

Werkstuk ANW Koper



Werkstuk door een scholier
10908 woorden
17 jaar geleden

★ 6,2

217 keer beoordeeld

Vak

ANW

Inhoudsopgave

1. Inleiding
2. Koper in het Periodiek Systeem
3. Geschiedenis van Koper
4. De Bereiding van Koper
5. Koperwinning
6. Koper en Handel
7. Koper en Muziekinstrumenten
8. Koper en Kunst
9. Koper en Architectuur
10. Koper en Bier
11. Koper en Recycling
12. Koper als Spoorelement
13. Keerzijden van Koper
14. Slot
15. Bronvermelding

Inleiding

Voor ANW moesten wij een werkstuk maken over een stof. Maar wat voor een stof zou dat dan moeten zijn? Toen we begonnen na te denken kwamen we al snel op koper. Koper vindt je overal. In ieder land weet iedereen wat koper is. Maar weten ze ook hoe het bereid wordt? Weten ze wat er allemaal van gemaakt wordt? Weten ze hoe men er achtergekomen is hoe je het moet bewerken? Nee, dat weten ze meestal niet. Wij wisten het ook niet precies en daarom zijn wij het gaan uitzoeken.

Koper in het Periodiek Systeem

Koper (metaal)

Koper is een scheikundig element met symbool Cu en atoomnummer 29. Het is een metaal met een roodachtige kleur, dat onder de invloed van de atmosfeer een groenige buitenlaag krijgt. Het element

komt ook in de natuur voor, hoewel het meer in gebonden toestand als sulfide of als oxide aangetroffen wordt. Koperhoudende mineralen zijn o.a. covelliet en malachiet. Het metaal wordt al zo'n 5000 jaar toegepast en was een van de eerste metalen die de mens ging toepassen, vooral in de vorm van brons (een legering met tin) en messing. Koper is na ijzer het meest gebruikte metaal ter wereld.

Dat Koper bij de overgangsmetalen hoort betekent dat zijn D-subschil helemaal is opgevuld met elektronen (de best mogelijke situatie voor een atoom).

Na het veel duurdere element zilver is het metaal de beste geleider van elektrische stroom en het wordt daarom veel toegepast in elektriciteitsleidingen.

De elektronenconfiguratie van het element is $3d^{10}4s^1$. Dit wil zeggen is de manier waarop de elektronen zijn verdeeld in de banen rondom de kern van een atoom.

Het element vormt meest Cu^+ en Cu^{2+} ionen in oplossing. Bijv. jodium en zwavel vormen daarom alleen monovalente koper verbindingen, dit wil zeggen dat er maar één soort ion voorkomt in een oplossing.

Onder de koperoxiden vindt men de recordhouders wat betreft hoge kritische temperaturen voor supergeleiding, dan verliest het atoom alle weerstand voor de elektrische stroom. Het enige waar het metaal niet tegen kan zijn zoutzuur en ammonia.

Toepassing en Toelichting

Draad, kabel

Vanwege de goede elektrische geleiding en het weinige ontstaan van corrosie wordt koper gebruikt voor elektrische bedrading. Er kan tot maximaal 5 % andere metalen worden toegevoegd om de kwaliteit van het metaal te verhogen. De eigenschappen van zilver zijn iets beter, maar zilver is voor deze toepassing te duur.

Buis

Voor (zee-)waterleidingbuizen en apparatuur waaraan hoge eisen worden gesteld, bijvoorbeeld brouwketels, wordt een koperlegering gebruikt met 10 tot 13 % nikkel. Deze legering heeft een grote corrosiebestendigheid.

Kraan

Een kraan wordt meestal van messing gemaakt. De gebruikte legering bevat veelal tin (1 tot 5 %) en soms ook aluminium, ijzer, nikkel of mangaan, om het materiaal iets harder te maken. Sommige waterkranen zijn van brons met 8 tot 10 % tin en ongeveer 3 % zink.

Pijp

Condensorpijpen worden gemaakt van messing met 1 tot 5% tin en - afhankelijk van gebruiksomstandigheden - aluminium, ijzer, nikkel of mangaan. Deze legeringen hebben een grote treksterkte en veerkracht en zijn zeer corrosiebestendig.

Scheepsschroef

Een scheepsschroef wordt gemaakt van cunial, een legering van koper met ongeveer 9 % aluminium en nikkel, of van cunifer een legering koper, nikkel en ijzer met 1 % mangaan. Dit materiaal is bijzonder hard

en bestendig tegen de inwerking van zeewater.

Luidklok, carillon (beiaard)

Voor (luid)klokken in kerktorens en voor de klokken van carillons of beiaards wordt brons gebruikt met 20 tot 30 % tin. In deze legering worden de trillingen langzaam gedempt, hetgeen de nagalm bevordert.

Enkele verdere toepassingen:

autoradiator (brons, bestaat uit koper en tin), biervaten en brouwketels (verschillende koperlegeringen), chemische apparatuur, condensator (koper met 7 % aluminium, 12 % nikkel), dakbedekking drijf- en gietwerk (brons), elektrisch weerstandmateriaal, gegraveerde platen, gloeilamphuls (messing, 28 % zink), munitiehulzen (messing, tot 33 % zink), pannen en potten, reflector koplamp (messing, 37 % zink), siervoorwerpen, stroomafnemers voor treinen (koper en zilver) trapleuning, vitrine, muziekinstrumenten (koper met 18 % nikkel, 20 % zink, deze messing wordt ook wel nieuwzilver genoemd, warmtewisselaar (messing of brons) en de wijzerplaat van een zonnwijzer (legering met 36 % zink).

Geschiedenis van Koper

Koper is, met goud, het element dat het langst bekend is. De oudst bekende voorwerpen zijn koperen kralen van ongeveer 11.000 jaar oud. Ze komen uit het noorden van Irak en zijn gemaakt van vrijwel zuiver koper, dat destijds in gedegen toestand, zuiver, werd gevonden.

7.000 jaar geleden werd koper uit koperertsen gemaakt in het gebied van Israël tot de Perzische Golf, het noorden van de zogeheten Vruchtbare Halve Maan. De oude Egyptenaren hadden hun kopermijnen in het gebied van de huidige Negev-woestijn. In Iran zijn ca. 6.000 jaar oude potten gevonden waarin koper gesmolten werd.

In de Oudheid was koper een bekend en veel gebruikt metaal, vooral voor het maken van wapens. Het diende ook ter vervanging van goud vanwege zijn mooie "goud"glans. Het bewerken van koper (en ijzer) was belangrijk; er was een 'gilde' van smeden (vgl. Genesis 4 : 22 : "en Zilla baarde ook Tubal-Kaïn, de smeder van allerlei snijwerktuigen van koper en ijzer". Hij wordt de 'vader of leermeester der smeden' genoemd. De oude Egyptenaren gebruikten het kopererts om glas te kleuren (Egyptisch blauw).

De grote opkomst van koper in productie en gebruik vond vooral plaats in deze eeuw, waarin de jaarproductie groeide van 600.000 ton naar ongeveer 5.500.000 ton. Veel van dit koper wordt verwerkt als legeringselement in diverse koper giet- en kneedlegeringen, maar ook in allerlei additieven b.v. aan verf. De verbindingstechniek van koper en haar legeringen heeft eveneens een zeer lange geschiedenis van aanvankelijk wellen (smeedlassen) en zachtsolderen tot autogeen en koolbooglasen en lassen met beklede elektroden en na de Tweede Wereldoorlog het TIG-, MIG- en Elektronenbundellassen en hard-solderen. Ondanks deze lange geschiedenis is het verbinden van koper en haar legeringen een specialisme met vaak veel problemen.

Koper komt op enkele plaatsen van nature aan de oppervlakte. Het aanwezige erts heeft dan een blauw-groenige kleur, net als op oude standbeelden. Door erosie kan het gaan schitteren waardoor het natuurlijk opvalt. Mensen ontdekken dat, en proberen uit wat ze ermee kunnen doen. Als verfstof gebruiken, smeren op potten, doffe kralen ermee versieren: zo kan het begin van het gebruik van koper zijn begonnen. Door

koper te hameren en af en toe te verhitten (250 0 C) konden kralen worden gesmeed.

Er waren veel voordelen van koper :

- * het schittert op een unieke wijze
- * het was tamelijk zeldzaam, dus het bezit ervan gaf status
- * als het kapot ging, kon het omgesmolten worden
- * het is makkelijk te slijpen
- * na een tijdje krijgt het een andere kleur, namelijk blauw-groenig

toen de mensen leerden om het te gieten, werden de mogelijkheden nog groter...

Op de Balkan werden rond 4800 v.C. op grote schaal kopervoorraden ontgint. Men legt mijnen aan en volgt de ertslagen. Er zijn in Servië 20 schachten ontdekt, waarin de mijnwerkers waarschijnlijk als volgt te werk gingen:

- * men legde vuur aan tegen het erts in de wand,
 - * men gooide water tegen het erts aan, waardoor het los ging zitten,
 - * men wrikte de erts los met gewei-houwelen,
- na enkele bewerkingen (malen, zuiveren, smelten) goot men het pure koper in gietmallen.

De vondst van een Vinca bijl met gegoten steelgat uit het 5e millennium v.C toont de enorme kennis die de mensen toen al hadden over het gebruik van koper.

De koperontginning breidt zich ook uit naar andere delen van Europa. De "gletsjer-man" Ötzi had rond 3300 v.C. een prachtige koperen bijl . En onder een steen van Stonehenge is geoxideerd koper gevonden. Zo` n 1000 jaar later heeft men in Portugal ook gegoten bijlen, messen, zagen, beitels en priemen.

