

AFLEVERINGEN

Wat is VerzekerDe Bewaring?

Hoe kan u deze pdf optimaal bekijken?

AUDIOVISUEEL MATERIAAL

BOEKEN EN BOEKBANDEN

ETNOGRAFISCH MATERIAAL

GLAS

IVOOR, BEEN, GEWEI EN SCHILDPAD

KARREN, WAGENS EN RIJTUIGEN

KERAMIEK

LEDER EN PERKAMENT

LICHT EN VERLICHTING

METAAL

MEUBILAIR

NATUURHISTORISCH MATERIAAL

OPENLUCHTSCULPTUREN

PAPIER

SCHILDERIJEN

SCHIMMELS EN INSECTEN

STEEN EN STEENACHTIGE MATERIALEN

TEXTIEL

INHOUD AFLEVERING: METAAL

Auteur(s): Patrick Storme en Natalie Cleeren



VOORAF

METALEN HERKENNEN

HARDHEID

KLEUR

CORROSIE

GEWICHT

GALVANISATIELAAG

VERSIERINGSTECHNIKEN

SCHADEFACTOREN. HOE SCHADE VOORKOMEN?

OMGEVINGSOMSTANDIGHEDEN

Wat is corrosie?

Hoe bescherm ik een voorwerp tegen corrosie?

MANIPULEREN

VERPAKKEN EN TRANSPORTEREN

SCHOONMAKEN

De onderhoudskaart

Reinigingsmiddelen

Bijzondere richtlijnen

EEN BESCHERMLAAG?

WAS

VERNIS

VOOR- EN NADELEN VAN DE BESCHERMLAAG

TENTOONSTELLEN

ALGEMENE RICHTLIJNEN

DE VITRINEKAST

BIJZONDERE MAATREGELEN

Luchtfilters

Absorptiemiddelen

Belichting

Ondersteuning

HET VOORWERP OPBERGEN

VERPAKKING EN BEWAARPLAATS

INVENTARISNUMMER AANBRENGEN

HOE HANDELEN BIJ SCHADE?

DIVERSE METALEN EN HUN SPECIFIEKE PROBLEMATIEK

ZILVER

Onderhoud

Bewaring

JUWELEN

EMAIL EN NIËLLO

VERGULD OF VERZILVERD METAAL

MUNTEN

KOPER, BRONS EN MESSING

Koper

Brons

Messing

Japanse metaalkunst

LOOD EN TIN

ZINK, ALUMINIUM, CHROOM EN NIKKEL

IJZER EN STAAL

WAPENS EN WAPENRUSTINGEN

WETENSCHAPPELIJKE INSTRUMENTEN

ARCHEOLOGISCHE VOORWERPEN

ONDERHOUDSKAART

MEER

BEKNOPT LITERATUURLIJST EN LINKS

Algemene bewaring

Edelstenen

Corrosie

Conservatie

Archeologische metalen

LINKS

VOORAF

Juwelen, zilverwerk, munten, bronzen beelden, wapens, wetenschappelijke instrumenten, archeologische voorwerpen, kelken, kandelaars, tabernakels, luchters, deurbeslag, machines, architecturale elementen, klokken – allemaal voorwerpen die uit een metaal of legering vervaardigd zijn.

Metalen voorwerpen geven meestal een stevige indruk, ze lijken goed bestand te zijn tegen de tijd. Niets is echter minder waar. Op zuiver goud en platina na takelen vrijwel alle tot nog toe bekende metalen na verloop van tijd af, door atmosferische invloeden of door manipulatie.

Deze aflevering biedt een overzicht van de mogelijke oorzaken en de verschillende vormen van schade aan metalen voorwerpen. U verneemt eveneens hoe de voorwerpen in de beste omstandigheden onderhouden en bewaard kunnen worden. Om de goede of slechte staat van een metalen voorwerp te bepalen, is het nodig dat u de verschillende metalen, legeringen en afwerkings technieken van elkaar kan onderscheiden en een specifiek schadebeeld kan herkennen.

