanneer ze worden geopend en het dus niet de vraag is of maar wanneer zo'n bolletje gaat bloeien en uit elkaar valt.

In verschillende esotherische winkels wordt markasiet tegenwoordig verkocht onder de naam 'Ascencion Stone'. Dit zijn pyrietconcreties uit kalksteen die relatief snel ten prooi kunnen vallen aan pyrietrot.

Deze rot kan ook voorkomen in fossielen, want pyriet zit veel in onder andere fossiele botten van zeedieren en in ammonieten van bepaalde vindplaatsen. Het is voor verzamelaars en musea een hele klus om dit soort fossielen intact te houden. Er zijn wel manieren om te voorkomen dat pyriet gaat bloeien, bijvoorbeeld impregneren. Maar dat is nooit een garantie dat er niet binnenin al een reactie gaande is.

De beste manier om pyriet te bewaren is in een vochtvrije omgeving. Sommige mensen adviseren opbergen in afgesloten zakjes of doosjes. Dit heeft alleen zin als je zeker weet dat je stuk echt kurkdroog is, anders zal bij temperatuurwisseling het vocht uit je stuk vrijkomen, condenseren op je doosje of zakje en alsnog een vochtige omgeving creëren. Fossielen die pyriet bevatten kunnen, mits ze echt door en door droog zijn, behandeld worden met een fixeermiddel. Dat kan een mix van lijm

verdund met water of aceton zijn (velpon - aceton of houtlijm - water).



*Twee voorbeelden van pyrietrot*



## Fluoriet

Een veel gehoord iets is dat fluoriet in water giftig zou zijn. Fluoriet is een geliefd en veel voorkomend mineraal. Bestaat voor een aanzienlijk deel uit... fluor (verassend hé). Fluor is een stof waarvan we via drinkwater en tandpasta al wat binnenkrijgen. Maar fluor is giftig, in kleine hoeveelheden zou het weinig kwaad kunnen, maar toch. In landen om ons heen wordt zelfs al door de overheid afgeraden om met fluorhoudende tandpasta te poetsen. Nu is de binding in fluoriet gelukkig erg sterk en is het daarom een ongevaarlijk mineraal. Ook al zou je het in water leggen (wat ik om andere redenen af zou willen raden, daarover later meer), loop je niet zomaar risico op vergiftiging. Wel moet je oppassen met fluoriet in zuur, dit kan een bijtende stof afgeven.

Dit wil niet zeggen dat alle fluorhoudende mineralen ongevaarlijk zijn. Eén van de meest gevaarlijke mineralen die ik in huis heb is er eentje met fluor. Villiaumiet is een mineraal uit de haliet groep met formule  $\text{NaF}$  (natrium en fluor). Maar in tegenstelling tot zijn 'broertje' steenzout is dit



*Villiaumiet, Koashva Mt, Khibini Massief,  
Murmansk Oblast, Rusland*

mineraal niet eetbaar en niet likbaar. Het is erg goed oplosbaar in water en door de fluor die dan vrijkomt zeer giftig. Heb je dit mineraal in huis, bewaar het dan goed afgesloten en vrij van vocht (of luchtvochtigheid). Voor zie het van een duidelijk label waarop staat dat het giftig is. En raak het niet te veel aan. Heb je dit wel gedaan, was dan goed je handen.

### **Vanadiniet**

Vanadiniet is een gewild mineraal met mooie rood-bruine kristallen, maar vanadium is een giftig element. Ook bevat vanadiniet lood. Gewoon omgaan met vanadiniet is geen probleem, maar wel oppassen met vergruizen, blootstelling aan vocht en zuur, etc.



*Vanadiniet, Marokko*

### **Zwavel**

Zwavel als puur/native element is op zich niet heel erg giftig op schadelijk. Toch is het altijd wijs om na aanraking van zwavel toch even je handen te wassen. Zwavel in poedervorm is wel gevaarlijk wanneer het ingeademd wordt en zwavel verhitten is ook geen goed idee. Zwaveldamp is zeer gevaarlijk om in te ademen.