In Nederland komt het oudste metaal (koper) uit een hunebed bij Buinen (gevonden in 1927 door dhr V. Giffen - zie foto beneden). Deze spiraalvormige kralen worden gedateerd rond 2500 v.C., hoewel de hunebedden ouder zijn, namelijk 3500 v.C. - 2900 v.C. Ook in Odoorn is koper gevonden in een hunebed. Later werden koperen dolkjes en diverse priemen gedeponereerd in graven van de klokbeercultuur op de Veluwe. Er zijn in enkele van deze graven ook enkele aambeeldstenen` gevonden; vooral het graf bij Lunteren, dat aarschijnlijk van een smid was, is erg bijzonder.

Het koper werd zeker geïmporteerd, want in ons land zijn geen koperertsen. Maar waar vandaan, door wie en wanneer precies blijft onduidelijk. Het is opvallend, dat de koperen ` tongdolkjes` in de graven sterk lijken op hun vuurstenen voorgangers. Een ander opvallend detail is, dat het koper in veel gevallen het giftige arseen bevat waardoor het veel harder is dan puur koper.

Waarschijnlijk werd de smid door de arseendampen niet oud. (laatste informatie: uit experimenten is gebleken, dat het arseen grotendeels in het erts blijft tijdens het smelten!) Het toevoegen van tin aan het koper gaf ook een verhardend effect, deed de smid langer leven en bracht tevens het begin van een nieuw

tijdperk: de bronstijd. (ong. 2000 v.C.)

Brons

In Syrië liggen 2 rivieren, waarin zowel kopererts als tinerts voorkomen. Tijdens de winning van het kopererts zal er ongetwijfeld bij toeval ook tinerts zijn gewonnen, zodat er 'Aziatisch koper' ontstond. Dit begrip ('Aziatisch koper') duikt rond 2500 v.C. op in Egyptische teksten en betekent waarschijnlijk brons. Maar tin komt veel minder voor in de natuur dan koper, en al gauw waren handelaren in heel Europa op zoek naar mogelijke tinmijnen.

Door 90 % koper te mengen met 10 % tin wordt het resultaat ongeveer 2 x zo hard dan puur koper, er ontstond brons.

Uiteindelijk kwam men ook in Zuidwest Engeland aan, waar waarschijnlijk tinmijnen werden aangelegd die de lokale bevolking ongetwijfeld rijkdom brachten. Stonehenge dateert ook gedeeltelijk uit die periode (1700 v.C.) en ligt in hetzelfde gebied. Onder een van de stenen van Stonehenge is koperoxide gevonden.

De precieze datering van het begin van de bronstijd in Nederland is omstreden. De schattingen lopen uiteen van 2200 v.C tot wel 1800. De oudste kopermijnen in Europa (ca. 6.000 jaar oud) zijn in het voormalige Joegoslavië (bij de stad Niš) en in Helgoland gevonden. In de dertiende tot vijftiende eeuw werd ook in België (Maasvallei, Dinant) koper en brons geproduceerd. Over kopermijnen wordt verderop in dit werkstuk meer aandacht besteed.

De Late bronstijd

De late bronstijd loopt -in Nederland- van ongeveer 1100 tot 800 of 700 v.C.

Het belangrijkste verschil met voorgaande periodes is, dat men de doden gaat cremen in plaats van begraven. Daarom noemt men deze periode (tot 400 v.C.) ook wel: "urnenvelden". Wat het brons betreft: sinds de midden-bronstijd gaat men een beetje lood aan sommige voorwerpen toevoegen, waardoor je de details van de mallen beter terugziet in het resultaat. In Oostenrijk ligt een plaats (Hallstatt) waar uit deze tijd gigantische hoeveelheden vondsten zijn gedaan in en bij een zoutmijn, wel 19.000 . Het lijkt erop dat dit gebied; "Salzkammergut" bij Salzburg een enorme invloed had op de rest van Europa, mede door het zout dat er werd verhandeld. En natuurlijk de rijkdom, die dat weer meebracht. Er lagen ook veel kopermijnen bij Hallstatt. In ons land vindt er op het gebied van brons een verdere ontwikkeling plaats. Men gaat namelijk het ontwerp van bijlen en messen drastisch veranderen; ze krijgen een koker, waar de bijlsteel of het heft in past. Dat idee is waarschijnlijk afgeleid van de holle speerpunten, die al sinds de midden-bronstijd verschenen . Daar zijn in ons land wel 150 van gevonden. Ook messen krijgen deze "holle bevestiging" en worden ook wel "urnenveld messen" genoemd. In Noord-Engeland is zelfs een "kokerzwaard" gevonden, eveneens uit deze periode. Sinds ± 2500 v.C. gebruikte men in het Midden-Oosten de zogenaamde "verloren wasmethode" om voorwerpen van brons te maken. Deze techniek komt vanaf ± 1500 v.C. ook naar West-Europa.

De komst van ijzeren voorwerpen maakt een eind aan de bronstijd (8e eeuw v.C), maar zeker niet aan de productie van bronzen voorwerpen.

De Bereiding van Koper

Toen de mensen voor het eerst koper zagen wisten ze natuurlijk niet wat ze er mee moesten doen. Het koper schittert altijd erg mooi en dat trok de mensen aan om er iets mee te gaan doen. Ze wilden zich ermee versieren. Als iemand koper had kreeg diegene meer aanzien omdat er niet veel koper werd gevonden, het was toen erg schaars. Dit waren twee goede redenen om met koper te gaan experimenteren. Dit koper dat 'gewoon' werd gevonden heet gedegen koper en bestaat dus voor 100% uit koper. Er zijn maar enkele plaatsen op de wereld waar koper zo kan worden gewonnen. Éen van die plaatsen is het Keweenaw schiereiland in Lake Superior, een andere plaats is CoroCoro in Bolivia. Het grootste stuk gedegen koper dat ooit werd gevonden in een kopermijn was 1342 x 671 x 244 cm groot.

Als de mensen het koper verwarmden (tot 250 graden) en er op hamerden konden er kralen van worden gemaakt. Dit gebeurde voor het eerst in Mesopotamië (Irak) ongeveer 80000 jaar voor onze jaartelling. Toen de mensen leerden om koper te smelten, door het in potten van klei te doen en erg te verwarmen, konden ze met het metaal veel meer nuttige dingen maken, zoals spelden en priemen. De kennis verspreidde zich erg snel en zo konden steeds meer mensen van het koper gebruik maken.

Het smelten van koper vroeger

Een oven waarin de koper gesmolten werd was gebouwd van stenen en daarna nog bekleed met een laag klei. Aan de voorkant van deze oven zat een stop. Deze oven zetten ze bovenaan een soort ringvormige greppel in de grond mat de stop naar de greppel toe. Aan de achterkant werd er met een blaasbalg van bijvoorbeeld geitenhuid, lucht ingeblazen om de temperatuur te verhogen. In de oven werd het malachieterts samen met houtskool vermengd.

Als de temperatuur in de oven 1000 graden bereikte zakte het koper naar de bodem en kwam al het overige (het slak, bij koper ook ruingeel genoemd) naar de oppervlakte drijven. Dit ruingeel konden ze eruit halen door de stop uit de oven te halen. Zo liep het ruingeel uit de oven zo de greppel in. Het koper bleef over.

Nadat al het afval in de ringvormige greppel was gestroomd liet men het koper dat overbleef afkoelen. Nadat het verhard was haalden de mensen het eruit met een lange staaf.

De chemische formule hier voor is : $\text{CuO} + \text{C} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}$

Tegenwoordig gebruikt men ongeveer hetzelfde systeem als vroeger, met als verschil dat er gebruik wordt gemaakt van machines en dat het koper veel zuiverder uit het proces tevoorschijn komt. De bereidingswijze van koper is afhankelijk van het soort mineraal of erts waaruit het metaal wordt geïsoleerd. De bereiding vindt meestal plaats met de sulfidehoudende ertsen als chalkosien, dat voor 90% uit koper bestaat, covelliet (66,4%), borniet (63,3%) en antleriet dat voor 53,8% uit koper bestaat.

Als het kopererts bij de fabriek aankomt wordt het eerst in kleine stukjes gebroken in een roterende beker (1). Dit erts bevat nog maar 1% koper. Het erts is nu nog niet fijn genoeg om goed te kunnen verwerken. Daarom wordt het eerst geplet en heel fijn gemalen door stalen kogels (2). Daarna worden er lucht (a), water (b) en minerale olie (c) aan toegevoegd in de flottatiebak. In deze bak worden ook de koperdeeltjes gescheiden van het overige materiaal. Dat materiaal wordt later weer hergebruikt. Het materiaal bevat nu

zo'n 20 tot 45 % koper. De koperdeeltjes gaan naar de roostoven (4). In deze oven wordt de zwavel verwijderd uit het koper. Het koper wordt daarvoor gesmolten en omdat koper zwaarder is dan zwavel, komt de zwavel aan de oppervlakte te liggen en kan het worden afgevoerd. Dit principe gebruikten de mensen heel vroeger ook d.m.v. de stop aan de voorkant van de oven. Na de roostoven wordt het gesmolten koper in een bessemerpeer (5) gebracht. Deze tank draait rond terwijl er lucht in wordt geblazen. Zo worden de overige viezigheden verwijderd van het koper. Nu ontstaat er metalliek koper. Dit koper is voor 98 % zuiver.

Dit koper wordt in bakken gegoten (6) zodat het dunne platen worden. Als deze platen zijn afgekoeld worden ze in een elektrolysebad (7) gelegd. Dit bad is een mengsel van een oplossing van verdunde zwavelzuur en kopersulfaat. In het bad worden elektroden gelegd. Aan de ene kant ligt een plaat koper dat net gemaakt is. Aan de andere kant ligt een plaat ruw koper. Door hier lage stroom door heen te laten lopen zet zich op de plaat nieuwe koper zuivere koper af. De verontreinigingen die nog in het koper zitten zakken naar de bodem.

Na deze behandeling van het kopererts krijg je bijna (99.95 %) zuiver koper.

Koper is een vrij zacht materiaal dat snel slijt. Meestal moet koper dus nog gemengd worden met een ander materiaal om het echt sterk te laten worden. Zo'n mengsel heet legering.