METALEN HERKENNEN

De metalen kunst- en gebruiksvoorwerpen vormen een heel breed gamma. Ze worden, op basis van de verwerking van de metalen en van de toegepaste technieken, grosso modo in drie groepen verdeeld die elk specifieke eisen stellen inzake onderhoud:

- ▶ het soort metaal (bv. koper) of de legering (bv. brons);
- ▶ de aanwezigheid van een galvanisatielaag (verguld, verzilverd ...);
- ▶ de versieringstechniek (email, gravure ...).

Metalen kunnen erg verschillen in hardheid, buigzaamheid, slijtvastheid enz., afhankelijk van de soort en van de verwerking in het voorwerp. Een massief gegoten lezenaar in messing bijvoorbeeld is heel robuust en zal slechts bij een zware val ernstig beschadigd worden, maar de fijne versieringen die erin gegraveerd zijn, wor-

den bij wekelijks onderhoud gedurende tientallen of honderden jaren geleidelijk weggepoetst. Hier verschijnt al dadelijk een nuance in de term ‘schade’.

HARDHEID

In de regel zijn zuivere metalen zachter dan legeringen. Fijn goud is zeer zacht. Dat is een van de redenen waarom men het met koper en zilver is gaan legeren. Het werd daardoor minder duur en steviger. Door het koper- en zilveraandeel te variëren, ontstonden er bovendien nieuwe kleuren zoals het geelgoud, het witgoud en het roodgoud.

Ook zilver wordt voor de stevigheid met koper gelegeerd, maar de zilverlegering blijft toch altijd betrekkelijk zacht, plooibaar en onderhevig aan slijtage.

Edele metalen zijn ‘edel’ vanwege hun geringe corrosie (aantasting van het metaal) en hun zeldzaamheid. Zij zijn echter helemaal niet sterker dan andere metalen.

KLEUR

U kan, met een goede dosis ervaring, zonder speciale hulpmiddelen of meettoestellen een metaal herkennen aan de kleur en het gewicht. Maar haal er, als u twijfelt, liever een deskundige bij.

Globaal kunnen metalen volgens kleur en gewicht worden ingedeeld: de gekleurde en de witte of grijze metalen (legeringen), de lichte en de zware metalen.

Slechts twee metalen hebben een kleur: goud (warm geel) en **koper (rozerood)**(1). Alle andere zijn wit of grijs. De kleur van legeringen varieert daartussenin: de koperlegering brons (koper met tin en/of lood) kan van koperrood over **geelroze** (2) tot grijs gaan, en messing (koper met zink) van koperrood over warm geel tot **bleekgeel** (3). Goudlegeringen zien er door hun bijmetalen rood, geel, witgroen of grijswit uit. Als bijmetalen voor goud worden onder meer zilver, koper, nikkel, palladium en zink gebruikt; er is dus een heel gamma van kleuren mogelijk, maar geel, wit en rood komen uiteraard het meeste voor. Tin en lood en de legeringen ervan zijn grijs. Ook ijzer, zink, aluminium en chroom hebben in zuivere toestand of als legering een witte of grijze kleur, met slechts kleine nuances ten opzichte van elkaar. Om een ijzeren voorwerp gemakkelijk te herkennen, gebruikt u dus best een magneet.



Roodkoperen medaille, 1812. Foto: Wikimedia commons.



Geelkoperen medaille. Foto: Wikimedia commons.



Geelkoperen lantaarn, 17e eeuw. Foto: STAM, Gent.

CORROSIE

Metalen voorwerpen kunnen verkleuren door corrosie (bederf van het metaal). De kleur geeft informatie over het metaal. Uw ervaring zal u helpen; en hoe meer ervaring, hoe beter want er bestaan talrijke vormen van corrosie en veel verschillende verkleuringen.

Koper en koperlegeringen worden doorgaans donker van kleur, meestal donkerbruin of zwart. Dat komt door de sulfideverbindingen die door de lucht op het metaaloppervlak worden gevormd. In een agressief milieu evolueert de corrosie sneller en ontwikkelen zich op het koperoppervlak groene en blauwe kleuren. Zulke groene en blauwe zones zijn niet zeer actief, behalve wanneer er koperchloride gevormd wordt. In dat geval verschijnen op het oppervlak kleine, felgroene, poederachtige vlekjes. Die zijn wel zeer schadelijk en moeten onmiddellijk worden behandeld. Het verschijnsel krijgt soms de naam **'bronspest'**(4).