## **Edelsteenwater/elixer**

Het maken van edelsteenwater of elixer komt voort uit het geloof dat water of alcohol waarin stenen worden gelegd de toegeschreven werking van die stenen opneemt. Wanneer je dit water dan drink zou het een positieve werking hebben op de gezondheid. Vaak krijg ik de vraag welke stenen veilig zijn in drinkwater. Ik ben geneigd om hierop te antwoorden 'geen enkele'. Naast de risicovolle stenen die ik in deze mini-cursus besproken heb zijn er nog heel wat meer stenen die je beter niet in drinkwater kunt leggen. Maar ook 'veilige' stenen zoals bijvoorbeeld de bekende 'Gouden driehoek'... heb je enig idee hoe mineralen worden gewonnen in de mijnen? Nadat ze (soms met behulp van chemische middelen) uit het moedergesteente zijn gehaald moeten ze worden schoongemaakt. Vaak zit er aanslag op van onder meer limoniet, hematiet en calciet. Dit wil de koper niet, met wil graag schone en heldere stenen. Dus worden deze verontreinigingen chemisch verwijderd. Wanneer de stenen daarna gepolijst worden gebeurt dat ook met chemische middelen. Waar jij in de veronderstelling bent dat je een schone steen koopt, is dit wat er vaak al met de steen gebeurd is. Onlangs bekeek ik een glasheldere geslepen bergkristal onder de microscoop. Op de slijpvlakken was overduidelijk residu van het polijstmiddelen te zien. Met het blote oog was dit niet zichtbaar. Wanneer je dit in water zou leggen drink je dat dus op.

Pas op met de speciale flessen voor edelsteenwater met containers waar je de stenen in kunt doen waardoor ze niet in direct contact met water komen. Bij sommige van deze flessen zit het stenencompartiment vastgelijmd en kan het water bij deze lijn komen. Ook zijn er flessen waarbij dit compartiment met ijzerdraden vastzit. Na een paar keer gebruiken gaat het ijzer roesten. Dit geeft af in het water en het compartiment laat los. Ook de veel geroemde shungiet wordt overal verkocht om aan water toe te voegen. Dit is geen goed idee. Shungiet is lang niet altijd zuivere koolstof. Naast de koolstof zit er vaak allerlei ander materiaal in shungiethoudend gesteente. Met daarbij ook dingen die tot de zware metalen gerekend worden. Er wordt een onderverdeling gemaakt in Shungiet 1 t/m 5, waarbij 5 minder dan 10% koolstof bevat (maar nog wel shungiet mag heten) en 1 tussen de 98-100% koolstof bevat. Deze zuivere vorm is zeldzaam en geschat wordt dat slechts 1% van alle shungiet zo zuiver is. Elementen die aanwezig zijn in de niet zuivere vormen zijn o.a. silicium, titanium, aluminium, ijzer, kalium, mangaan, vanadium, koper, nikkel, chroom en arsenicum. Veel van de shungiet die verkocht wordt om in water te leggen is de niet-glanzende, matte variant. Vaak geeft deze ook af aan je handen. Dan weet je dat je te maken hebt met een niet-zuivere shungiet variant die dus naast koolstof ook die andere net genoemde elementen kan bevatten. Vooral de laatste paar in het rijtje wil je niet te veel van binnenkrijgen! Gelukkig zit hier niet

veel van in, maar toch goed om even bij stil te staan voor je dit in je drinkwater legt.

In sommige video's of artikelen over giftige mineralen wordt kwarts ook genoemd. Kwarts is als mineraal ongevaarlijk. Het risico zit in kwarts stof dat vrijkomt bij het verzagen, schuren of vergruizen van kwarts, zandsteen of andere kwartshoudende gesteentes. Dit fijne kwartspoeder kan in de longen veel schade toebrengen en is in poedervorm dus wel een risico.

## **Bronnen/meer lezen**

[www.mindat.org](http://www.mindat.org)

[www.mineralienatlas.de](http://www.mineralienatlas.de)

[www.puffinsandpies.com](http://www.puffinsandpies.com)

[www.stapelvanstenen.nl](http://www.stapelvanstenen.nl)

[www.epigem.de](http://www.epigem.de)

An overview of minerals toxicity, RDG, 2014

Earth Science (pp.519-522), Toxic minerals. EBSCO