Een aantal van zulke legeringen zijn:

Legering Uit welke stoffen bestaat de legering?

Brons Koper - tin

Messing koper - zink

Deltametaal koper - zink - ijzer - lood - mangaan

Devardu-legering koper - aluminium - zink

Koperwinning

Kopermijnen bestaan al heel lang. Mensen vroeger haalden het koper uit de grond door middel van verhitting. Als ze op een laag kopererts waren gestuit legden ze een vuur aan tegen het erts. Daarna gooiden ze water over de verhitte stenen. De stenen barstten en het erts kwam los te zitten. Ze wrikten de stenen helemaal los met bijlen gemaakt van bot van rendieren. Daarna konden ze het erts goed worden bereid.

Tegenwoordig graven ze met graafmachines de groeven uit. Ze halen het kopererts uit de grond door het bijvoorbeeld te laten ontploffen, of het eruit te boren. Het kopererts wordt samen met het gruis naar de fabriek vervoerd. Daar wordt het koper gescheiden van de stenen.

De kopermijnen zijn erg groot en diep. Veel bewoners moeten plaats maken als er weer een nieuwe mijn wordt gegraven. Hierdoor is er vaak veel protest tegen de bedrijven die kopererts uit de grond halen. Zo'n kopermijn brengt natuurlijk niet alleen maar last mee. Ook kunnen veel mensen werk krijgen bij zo'n kopermijn. Voor een land betekent het extra inkomsten.

Een van de belangrijkste vindplaatsen voor kopererts in de oudheid, was het eiland Cyprus. Het Latijnse woord voor koper was dan ook bijna gelijk met die naam: Cuprium. Dit werd verkort tot Cuprum. En vanaf Cuprum is het nog maar een kleine stap tot het woord koper.

Wingebieden

De belangrijkste wingebieden voor koperhoudende erts (met name borniet en koperkies) liggen in Chili, de Verenigde Staten van Amerika (Arizona, Utah, Rocky Mountains), Rusland (Petsamo, Oeral), Kazachstan, Canada (Sudbury), Democratische Republiek Congo, Polen, China, Peru, Mexico, Australië, Papoea-Nieuw-Guinea, de Filipijnen, Zuid-Afrika, Zambia en Japan. Op de afbeelding hier boven zie je de belangrijkste wingebieden over de hele wereld aangegeven, de cirkel staan voor omvang van de productie en het aandeel in de wereldproductie, uitgedrukt in percentages.

Koper en handel

Koper als Handelsproduct

Nadat men rond 3000 v Chr. in het Midden Oosten ontdekt had dat door de toevoeging van tin aan het reeds langer in gebruik zijnde relatief zachte koper een harder metaal (brons) verkregen kon worden, ontstonden er rond 2000 v Chr. rijke bronsculturen in streken waar koper- of tinertsen in de bodem voorkomen: Ierland, Zuid-Engeland en Midden-Europa.

Doordat tin en brons niet in dezelfde gebieden voorkomen ontstond er in vrij korte tijd een uitgestrekt systeem van ruilhandel en uitwisselingsrelaties om de ertsen bij elkaar te brengen.

Koper is een metaal dat voor veel doeleinden kan worden aangewend, bijvoorbeeld om er gebruiksgoederen van te maken, van ketels en uurwerken tot hang- en sluitwerk voor deuren en ramen, of er munten van te slaan voor de geldcirculatie. Het werd in de vroegmoderne tijd in Europa en Azië onder meer gebruikt voor de fabricage van kanonnen van betere kwaliteit, met het gebruik van tin.

Cyprus

Cyprus is het meest oostelijke eiland in de Middellandse Zee. Turkije ligt op 72 km, Egypte op 350 km. Het eiland heeft zijn naam te danken aan de handel in koper in de Oudheid. Cyprus is namelijk koper in het Grieks.

VOC

Ongeveer in het midden van de 17e eeuw ging de VOC er toe over om kopergeld naar Azië uit te voeren. Het ging hier om duiten, die één achtste van de waarde van de kleinste zilveren munt, de stuiver, vertegenwoordigden. Vrijwel vanaf het begin van 17e eeuw had de VOC zilveren munten naar Azië gestuurd. In de praktijk van het geldverkeer ondervond men echter moeilijkheden als het op het betalen van kleine bedragen aankwam. Met andere woorden, zilvergeld was niet geschikt als pasmunt. Daarvoor werden aanvankelijk allerlei Aziatische muntjes gebruikt, waarbij dan vaak grote onduidelijkheid ontstond ten aanzien van de koersverhoudingen tussen het Aziatische en het VOC-geld. Vanaf ongeveer 1725 nam de export van hele en halve duiten naar Azië aanmerkelijk toe. Het ging daarbij om vele miljoenen

munstukken, maar in guldens gerekend was het gemiddeld slechts zo'n 0,1 miljoen per jaar. In sommige gebieden onder rechtstreeks bestuur trachtte de VOC bij de wet te bereiken dat de duiten als pasmunt zouden fungeren. Dit gebeurde, met wisselend succes, onder meer in Batavia, Cheribon en Java's Noordoostkust.

De VOC handelde in Azië zelf overigens ook in koper. Het ging hier om Japans koper, dat in staven werd geëxporteerd, vooral naar India, waar de koperhandel diende ter financiering van de aankoop van textiel. De export uit Japan kwam pas goed op gang na het verbod van de Japanse overheid op de uitvoer van zilver. Voor de VOC was koper een alternatief voor dit lucratieve product.

Aanvankelijk werd jaarlijks zo'n 2,5 miljoen pond uit Japan verscheept, waarvan incidenteel grote hoeveelheden naar de Republiek werden vervoerd. In de 18e eeuw liep het niveau terug tot ongeveer 1 miljoen pond per jaar, onder andere omdat de Japanse overheid, bevreesd voor uitputting van de mijnen, beperkingen instelde. In Japan betrok de VOC het koper door de gehele periode heen voor 25 tot 40 cent per pond. In de 17e eeuw werd Japans koper in Amsterdam voor zo'n 50 à 60 cent per pond verkocht. In India lag de gemiddelde verkoopprijs in grote delen van de 18e eeuw naar schatting op ongeveer 1 gulden per pond.

Ook veel dorpen in Nederland hadden baat bij de koperhandel. Daar woonden in de 17e en 18e eeuw de handelaren, teuten, vaak arme boeren die op een slimme manier rijk waren geworden van de handel in koper.

Koperen munten

De geschiedenis van het kopergeld

Toen mensen nog geen echt muntenstelsel hadden ruilden ze met elkaar. Als iemand bijvoorbeeld een koe wou hebben moest hij daarvoor iets anders in de plaats geven. Mensen moesten eerst onderhandelen voordat ze iets konden hebben en om iets te kopen moest je veel meenemen om in te kunnen ruilen. Dit was allemaal erg onhandig. Mensen wouden dus iets dat klein was en makkelijk mee te nemen maar dat ook veel waard was. Men bedacht het geld. Het eerste Romeinse geld bestond uit nog vormloze klompjes koper (eerste foto), waarvan de waarde overeenkwam met de prijs van een schaap of rund. Weldra werden de stukjes koper en brons door de staat gemerkt, als waarborg voor gewicht en gehalte, waardoor de munt ontstond die men 'as' noemde (middelste foto). De as heeft een afbeelding van het gevleugelde paard Pegasus. Op de laatste foto zien we een voorstelling van de Januskop. Janus is de god van het verleden en de toekomst (deur). Het gewicht van deze munt bedroeg ongeveer 290 gram..

In het Romeinse rijk werkte dit zeer goed en werden er veel munten geslagen. In de 3e eeuw na Christus was er een tijd van erge inflatie. Er werd steeds meer koper door de gouden en zilveren munten gedaan. Na een tijd herstelde de waarde van het geld zich maar de koperen munten bleven onderdeel van het muntenstelsel.

Toen de Romeinen Nederland verlieten gingen de bewoners weer over naar de ruilhandel. In de

middeleeuwen ging men weer munten gebruiken. Dit waren alleen gouden en zilveren munten met zoveel edelmetaal erin als hun waarde. Toen het zilver schaars werd konden de mensen het niet veroorloven om zilveren munten te blijven slaan. Het kleingeld werd weer geslagen van koper. Het koper in de munten was niet zoveel waard als waarvoor de munten werden uitgegeven.

Koperen Duiten van de V.O.C.

Het grote gebrek aan circulerend kleingeld was de V.O. Compagnie genoodzaakt in 1723 koperen duiten vanuit de Nederlanden te importeren. Deze duiten werden gelijk gesteld aan $\frac{1}{4}$ zilveren stuiver. Hier werd door smokkelaars veel misbruik van gemaakt, aangezien de duiten in de Nederlanden gangbaar waren verklaard voor $\frac{1}{8}$ zilveren stuiver. De Staten-Generaal gelastten dan ook dat vanaf 1726 speciale duiten voor de VOC zouden worden geslagen zonder de naam van de provincies, maar met de initialen van de Compagnie op de keerzijde.

De koperen munten sleten erg snel en daarom werd in 1877 tin door de koper gedaan. Het materiaal dat toen ontstond was veel sterker dan koper alleen en het sleet dus veel minder snel. Dit mengsel wordt brons genoemd, maar daarover volgt later meer informatie.

De productie van koperen munten

Munten werden gemaakt in speciale munthuizen. De munten werden uit een metalen plaat geknipt met een metaal schaar. Daarna werd het geknipte plakje op een soort stempel gelegd (een onderstempel). De munter had zelf een bovenstempel en die legde hij boven op het plaatje. Daarna sloeg hij er met een grote hamer op.