Ook zilver verkleurt, al is het een edel metaal. Het wordt onder invloed van sulfide zwart. Dat oxidatieproces wordt ook wel 'aanlopen' genoemd. Het heldere, spiegelende oppervlak loopt eerst dof en grijs aan, daarna geel, vervolgens bruin en tot slot **blauwzwart, wanneer de corrosielaag haar volledige dikte heeft bereikt** (5).

Voorwerpen van zuiver goud, sommige munten bijvoorbeeld, vertonen geen corrosie. Goudlegeringen met koper of zilver zullen echter door die bijmetalen toch enigszins dof of donkerder verkleuren.

Vaatwerk in tin dat gebruikt en goed onderhouden wordt, kan zijn heldere glans bewaren en voor zilver doorgaan. Als het niet regelmatig wordt gepoetst, krijgt tin een **donkere oxidatielaag** (6). Dat verschijnsel vinden velen wel mooi. Het kan als een stabiele laag worden beschouwd, tenminste als er geen kleine ophopingen te zien zijn en het voorwerp droog en op een normale temperatuur wordt bewaard. De ophopingen die zich soms op tinnen voorwerpen manifesteren, kunnen op een plaatselijke agressieve oxidatie wijzen, of op **'tinpest'** (een omzetting van metalliek tin in een poeder)(7). Hoe tinpest ontstaat, is nog niet helemaal verklaard maar blootstelling aan lage temperaturen speelt hierbij alleszins een rol. Deze vorm van corrosie komt echter uiterst zelden voor. Sommige andere corrosieprocessen op tin lijken er echter wel op en moeten eveneens onmiddellijk

worden tegengegaan opdat het voorwerp niet verder zou bederven.

Lood ontwikkelt in goede omstandigheden een donker oxidelaagje dat bestendig is. De aanwezigheid van zuren veroorzaakt echter een **wit poederig oppervlak dat het metaal meer en meer zal aantasten** (8). Daarom moet dit proces onmiddellijk gestabiliseerd worden.

De meest voorkomende corrosie van ijzer is roest. Roest is ofwel donker ofwel fel oranje gekleurd. De corrosielaag kan heel oppervlakkig zijn, maar ook putvormig of opgebouwd uit opeenliggende schilfers die een dikke korst vormen. De vele varianten en samenstellingen van roest-ijzeroxide kunnen alle actief zijn tot er geen metaal meer overblijft.

GEWICHT

Behalve de kleur en de corrosie geeft ook het gewicht aanwijzingen over het soort metaal of de metaallegering van een voorwerp. Het soortelijk gewicht of de specifieke dichtheid van een metaal is zijn verhouding tot water (= 1), uitgedrukt in g/cm³. Een licht metaal is aluminium. Ook ijzer is niet zo heel zwaar. Het soortelijk gewicht van beide metalen is respectievelijk 2,7 en 7,9. Zink, tin en chroom liggen rond een s.g. van 7. Koper en nikkel hebben een groter gewicht, namelijk 8,9. Nog zwaarder zijn zilver met 10,5 en lood met 11,3. Tot de zwaarste metalen behoren goud met 19,3 en de zware platinametalen met een s.g. rond 22.

Wanneer u de grootte en wanddikte van een voorwerp inschat, kan u, alweer met de nodige ervaring (ofwel door meting, maar daar gaan we hier niet op in), het metaal nader bepalen.

Een in brons gegoten beeldje zal veel meer wegen dan hetzelfde beeldje in zamac, een zinklegering. Bronzen hebben doorgaans een wanddikte van ongeveer 4 mm, terwijl zamac veel dunner gegoten wordt. Hier speelt dus niet alleen het soortelijk gewicht een rol, maar ook het feit dat een bronsgietsstuk dikwandiger is dan een zamac gietsstuk. Het is bijgevolg dikwijls nodig dat u de onderkant of de binnenzijde bekijkt om een idee te krijgen van de wanddikte en vervaardigingstechniek.