Doordat het muntje uitgeknipt werd was het meestal niet helemaal rond. De munten waren ook vrijwel nooit helemaal hetzelfde. Veel mensen knipten ook stukjes van de munten af om zo na een tijdje een nieuwe munt te kunnen laten slaan. Dit afknippen van munten heet "snoeien". De munters namen hier rekening mee door een tekst of ribbeltjes op de zijkant van de munt te zetten. Het koper werd ook gebruikt om proefmunten te slaan. Omdat goud en zilver veel te duur zijn om de munt te laten mislukken probeerde de muntmeester eerst of de stempels goed gesneden waren. Dit deed hij door eerst een koperen munt te slaan. Als die munt beviel begon de muntmeester met het slaan van de gouden en zilveren munten. Pas eind 17e en begin 18e eeuw gingen de meeste munthuizen over tot het stansen van de muntplaatjes en het machinaal vervaardigen van de munten met schroefwerken. De techniek was al langer aanwezig doch werd tegen gehouden door het muntpersoneel die vreesde voor verlies van werkgelegenheid. Zo werd bijvoorbeeld ook de invoering van de schroefpers om dezelfde reden lange tijd tegengehouden door het muntpersoneel maar ook door de overheid zelf. Het munten met een schroefpers maakt namelijk veel minder lawaai dan het slaan van de munten met de hamer. De overheid was daarom bang dat de schroefpers zou uitnodigen tot valsemunterij omdat dan 's nachts geluidloos gemunt kon worden buiten alle controles om.

De munten worden tegenwoordig door een machine gemaakt. Ook nu nog worden de munten geperst tussen twee stempels. Dit gebeurt bij 'de Nederlandse Munt' een muntfabriek. In Nederland staat maar 1 zo'n muntfabriek en die staat in Utrecht. In de fabriek worden ongeveer vierhonderd munten per minuut gemaakt.

Detectorvondsten

Tegenwoordig worden er nog vaak koperen munten uit oude tijden gevonden met metaaldetectoren, niet alleen door opgeleide archeologen maar ook door amateurs. Je kunt dan alleen een metaaldetector gebruiken maar een koptelefoon is ook makkelijk omdat je dan goed veranderingen opmerkt en ook munten die dieper in de grond vinden kunt opgraven.

Koperen Muziekinstrumenten

Bij de eerste koperen blaasinstrumenten kon men maar een bepaalde serie tonen spelen. Deze instrumenten werden 'natuurlijke instrumenten' genoemd. Hieronder een plaatje van een natuurlijke trompet.

Het heeft een tijd geduurd voordat elke toon (binnen bepaalde grenzen) gespeeld kon worden. Er kwamen verschillende oplossingen. Men maakte beugels van verschillende lengte, waardoor andere series tonen ontstonden (hoorn); er werden gaten in de instrumenten geboord, zoals bij de houten blaasinstrumenten (klephoorn); het schuifstelsel van de trombone werd toegepast, en er waren zelfs instrumenten waarbij buizen van verschillende lengte tot één instrument werden verenigd (althoorn). De definitieve oplossing kwam door de komst van ventielen, begin 19e eeuw. Deze uitvinding heeft grote gevolgen gehad voor de koperen blaasinstrumenten. Met name in de 19e eeuw werden er dan ook veel koperen blaasinstrumenten ontwikkeld. Een aantal daarvan verdwenen alweer snel. Tegenwoordig heeft een koperen blaasinstrument drie of vier ventielen. Door het indrukken van een ventiel wordt een buis ingeschakeld, en de toon lager. Dit zie je op de hiernaast afgebeelde figuren.

Het ventielsysteem is eigenlijk een logisch vervolg op de zeven buizen van de althoorn. Elk ventiel schakelt een extra stukje buis in. Met drie ventielen heb je dan zeven mogelijkheden.

Koperen blaasinstrumenten kun je verdelen in scherp koper en zacht koper, waarbij de termen 'scherp' en 'zacht' slaan op het soort geluid dat de instrumenten maken. Tot het scherpe koper worden o.a. de trompet en trombone gerekend, tot het zachte koper de hoorn en de tuba.

Het bekendste blaasinstrument met een klavier, dat is een soort toetsenbord bij een instrument, is het orgel. Een ander instrument uit deze groep is het accordeon. Bij dit soort instrumenten zitten er rieten in het instrument. Bij dit soort rieten moet je niet denken aan de rieten van de klarinet, hobo, enz., maar meer aan een soort tong van metaal of hout. Deze tong zit aan één kant vast aan het instrument. De tong kan eventueel gebogen zijn. Door het blazen (mondorgel), zuigen (harmonica), of het bedienen van een blaasbalg (accordeon) gaat het riet en de lucht eromheen trillen en ontstaat er geluid.

Koperen blaasinstrumenten zijn gemaakt van een verzilverde of vergulde koperen holle buis.

Aan één kant zit een trechtervormig uiteinde om de klank te richten. Aan de andere kant wordt een (los) mondstuk geplaatst.

De toonhoogte bepaald de bespeler met de spanning van zijn lippen (lipspanning); hoe strakker hij zijn lippen spant, hoe hoger de toon wordt. Ventielen of een verschuifbare buis helpen mee om de toonhoogte te bepalen.

De buis van een koperen blaasinstrument is altijd opgerold om hem makkelijker bespeelbaar (en vervoerbaar) te maken.

Koperen blaasinstrumenten kun je herkennen aan:

- * Ze zijn uit koper vervaardigd
- * Je moet er op blazen
- * De klank wordt verkregen door het trillen van de lippen van de bespeler
- * De toonhoogte wordt gewijzigd met behulp van ventielen (uitzondering: de trombone)

Een koperen blaasinstrument is niets anders dan een metalen buis die de trillingen van de lippen versterkt. Door de buis langer te maken met behulp van ventielen, kun je de toon verlagen. Van hoog naar laag worden het meest gebruikt:

de trompet, de hoorn, de trombone en de tuba. In het militaire orkest worden ook nog een cornet, een bugel en een bariton gebruikt. De laatste instrumenten zijn varianten van de trompet en tuba.

Scherp Koper

Het scherp koper in het orkest bestaat uit een tiental cornets en een drietal trombones. Er wordt één es-cornet gebruikt voor de sopraan partij, de overige cornets zijn in bes gestemd. De trombonesectie bestaat uit twee tenor-trombones en één bas-trombone.

Een cornet is een variant van de trompet. Beide bestaan uit een koperen buis van ongeveer 1,5 meter lengte en beide zijn uitgerust met zgn. ventielen waarmee de buis verlengd kan worden om op die manier notenreeksen te kunnen spelen. Het verschil is dat de cornet wat compacter is opgevouwen en een klein beetje conisch is, waardoor een wat warmere klank ontstaat. Deze warmere klank past uitstekend bij het homogene geluid van een brassband.

De trombone is een al wat ouder instrument dat op brede schaal wordt gebruikt. De eerste trombone's werden al ruim voor onze jaartelling gebruikt. Vandaag de dag vindt u trombones in symfonie- tot jazzorkesten en uiteraard ook in een brassband. De trombone is een cilindrisch instrument, waardoor het tot het scherp koper hoort. Bij cilindrische instrumenten blijft de dikte van de buis tot aan de beker (vrijwel) hetzelfde. Bij conische instrumenten daarentegen wordt de buis langzaamaan steeds dikker. Daardoor krijgt het instrument een warmere klank. Maar zoals gezegd horen de trombone's bij de groep van cilindrische instrumenten, het scherp koper dus.

Zacht koper

Adolphe Sax heeft een belangrijke rol gespeeld bij het ontwikkelen van nieuwe instrumenten. Zo heeft hij ondermeer de saxofoons uitgevonden. Ook heeft Adolphe Sax een hele reeks van koperen blaasinstrumenten ontwikkeld die allen conisch zijn. Van alle instrumenten die Sax ontwikkeld heeft zijn er nog maar een paar in gebruik. Er worden er vijf toegepast in de brassband, de zgn. saxhoorn groep, het zachte koper.

Allereerst de kleinste van de familie, de flugelhorn. Dit instrument lijkt qua bouw wat op de cornet, maar is toch echt lid van de saxhoorn familie. Dit instrument wordt ook in fanfare orkesten toegepast, alleen wordt hij daar bugel genoemd en heeft dan ook duidelijk een heel andere functie. In een brassband

wordt slechts één flugelhorn gebruikt, als een soort van cornet.

Vervolgens gaan we qua stemming naar beneden, de althoorn. Dit instrument lijkt wat op een sopraan tubaatje en heeft dan ook de vorm die zo karakteristiek is voor de saxhoorn groep. De flugelhorn is wat dat betreft eigenlijk een buitenbeentje.

De althoorn is in es gestemd, een vol octaaf lager dan de es-cornet, en er worden er drie gebruikt in een brassband.

Het begint al wat groter te worden als we doorgaan naar de bariton. Een slagje groter dan de althoorn en dit instrument is weer in bes gestemd. U kunt er een tweetal van vinden in de brassband.

De volgende in de reeks is de euphonium, ook wel tenor-tuba genoemd. Ook van dit instrumenttype zijn er twee in een brassband aanwezig. De euphonium heeft dezelfde stemming als de bariton, maar door de grotere boring is de klank wat donkerder.

Tot slot komen we bij het echt grote werk van het orkest terecht, de bas-tuba. In een brassband wordt de bas-tuba in twee verschillende varianten toegepast. Gestemd in es en gestemd in bes. Van beide varianten zitten er twee in een brassband en met z'n vieren zorgt deze club voor de baslijn van het orkest.

We hielden een interview met de Nederlandse trompettist Erik Veldkamp en met Loet van der Lee. Erik Veldkamp studeerde op the Amsterdam School of the Arts waar hij jazz- en leadtrompet en later arrangeren volgde. Hij speelde met verschillende big bands en is vast orkestlid bij de Dutch Jazz Orchestra. Hij publiceerde hij 17 boeken en schreef composities en arrangementen. Loet van der Lee studeerde Jazz aan het Hilversums Conservatorium, Inmiddels is Loet een gerespecteerde jazz latin-jazz trompettist. Ook hij speelde met verschillende orkesten en bands, maar vooral met het Loet van der Lee Quartet.

* Waarom bent u koper gaan bespelen en waarom speciaal trompet?

- Ik ben op 8 jarige leeftijd met cornet begonnen en later op de fanfare overgestapt naar trompet. Wat ik voor al mooi vindt aan koper is dat het geluid is erg persoonlijk is, net als de stem. De klank is heel erg eerlijk. Je kunt mooi klassiek spelen maar ook flink uitpakken in popmuziek. Dus erg veelzijdig.

- Toen ik 10 was kreeg ik op de Fanfare waar ik op les ging een trompet uitgereikt en vond het direct een prachtig instrument.

* Spreekt de trompet u nu nog steeds zoveel aan als vroeger en bespeelt u wel eens andere instrumenten bespeeld?

- Ik ben nu fanatieker als vroeger als het om trompet spelen gaat omdat ik nu beter begrijp wat het inhoudt. Ik speel vaak op andere koperen muziekinstrumenten, zoals trombone .

- Ja, het spreekt mij nog steeds erg aan. Ik heb ook andere instrumenten geprobeerd maar vind trompet/ flugelhorn (bugel) nog steeds het mooiste. Een van de mooie aspecten van het bespelen van een blaas instrument is dat je met de lucht uit je eigen lichaam de toon maakt. Het geluid komt eigenlijk uit jezelf en klinkt daarom ook bij iedereen anders. Het is een soort menselijke stem maar dan anders.

* Gaat u nog lang door met het bespelen van de trompet?

- Mijn hele leven, of tot het niet meer gaat.
 - Ik zal blijven spelen tot ik het lichamelijk niet meer gaat. Erg lang dus.
- Koper en Kunst

Koperen Sieraden

Elizabeth R. Agte

Elizabeth Agte maakt en ontwerpt sieraden, ze maakt hiervoor vooral gebruik van het materiaal koper. Sinds 1985 heeft ze een eigen sieradenatelier, ook geeft ze les en maakt ze beeldhouwerken. Er zijn o.a. exposities van haar gehouden in 'The Philadelphia Art Museum' en in de 'Fireworks Gallery' in Seattle. Ze maakt gebruik van veel soorten materialen – het meest van koper- en haar werk wordt beschreven als een soort architectuur. Het eerste werken waren vooral geometrisch, nu zitten er meer klassieke lijnen in en maakt ze gebruik van iconen en symbolen. Die laatste laten ook Elizabeth's interesse zien in het culturele en spirituele gebruik van sieraden door de geschiedenis heen. Om te laten zien dat ze voor recycling is maakt ze soms ook gebruik van computeronderdelen, vliegtuigdelen, knopen en menselijk haar.

Ze begon met het gebruiken van koper op school omdat het niet duur is, ook houdt ze van de manier waarop het gebruikt kan worden. Ook vind ze de buitenkant van koper heel mooi, omdat het een beetje verweerd uiterlijk heeft. Meestal is dit de reden dat mensen niet van koper houden, want ze vinden dat verweerde lelijk; daarom moeten ze het de hele tijd poetsen zodat het weer gaat glimmen. Maar Elizabeth vindt dit juist bijzonder en ze vindt de kleur ook mooi, het staat ook leuk bij haar kleding. De koperen sieraden staan vooral leuk met donkergroen en blauw.

Ze ontwerpt alle juwelen zelf, maakt ze allemaal eigenhandig. Ze sieraden worden met zilver gesoldeerd, geborsteld en daarna komt er lak overheen.

Koperkunst

We hielden een interview met 'koperkunstenaar' Tjipke van der Velde.

Waar komt de naam koperkunst vandaan, en wat houdt het in?

“Oke ik zal proberen om wat informatie te vertellen. Ik heb de naam “koperkunst” gekozen omdat er in de periode van 1920-1930 in Sneek een koperslager (Klaas Dijkstra) zat die koperen voorwerpen onder de naam “Friesche koperkunst” op de markt bracht. De stijl van deze voorwerpen en dan met name de rijke versiering die er op aangebracht werd sprak mij enorm aan en dient dan ook in veel gevallen voor mij als voorbeeld. Deze “Friesche koperkunst” werd meestal voorzien van het merkteken “Klaas Dijkstra Sneek”. De voorwerpen van deze Klaas Dijkstra kon je in die periode ook op bonnetjes van “Douwe Egberts” krijgen en hierdoor werd er zoveel omgezet dat het een koperslagersbedrijf werd waar in de bloeiperiode tussen de 20 à 30 mensen werk vonden. Nog steeds kom je met name in het noorden en vooral bij ouder mensen dit koperwerk tegen. Ook op veilingen wordt het regelmatig te koop aangeboden, maar wel tegen

relatief hoge prijzen omdat er veel vraag naar is. Hoewel het voor mij als voorbeeld dient, probeer ik niet er een regelrechte imitatie van te maken, het gaat mij meer om de gebruikte technieken dan vooral die voor het aanbrengen van de versiering. In mijn eigen werk probeer ik ook regelmatig deze oude technieken op meer modernere vormen toe te passen.

Waarom heeft u speciaal voor koper gekozen heb?

“Dat is een wat moeilijk te beantwoorden vraag, ik denk dat het te maken heeft met mijn belangstelling voor technieken en voorwerpen uit het verleden. Koper was nu eenmaal een materiaal die je in een bepaalde periode veel tegenkwam bij gebruiksvoorwerpen en het heeft daardoor ook als snel een “antieke” uitstraling. Ook de prijs speelt natuurlijk een rol, ik zou natuurlijk ook zilver kunnen gebruiken, want de toegepaste technieken komen sterk met elkaar overeen, maar de prijs van zilver ligt wel minimaal een factor 10 hoger dan koper. Het heeft in elk geval voor mij iets waardoor ik er graag mee werk. Onder de naam koper versta ik in dit geval natuurlijk ook messing.”

Wanneer bent u begonnen met “koperkunst”?

“Op ongeveer 18 jarige leeftijd zat ik al wel eens op een schoenmakersleest en een simpele hamer oude technieken uit te proberen. Jarenlang ben ik zo een hobbyist geweest die eigenlijk alles uit metaal probeerde te maken, waarbij koper altijd een voorkeur had. Op dit moment ben ik 50 jaar, maar ongeveer 8 jaar geleden kreeg ik contact met iemand die mij wees op een cursus “koperslaan”. Deze cursus, die gegeven werd door een oudere man met veel ervaring, heb ik natuurlijk met veel plezier gevolgd, hoewel ik er wel elke week een middag voor vrij moest nemen en er ook een 150 km (heen en terug) voor moest afleggen. Vanaf die tijd ben ik mij sterk in het kopersmeedwerk gaan verdiepen en dit ook zoveel mogelijk in de praktijk proberen te brengen.”

Wat voor technieken en gereedschappen gebruikt u?

“Allereerst iets over de gereedschappen. Hiervan kan ik stellen dat ik alleen maar gereedschappen gebruik die in het verleden ook werden gebruikt. Mijn werkplaats begint dan ook steeds meer op een klein museumpje te lijken. Ik heb zo langzamerhand al een redelijke verzameling oude kopersmeedgereedschappen hierbij moet je denken aan ongeveer 30 soorten hamers, 30 verschillende staken, speciale aambeelden, veel hulpgereedschappen en ongeveer 70 verschillende ponsjes voor het aanbrengen van de versiering. Diverse gereedschappen zijn door mij zelf gemaakt, maar wel overeenkomstig de gereedschappen zoals ze vroeger werden gebruikt. Ik zal dan ook niet snel gebruik maken van “modernere” gereedschappen om daarmee de productietijd te verkorten, maar een klein gaatje boor ik natuurlijk wel met een elektrische boormachine.”

“Voor de technieken geldt hetzelfde zoals ik al eerder heb genoemd, ook hier houd ik mij aan de methode zoals het vroeger ook werd gedaan. Met vroeger bedoel ik de periode voor de industriële revolutie. Materialen worden met een koperschaar geknipt, daarna wordt er gestuikt, gerekt, omgebogen of

gewalst. Vanuit een vlakke plaat wordt het materiaal met een speciale techniek ingetrokken zodat het bekervormig wordt.

Afzonderlijke delen worden samengesteld door solderen (hard of zacht), klinken of felsen. Aan het eind of in een eerdere fase wordt er soms een motief of een afbeelding op aangebracht. Tijdens het bewerken wordt er regelmatig uitgegloeid omdat er door het bewerken versteviging van het materiaal optreedt en ook worden de delen af en toe in een salpeterzuur oplossing gedoopt om weer een schoon uiterlijk te krijgen.

Soms worden er speciale technieken op los gelaten om het uiterlijk te verfraaien.

Dit zijn zo ongeveer de voornaamste bewerkingen, maar helemaal volledig zal het niet zijn.”

Krijgt u ook opdrachten van bijvoorbeeld verenigingen of organisaties?

Tijdens het meedoen aan een hobbybeurs kwam er iemand die vroeg of ik ook oorijzers kon maken. Op deze manier ben ik in contact gekomen met de Friese kostuum commissie. Door of via deze commissie krijg ik regelmatig opdrachten voor het maken van oorijzers of bijbehorende attributen. Deze opdrachten komen dan uit alle delen van het land omdat overal wel mensen zijn die als hobby zich met het maken van streekdrachten bezig houden.

Koper en Architectuur

In de architectuur wordt er steeds meer gebruik gemaakt van koper. Architecten merken wat een mooie kleur koper op den duur krijgt. Bouwbedrijven vinden juist dat het heel makkelijk te hanteren is. Zo krijgen steeds meer mensen koper te zien op straat.