Met een geoefend oog en aandacht voor de aspecten kleur, corrosie, gewicht en vervaardigingsmethode kan u



Bronspest; strigilis uit de 5-4de eeuw.
Foto: LCM, Rijksuniversiteit Groningen, J.M. Maassen.



Zwart aangelopen zilveren lepel. Foto: FARO.



Tinnen kan met oxidatielaag. Foto: Derek Biront.



Tinnen figuurtje getroffen door tinpest. Foto: Miniatures forum.

4

5

6

7

in veel gevallen het metaal of de legering identificeren. Raadpleeg bij twijfel een deskundige die indien nodig zal beslissen om het voorwerp verder te analyseren.

GALVANISATIELAAG

Metalen voorwerpen kunnen bedekt zijn met een laagje ander metaal, zoals een vergulding of verzilvering. Als die oppervlaktelaag intact is, zal ze reageren zoals een volledig voorwerp uit dat metaal. Een vergulde cuppa van een kelk vertoont geen corrosie en een zilverlaag op messing beslaat zoals een zilveren voorwerp. Is er door sleet of beschadiging een opening in de buitenste laag gekomen, dan zal **op die plek snel corrosie optreden (9)**, doordat alle stoffen uit de atmosfeer zich op dat ene punt richten om zich met het onderliggende metaal te verbinden. Dat geldt a fortiori voor blik (vertind ijzer) omdat de oppervlaktelaag edeler is dan het onderliggende metaal.

Verzinkt ijzer (galvanisé) bezit daarentegen een ‘kathodische bescherming’: omdat zink een metaal van lagere rang is dan ijzer, leidt het de atmosferische aantasting af. Bij een beschadiging van de zinklaag op ijzer zal er wel wat roest verschijnen maar niet zo snel en actief als bij een beschadigde vertinning.

Of er een oppervlaktelaag aanwezig is, ontdekt u meestal op slijtageplaatsen zoals hoeken, ribben en standringen onderaan. Als daar andere kleuren tevoorschijn komen, hebt u met een combinatie van materialen te maken, waarop u het onderhoud van het voorwerp dient af te stemmen.

VERSIERINGSTECHNIKEN

Metalen zijn soms met bepaalde versieringstechnieken gecombineerd. Die versieringen spelen een rol in de bewaring en het onderhoud van het voorwerp. Ze kunnen uit organische en niet-organische materialen bestaan.

Organische materialen in combinatie met metaal – een houten of ivoren handvat bijvoorbeeld – vormen altijd een probleem bij de bewaring omdat zij een hogere relatieve vochtigheid vereisen dan de metalen. In een te droge omgeving gaan zij krimpen en barsten, terwijl de metalen juist bij te hoge vochtigheid sneller aangeast worden. Voor dit probleem is een compromis vaak de enige oplossing: een voor de verschillende materialen aanvaardbare relatieve vochtigheid en een stabiele

bewaringstemperatuur.

Niet-organische versieringstechnieken zijn email (gesmolten glas), **niëlle (10)** of **Tulazilver (11)** (een ingesmolten legering met zwarte kleur). Er kan ook lakwerk op metaal voorkomen. De normale onderhoudsrichtlijnen gelden dan niet meer.

Fijne gravures of guillocheerwerk (mechanisch gegraveerd in een bepaald patroon) en geciseleerde motieven (met een fijne pons in het metaal gedreven figuren) zijn kwetsbaar en slijten bij regelmatig poetsen erg snel af.

SCHADEFACTOREN. HOE SCHADE VOORKOMEN?

Er zijn twee vormen van schade aan metalen voorwerpen: fysische en chemische schade. Fysische schade behelst deuken en verplooiingen door vallen, krassen in het oppervlak, weggesleten delen door overmatig poetsen met schurende middelen enz. Chemische schade wordt veroorzaakt door corrosieprocessen of door het werken met bijtende middelen die een deel van het oppervlak aantasten of doen verdwijnen. De corrosiekleuren staan beschreven in het hoofdstuk ‘metalen herkennen’.