In Zutphen zijn bijvoorbeeld 22 woningen gebouwd met koperen daken. Omdat om de woningen veel groen ligt was koper de beste keus. Het is een natuurlijk materiaal en de kleur is erg mooi. Er waren wel problemen met de ventilatie omdat koper geen lucht doorlaat. De daken zijn nu van rood naar groen aan het verkleuren. Wel is gebleken dat een rieten dak het meest milieuvriendelijk is en een koperen dat ongeveer 140 x slechter is voor het milieu.

Hier zijn nog een paar voorbeelden van gebouwen met deel koper erin:

In Almelo is de zijkant van de bibliotheek met koper bekleed. (zie foto hierboven.)

In Amsterdam, tegenover de Amsterdam ArenA is een luxe koffieshop gebouwd, Delifrance. Het bijzondere aan dit gebouw is dat de buitenkant helemaal bekleed is met koper en dat het gebouw op poten staat. Dit is een project van Zinkunie. Een bedrijf dat steeds meer met koper werkt en het graag onder de aandacht brengt op deze manier.

Koper en Bier

Het gebruik van koper bij het brouwen van bier.

Koper is bij uitstek het materiaal waar van brouw- en kookketels gemaakt kunnen worden, we hebben toch allemaal koperen waterleidingsbuizen in ons huis? worden?

Tot zo'n 20 à 25 jaar geleden werden de professionele brouwinstallaties uitsluitend gemaakt van koper. De koperen glimmende brouwketel met de karakteristieke kap met schoorsteen is zelfs uitgegroeid tot een symbool voor bierbrouwerijen. Voordat koper gebruikt werd maakte men brouwketels van ijzer. Ten opzichte van ijzer heeft koper een aantal voordelen:

- * het is minder corrosiegevoelig met andere woorden koper roest minder dan ijzer;
- * het heeft een beter warmtegeleidendvermogen;
- * het is makkelijker te bewerken voor bijvoorbeeld ingewikkeldere constructies

Geen wonder dus dat bijna alle brouwerijen voorzien werden van koperen ketels. Het zal wel voortgekomen zijn uit een soort van minderwaardigheidscomplex maar in het verleden ijzeren ketels beschilderd zijn met koperverf.

De laatste jaren wordt het koper helemaal verdrongen door roestvrijstaal (RVS, in België meestal aangeduid met de term INOX). Alle nieuwe installaties zijn van dit laatste materiaal. De redenen daarvoor zijn dat RVS zuurbestendig is, geen invloed heeft op de smaak van het uiteindelijke bier en makkelijk schoon te maken is.

Ondanks het feit dat koper als materiaal voor brouwinstallaties heeft afgedaan kun je regelmatig nieuwe brouwinstallaties tegen komen met een koper uiterlijk. Dit is vooral het geval bij de nieuwe kleine huisbrouwerijen waar de installatie te zien is vanuit het horecagedeelte van de brouwerij. Het grote publiek associeert schijnbaar nog steeds koper met ambachtelijk brouwen en het oog wil ook wat, maar de binnenkant is dan gewoon van RoestVrijStaal.

Koperionen

Er is nog een andere reden waarom het koper langzaam maar zeker uit de professionele brouwerijen verdwijnt. Wort, een aftreksel van gezoet en gehopt beslag voor de bereiding van bier is licht zuur. Door deze zure omgeving lossen uit de koperen ketels kleine hoeveelheden koperionen op in het wort. Ook via de mout komt er een kleine hoeveelheid koperionen in het wort. De aanwezigheid van een kleine hoeveelheid koperionen is helemaal niet verkeerd. Gist heeft zelfs een geringe hoeveelheid koperionen nodig voor de opbouw van nieuwe cellen. Ook hier geldt echter overdaad schaadt. Koper behoort tot de zware metalen en hiervan mag je niet te veel binnen krijgen. Ook de gist legt het loodje bij te veel koper. Verder geven hoge koperconcentraties smaakafwijkingen aan het bier. Het is een bekend verhaal dat sommige brouwerijen die de overstap van koperen naar RVS ketels net hadden gedaan koperen strips in hun brouwketels hingen tegen bruuske smaakverandering.

Te veel koper

Je hoeft je tijdens het bier drinken niet echt zorgen te maken over een kopervergiftiging, zeker als het gaat om een koperen wortverzamelpijp die gebruikt wordt in een emailen pan. De pH van het beslag heeft bij het filteren een pH waarde van 5,4 en dat is zwak zuur, de temperatuur ligt zo bij 75C en het filteren duurt

betrekkelijk kort (1 à 1,5 uur). Verder heeft een wortverzamelpijp maar een beperkt oppervlak. Als je een koperen kookketel gebruikt zoals krijg je meer koperionen in je wort. Het wort is zuurder geworden door reacties tijdens het koken (pH 5,2 à 5,1) en de temperatuur is een stuk hoger dan bij het filteren. Hierdoor gaat het oplossen van koperionen een stuk gemakkelijker. Maar zelfs dan zal het kopervergiftigen wel meevallen. Bier wordt gecontroleerd door de Keuringsdienst van Waren en er is nog nooit een bier uit de markt genomen omdat de concentratie aan koperionen te hoog was.

Koperoxide en schoonmaken De vorming van koperoxide; koper is een half edelmetaal verwant aan goud en zilver. Zuiver koper is roodachtig. Messing, een legering van koper, heeft een gele kleur. Koperen munten krijgen na verloop van tijd een bruinachtige kleur. Dit is een gevolg van de vorming van koperoxide. Dit koperoxide heeft een beschermende werking voor verdere corrosie van het koper. Er bestaat ook kopergroen, dit is zeer giftig. Voor de vorming van kopergroen hoef je niet te vrezen als je je koperen brouwapparatuur in een droge omgeving bewaart.

Voor het schoonmaken van een wortverzamelpijp kun je overigens maar beter geen gebruik maken van chloorhoudende schoonmaakmiddelen. Onder invloed van chloor wordt zwart gekleurd koperoxide gevormd.

Conclusies

Koper is een metaal dat beschikt over een aantal unieke eigenschappen. In het verleden is koper veelvuldig gebruikt voor het vervaardigen van brouwinstallaties. Door de taaiheid en buigzaamheid kunnen er eenvoudig ingewikkelde constructies mee worden gemaakt.

Een teveel aan koperionen is toxisch voor de gist en de mens. Vergist nooit in een koperen ketel. Bij het gebruik van een koperen wortverzamelpijp hoef je niet bang te zijn voor een te hoge concentratie aan koperionen. Het is mogelijk om zonder risico's voor de gezondheid koper te solderen. Koper is niet sterk corrosiegevoelig. Als je koperen brouwapparatuur droog bewaart hoef je niet bang te zijn voor de vorming van het giftige koperoxide.

Koper en Recycling

Hergebruik van metalen is een eeuwenoude praktijk. Reeds in het vierde millennium voor Christus was er sprake van een min of meer systematische vorm van hergebruik, die al snel uitgebreid werd met een nieuwe manier van recyclen, het (her)smelten van onder meer lood, tin, koper, brons en ijzer. In de eerste eeuwen na Christus werden deze technieken verder geperfectioneerd.

Met de verdere ontwikkeling van de techniek ontstond ook een levendige handel in afgedankte metalen, die als grondstof zeer gewild waren vanwege hun gunstige prijs en relatief eenvoudige verwerking. Een klassiek voorbeeld van zowel export als hergebruik van metalen vormen nog altijd de tonnen hoefijzers die Nederlandse vrachtschepen in de jaren '20 en '30 naar China verscheepten, waar ze een nieuw leven begonnen als zak-, scheer- en kap- messen.

Het verwijderen en terugwinnen van koper uit afvalstromen.

Koper wordt als materiaal en in legeringen gebruikt vanwege de gunstige eigenschappen zoals

geleidbaarheid en buigzaamheid. Koper is ook geliefd om de kleur en de glans. Daarom zaten vroeger de politie uniformen in de VS vol koperen knopen, waar de benaming cop (copper) voor politieagenten in de Verenigde Staten nog op duidt.

Alhoewel de voorraden aan koper (2.5 triljoen kilo) wereldwijd nog lang niet zijn uitgeput, is het raadzaam om het koper dat in huisvuil, industriële- en waterige afvalstromen terecht komt te verwijderen of terug te winnen. Verwijderen is met het oog op de mogelijk negatieve effecten op het milieu een goede zaak. Maar ook het terugwinnen als bruikbaar metaal is de moeite waard omdat dan slechts beperkt naar koper hoeft te worden gemijnd en dus minder schade aan het milieu wordt veroorzaakt. Daarbij is een zeer belangrijke factor nog het feit dat de waarde van gerecycled koper tenminste 95% is van de waarde van pas gemijnd koper. In de Verenigde Staten wordt jaarlijks bijna net zoveel gerecycled als nieuw koper gebruikt, hetgeen de VS voor wat betreft koper grotendeels zelfbetalend maakt.

Bij de faculteit Technische Aardwetenschappen wordt onderzocht hoe bestaande processen voor metaalproductie in de industrie verbeterd of vernieuwd kunnen worden en hoe afvalstromen ten nutte of onschadelijk gemaakt kunnen worden. Daartoe wordt o.a. de hoedanigheid van de chemische reacties, de stroming van (vloei)stoffen en warmte, en de efficiëntie van reactoren bestudeerd. Dit gebeurt met computers, op het laboratorium of terplekke bij de industrie. Behalve voor koper, is dit proces ook geschikt gebleken voor het winnen en scheiden van andere edelmetalen.

Het recyclen

Tijdens het proces wordt bij verhoogde druk (15 bar) en temperatuur (180 oC) opgelost koper (Cu^{2+}) in een 250m lange buisreactor (fig 1 en fig 2) gereduceerd tot metallisch koperpoeder (Cu(s)) van grote zuiverheid. Het gebruik van een buisreactor heeft als voordeel dat grote hoeveelheden vloeistof goedkoop, efficiënt en continue verwerkt kunnen worden. Om de optimale chemische condities te bepalen voor het proces worden op het laboratorium experimenten gedaan met een autoclaaf . De gevonden condities worden vervolgens getest met de buisreactor. Vanwege het nauwe verband tussen de chemie en de configuratie van de reactor wordt bij de faculteit Technische Natuurkunde tegelijkertijd onderzoek verricht naar bijvoorbeeld de invloed van statische mixers in een buisreactor om een goede efficiëntie aan het ontwikkelen van een nieuwe technologie worden gewerkt.

Koper als Spoorelement

Betekenis van koper voor mens en dier

Koper is een belangrijk spoorelement, een spoorelement betekent dat er omdat het in relatief kleine hoeveelheden (minder dan enkele milligrammen, in tegenstelling tot mineralen waarvan dagelijks enkele honderden milligrammen nodig zijn) nodig is. Koper is betrokken bij een groot aantal enzymreacties (SuperOxideDismutase en ceruloplasmine) en wordt in het lichaam getransporteerd door de eiwitten albumine en metallothionine. Koper is tevens deel van het donkere pigment van de huid en het haar, verlaagt het histamineniveau en vermindert hierdoor allergische reacties. Ook is koper betrokken bij de vorming van hemoglobine (bloedkleurstof), bindweefsel en beenweefsel. Als onderdeel van enzymen zorgt koper voor de vorming van pigment van het haar en voor het goed functioneren van het immuunsysteem. Ons lichaam bevat ongeveer 100 milligram koper, waarvan het grootste deel voorkomt in de lever en het

skelet. Bloed en spieren bevatten maar weinig koper.

Koper halen we uit aardappelen, volkorenproducten, fruit, vlees, vis, ei, groente, snoep en dranken die chocolade bevatten maar de meeste koper zit in zit vooral in sojabonen, peulvruchten, volkoren tarwe, pruimen, zeevruchten, melasse en avocado's, maar ook het drinken van koffie en thee levert koper op.

Als voorbeeld enkele producten met hun gehalten aan koper.

1 vrucht (120 gram) 0.07 mg

Stuk gaar vlees (75 gram) 0.14 mg

1 snee volkoren brood (35 gram) 0.05 mg

Grote lepel gekookte groente (50 gram) 0.02 mg

De Algemene Dagelijkse Hoeveelheid voor volwassenen is 1,1 mg, voor kind tot 10 jaar 2 mg en voor tieners 2, 5 mg. Doordat koper bij uiteenlopende processen is betrokken kunnen bij tekorten allerlei gebrekverschijnselen ontstaan. Een kopertekort versterkt de toxische werking van zware metalen en vermindert de beschikbaarheid van anti-oxidanten (Deze moleculen zijn speciaal in het lichaam aanwezig om de instabiele moleculen onschadelijk te maken, voordat zij schade aan kunnen richten.) Er zijn aanwijzingen dat kopertekorten voor een verminderde afweer kunnen zorgen.

Een tekort aan koper veroorzaakt bloedarmoede, dit is een aandoening waarbij het lichaam niet genoeg rode bloedcellen heeft of waarbij er niet genoeg hemoglobine in het bloed is. Dit resulteert in een verminderd zuurstoftransport wat uiteindelijk betekent dat het lichaam minder energie produceert. Maar ook kan er huiddepigmentatie (het pigment verdwijnt uit de huid) optreden. Door chronische infectieziekten kan een verhoogde uitscheiding van koper plaatsvinden waardoor ook een kopertekort kan ontstaan. Vooral MS-patiënten hebben vaak een chronisch kopertekort. Deze ziekte van het centrale zenuwstelsel komt niet voor bij arbeiders die in kopermijnen werken en ook niet bij mensen die in gebieden wonen waar zich veel koper in de grond bevindt.

Maar het tegenovergestelde kan ook: als iemand extreem veel koper binnenkrijgt ontstaat irritatie van de darmslijmvliezen met als gevolg misselijkheid, braken en diarree. Dit kan leiden tot niet meer kunnen plassen, lage bloeddruk en coma. Een overschot kan zich in het lichaam opslaan en dan artritis, depressies, een verhoogde bloeddruk en hartaanvallen veroorzaken. Vooral mensen die water drinken dat in koperen leidingen vervoerd wordt, roken, veel uitlaatgassen inademen of de pil gebruiken kunnen een koperoverschot krijgen. Een teveel aan koper komt voor bij de ziekte van Wilson (hierover wordt straks nog meer informatie gegeven), Een ander bijverschijnsel van teveel koper, is dat het de opname van andere sporelementen, en dan vooral zink, tegengaat, maar cadmium, zink, voedingsvezels, en grote hoeveelheden vitamine C kunnen er ook voor zorgen dat je minder koper opneemt.

Als je het vermoeden hebt dat je een kopertekort hebt, kan je vragen of je arts het plasma-koper-gehalte van je bloed wil laten bepalen. Neem een aantal dagen voor de bepaling geen voedingssupplementen met kobalt, ijzer of nikkel in, omdat deze de testresultaten beïnvloeden. Ook voorbehoedsmiddelen waar oestrogenen in zit kunnen onjuiste koperwaarden van het bloed veroorzaken. Laat niet het plasmakopergehalte van je bloed bepalen als je zwanger bent, omdat deze tijdens een zwangerschap verhoogd is. Een tekort aan koper kan je behandelen door het dragen van een koperen armband dan wordt langzaam maar zeker het tekort aangevuld, ook veel mensen met MS (een ziekte aan het centrale zenuwstelsel) dragen van dit soort armbanden.

Dieren

Ook planten en dieren hebben koper in hun lichaam en kunnen dus ook last hebben van een overschot/tekort van koper, bij koeien komt er bij langdurig kopertekort is een afwijkend haarkleed (koperbril) en andere verschijnselen zijn diarree, een slechte ontwikkeling, blokvoeten (bij jongvee), verminderde eetlust, slechte conditie, verlaagde melkproductie, botontkalking en bloedarmoede. Ook honden en katten hebben koper nodig, want koper zorgt voor de absorptie en het transport van ijzer uit de voeding, de vorming van haemoglobine, melanine, collageen, elastine en ATP, en een tekort aan koper kan leiden tot anemie en een aangetaste skeletgroei. Er zijn bij honden en katten zeldzame erfelijke ziekten van het kopermetabolisme bekend, die tot een kopervergiftiging kunnen leiden. Hierbij kun je zien dat producten van dierlijke oorsprong koper bevatten en dat er voor de mens meer kans op kopertekort dan op koperovermaat via het voedsel. Het koper in producten van dierlijke oorsprong is daarom ook voor de humane gezondheid van belang. Als dieren, bijvoorbeeld koeien, een koper tekort of erg hoge koperopname kan het vlees dusdanig veel koper kan bevatten dat deze niet meer geschikt is voor menselijke consumptie. Bij melkvee zijn dergelijke hoge koperopnames echter niet aan de orde. Indien de dieren gezondheidsproblemen hebben mogen de melk en het vlees bovendien niet in de humane consumptie keten terecht komen, dus ook dan is er nog geen direct gevaar voor de mens.

Koperstapelingsziekte (ziekte van Wilson)

Historie

In 1912 beschreef ene Dr. Wilson een ziekte met neurologische symptomen, waarbij bij nader onderzoek bleek dat ook de lever ernstig ziek was. Eerdere beschrijvingen van soortgelijke ziektegevallen gingen terug tot 1861. Ongeveer een jaar later werden hoge koper concentraties aangetoond in de lever en de hersenen bij deze patiënten. Hierna duurde het nog zo'n 30 jaar voordat (toen een verhoogde koperuitscheiding in de urine werd ontdekt) gericht begonnen kon worden met behandeling van deze ziekte.

Ontwikkeling van de ziekte

De Koperstapelingsziekte, ook wel ziekte van Wilson genoemd, is een stofwisselingsziekte waarbij ophoping van koper in de lever, de hersenen en het oog optreedt. Bij patiënten met de ziekte van Wilson ontbreekt er een enzym (ceruloplasmine) dat koper bindt aan een eiwit waardoor het koper niet verder wordt verwerkt en zich in het lichaam gaat ophopen. Eerst wordt het opgeslagen in de lever, als de lever op een bepaald moment verzadigd is van koper, komt dit 'vrije koper' in de bloedbaan terecht en vindt vervolgens opslag plaats in de ogen en in de hersenen. Het spreekt voor zich dat dit niet zonder gevolgen kan blijven. Naar gelang koperstapelings plaatsvindt in de lever zal op een bepaald moment hier een reactie op komen. Levercellen kunnen ontstoken raken of afsterven, met als gevolg verminderde leverfuncties. Ook kan er zich een chronische hepatitis (leverontsteking) ontwikkelen en in het ergste geval een acuut leverfalen. Als deze fase van koperstapelings bereikt is begint koperopslag in andere organen. Hierbij wordt het centrale zenuwstelsel aangetast. Dit openbaart zich vooral in motorieke symptomen. De koperstapelings in de ogen is waarneembaar als een groen-bruine ring in de iris (de gekleurde ring in het oog). Dit verschijnsel wordt "de ring van Kayser-Fleischer" genoemd. Bovengenoemde ontwikkeling van de ziekte gaat echter niet bij iedereen op, tot nu toe zijn er zo'n 30 mutaties bekend dit bemoeilijkt niet alleen het onderzoek naar genetische afwijkingen, maar ook het diagnose proces.

Diagnose

De Ziekte van Wilson heeft meerdere aantoonbare en meetbare afwijkingen aan de hand waarvan een diagnose gesteld kan worden, bijvoorbeeld de koperuitscheiding in de urine en de hoeveelheid vrij koper in bloed of het kopergehalte in de lever.

Behandeling

Aanvankelijk werd getracht de koperstapeling af te doen nemen met het medicijn BAL (Britisch Anti Lewesite). Dit medicijn werd toegediend door middel van injecties. Mede door deze minder vriendelijke toedieningsvorm wordt het nog slechts een enkele maal toegepast in gevallen van ernstige symptomen. Later (1956) werd het medicijn Penicillamine ontdekt. Dit medicijn heeft wat men noemt een chelerende werking op koper. Het is in staat koper te binden, waardoor het uitgescheiden kan worden. Een levertransplantatie is een laatste redmiddel, dat kan worden toegepast in geval van een acuut leverfalen, of als de lever ernstig is aangetast en verdere behandeling niet meer mogelijk is. Na een levertransplantatie heeft men geen Ziekte van Wilson meer en hoeft men hiervoor dan ook niet meer behandeld te worden. Wel is er dan een blijvende controle en medicatie nodig voor het goed laten functioneren van de getransplanteerde lever.

De succesfactor van een levertransplantatie is in geselecteerde gevallen ongeveer 85-90%.

Keerzijden van Koper

Vervuiling door koperwinning

De winning van koper veroorzaakt veel problemen. Voor elke kilo koper komt zo'n 100 kilo giftig afval vrij. Door de bewerking met chemicaliën en het contact met de lucht, verandert het vrij onschuldige erts in gevaarlijk afval met sterke zuren en zware metalen. Omdat dit mijnbouwafval meestal wordt opgeslagen in (lekkende) bekkens of gewoon in de dichtstbijzijnde rivier of in zee wordt gedumpt, verspreidt de vervuiling zich over grote gebieden rond de mijn. Oplossingen voor dit afval zijn er wel maar worden nog nauwelijks toegepast. Bij alle vormen van metaalwinning komen deze problemen voor:

- . het storten van giftig afval;
- . het afgraven van natuurgebieden;
- . het verdrogen van de omgeving door onttrekking van water;
- . energieverstopping: de winning van metaal kost 10 procent van het wereldenergieverbruik

Milieudefensie gaf in 2001 de aftrap voor een campagne tegen de zware vervuiling door de mijnbouw. Eerste doelwit was kabelproducent NKF in Delft, een van de grootste kopergebruikers van Nederland. De problemen bij de winning van koper, dat NKF verwerkt in elektriciteitskabels, rijzen namelijk de pan uit. Koperwinning levert astronomische hoeveelheden afval op, kost massa's energie en water. Nieuw koper wordt schaarser, aangezien de beste voorraden met de hoogste percentages koper het eerst zijn gebruikt. Mijnbouwbedrijven halen over enkele decennia misschien noodgedwongen koper uit steen.

In de landen van herkomst is koperwinning fataal. Gebieden worden voorzien van wegen, soms landingsbanen, gebouwen of dorpen. Dieren, planten en bewoners moeten het veld ruimen als er een nieuwe mijn komt. Om een project rendabel te maken is meer erts dan vroeger nodig, wat meer ruimte kost. De Panguna kopermijn in Papoea Nieuw Guinea heeft een gat achtergelaten met een omtrek van vier bij zes kilometer en een halve kilometer diep.

Een bedrijf als het Delftse NKF mag verantwoordelijk worden gehouden voor de manier waarop de grondstof uit de aarde wordt gehaald. Dat het bedrijf niet warmloopt voor die gedachte, bleek toen actievoerders een container met 'vervuild' afval - vrijgekomen bij koperwinning - op de stoep parkeerden.

Een ogenschijnlijk verbaasde directeur ("Ik wist niet dat het zo erg was") haastte zich te zeggen dat "winning niet in zijn invloedssfeer ligt."

Natuurlijk heeft hij daarin ongelijk. Grootverbruikers van koper zouden de mijnbouwbedrijven kunnen dwingen tot een verantwoorde wijze van winning. De klant is immers koning. Minder mijnbouw in gebieden met hoge ecologische, sociale of culturele waarden, meer milieuvriendelijke technieken. Niet dat het een gemakkelijke weg zal zijn. De mijnbouwwereld is zeer gesloten. Mijnbouw vindt plaats door internationaal opererende bedrijven,

die juridisch moeilijk aan te pakken zijn. De landen waarin zij opereren zijn tuk op vreemde valuta, niet in de laatste plaats om hun buitenlandse schulden af te betalen.

Milieudefensie zal haar pijlen in de toekomst ook richten op de andere partijen die een rol spelen in de mijnbouw. De politiek zou moeten zorgen voor heffingen op grondstoffen en een goed systeem voor recycling. De banken zouden niet langer moeten investeren in onverantwoorde mijnbouw. Er valt nog heel wat winst te behalen, zonder dat de hele koperwinning op slot hoeft.

Kopervervuiling in het water

Koper is een giftig zwaar metaal, een metaal met een grote dichtheid. Het komt vooral via rivieren en verontreinigd baggerslib, fijne klei, in het zeemilieu terecht. Koper wordt, sinds het verbod op het gebruik van tinhoudende verf, veel gebruikt als aangroeiwerende stof op scheepshuiden. Bij militaire oefenterreinen kan de bodem plaatselijk verontreinigd zijn met koper uit munitieresten. Nederland draagt voor zo'n 25% bij aan de totale belasting van de Noordzee met koper. Bij algen veroorzaakt een concentratie van 0,5 microgram koper per liter zeewater al een verminderde fotosynthese (en dus groeiremming). Bij hogere concentraties (zo'n 10 microgram per liter) treden effecten op bij kreeftachtigen.

De koper in het baggerslib is afkomstig uit de aangroeiwerende verven, maar ook uit drinkwaterleidingen. Op deze manier komt in Nederland per jaar zo'n 120 ton koper terecht in het watermilieu. Van het met de riolering geloosde koper is 68% afkomstig van drinkwaterleidingen en heetwatertoestellen. De zeevaart is goed voor zo'n 30% van de totale koperaanvoer. De totale belasting van het Nederlandse deel van de Waddenzee werd in 1994 vastgesteld op 150 ton/jaar. Hierbij was de industriële bijdrage gering. De grootste bijdrage kwam van de scheepvaart, de visserij en de pleziervaart, door het gebruik van antifoulingverf, verf met een uiterst chemische samenstelling die het milieu heel erg belast. Maar de verwachting is dat de Nederlandse regering antifoulingverf binnenkort ook een halt zal toeroepen en de EU ook zal volgen.

Veruit de meeste zware metalen worden aangevoerd door de grote rivieren.

Hieronder een tabel met de hoeveelheden die per rivier worden aangevoerd:

Rijn Maas Elbe Weser Theems Humber

Kwik 3,9 1,0 7,3 1,1 1,1 0,8

Cadmium 13,8 7,4 8,4 2,9 1,8 4

Lood 248 95 219 26 41 124

Koper 442 93 182 84 25 117

Zink 2553 522 1825 219 58 357

De zware metalen zijn in grote hoeveelheden giftig.

In dit rijtje staan kwik en cadmium er om bekend zeer giftig en gevaarlijk te zijn. Nog een ander gevaar is biomagnifikatie. Dat is het via de voedselketen ophopen van vervuilende stoffen. Als bijv. een roofvis allemaal visje opeet die zijn vervuild, dan hoopt die verontreiniging zich in zijn op.

Slot

Nu ons werkstuk over koper af is, is er een wereld voor ons opengegaan. Wat je met koper allemaal niet kan doen? Het is verbazingwekkend! De mens heeft door de eeuwen heen het proces van het koper smelten steeds beter onder de knie gekregen. Wat ze vroeger met een oventje en een blaasbalg deden doen ze nu in een geavanceerde fabriek. Het is erg leuk om te zien hoe dat veranderd is. We vonden het erg leuk om deze opdracht te doen. Alleen jammer was dat de kleuren van de printer het niet zo goed deden, dat kon u ook zien op sommige afbeeldingen in ons werkstuk.

Bronvermelding

Koper in het Periodiek Systeem:

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Koper>

http://www.periodictableonline.org/elem_nl.cfm?IDE=Cu

De Geschiedenis van Koper:

<http://www.angelfire.com/me/ik/koper.html>

http://www.periodictableonline.org/elem_nl.cfm?IDE=Cu

Bereiding van Koper:

Stuk uit het ANW boek SCALA blz. 181

<http://www.periodicatbleonline.org/elman nl .cfm?IDE=CU>

<http://innovations.copper.org/how/howdo3.htm>

<http://www.besucherbergwerk-fischbach.de/netherlands/verhuettung-2.html>

Koper als Handelsproduct

http://www.periodictableonline.org/elem_nl.cfm?IDE=Cu

<http://home.quicknet.nl/qn/prive/cgj.pannekeet/>

<http://voc-kenniscentrum.nl/prod-koper.html>

<http://www.euro.ecb.int/nl/section/euro0/coins.html>

Koper en Instrumenten

euregio.brassband.com/english/instrumenten.html

Koper en Kunst / Koper en Architectuur

<http://www.dakweb.nl>

<http://www.agte.com>

<http://www.home.zonnet.nl/koperkunst/>

<http://www.frieschekoperkunst.nl/>

Koper en Bier

<http://www.hobbybrouwen.nl/artikel/koper.html>

Koper en Recycling

<http://www.ta.tudelft.nl/GV/local/RvdWeijden/Het%20verwijderen%20en%20terugwinnen%20van%20koper%20uit%20afvalstromen.htm>

Keerzijden van Koper

<http://www.milieudefensie.nl/persber/groncamp/grondnkf.htm>

www.waddenzee.nl/dutch/ecomare/NED0020.HTM

http://www.cyberschool.nu/school/werkstukken/alles/biologie_vervuilingvandenoordzee.html

Koper als Spoorelement

<http://home2.pi.be/eb349940/Voeding/Mineralen/koper.htm>

<http://users.pandora.be/multiple.sclerose/KOPER.html>

<http://www.scala-malmberg.nl/>

<http://www.pv.wageningen-ur.nl/index.asp?producten/boeken/praktijkrapport/rsp/4.asp>

<http://www.msresearch.nl/index.php?langID=2&menuID=107>