In de praktijk zal u vaak met een combinatie van beide vormen van schade te maken krijgen, bijvoorbeeld eerst zilvercorrosie (het voorwerp is zwart geworden) en daarna een al te ijverige schoonmaakbeurt, waarbij het zilver sulfide eraf is geschuurd tot op het onderliggende zilver, dat vervolgens glanzend werd opgepoetst.

Fysische schade vermijdt u door het voorwerp op de juiste manier te hanteren en het een veilige standplaats te geven. Chemische schade voorkomt u door het voorwerp in goede omstandigheden te bewaren en zo de corrosie sterk te vertragen.

OMGEVINGSOMSTANDIGHEDEN

Wat is corrosie?

Corrosie is een chemische reactie van het metaal op (verontreinigde) lucht en vochtigheid.

Op goud, zilver en koper na worden metalen uit erts gewonnen, die een minerale verbinding van het metaal



Verpoederd lood.



Zilverlaag op messing: corrosie in beschadigde oppervlaktelaag. Foto: Derek Biront.



Niëllotechniek. Voet van de kelk van Hugo d'Oignies (1228). Foto: Wikimedia commons.



Tulazilver: damesuurwerk ca. 1900. Foto: Wikimedia commons.

8

9

10

11

zijn. Tijdens de ertswinning wordt energie toegevoegd om het metaal van het erts te scheiden. Die werkwijze leidt tot een energieoverschot in het gewonnen metaal. Metaal probeert echter altijd naar zijn laagste energietoestand terug te keren en koppelt zijn overvloedige energie aan stoffen uit zijn omgeving – zuurstof, chloor, sulfiden enz. Dat proces heet corrosie en is gewoonlijk heel herkenbaar; **roest op ijzer bijvoorbeeld is een vorm van corrosie (12)**. De meeste metalen zijn dus niet zo stevig en stabiel als ze eruitzien.

Soms is het corrosieverschijnsel beperkt, gelijkmatig en aantrekkelijk van kleur. Die 'esthetische' vorm van corrosie wordt patina genoemd. Sommige patina's zijn vrij stabiel en worden geacht het metaal te beschermen, al is hieromtrent toch enige voorzichtigheid gewenst. **Bronzen beelden kunnen inderdaad een stabiel patina bezitten (13)**, dat bijvoorbeeld uit carbonaten bestaat. Daar hebben de tijd en gunstige ontwikkelingsvoorwaarden dan voor gezorgd. Ofwel heeft de kunstenaar zelf een artificieel patina aangebracht. Van bij het begin of onder invloed van een veranderde omgeving of atmosfeer kunnen zich echter andere corrosievormen voordoen die het stabiele patina en de beschermende structuur verstoren.

Hoe bescherm ik een voorwerp tegen corrosie?

De aard van de corrosie en de snelheid waarmee ze zich ontwikkelt hangt direct met omgevingsfactoren samen. Een preventieve conservering kan corrosie voorkomen of vertragen. Behandel het metalen voorwerp op de best mogelijke manier, wat wil zeggen: zorg voor een lage vochtigheidsgraad, een stabiele temperatuur en een zuivere omgeving.

De meeste corrosieprocessen worden door vochtigheid veroorzaakt. Het zijn immers dikwijls elektrochemische verschijnselen die enkel in een elektrolyt kunnen plaatsvinden (een elektrolyt is een stof die in vochtige toestand de elektrische stroom geleidt en daarbij ontleed wordt). Een metalen voorwerp moet in een droge omgeving bewaard worden, bij voorkeur 35–40 % relatieve vochtigheid (RV). 50 % is het absolute maximum om corrosie te beperken.

In tegenstelling tot de opvatting dat een metalen voorwerp temperatuurschommelingen verdraagt, is het raadzaam een stabiele temperatuur na te streven. Bij temperatuurveranderingen is metaal onderhevig aan

uitzetting en krimp, en dat kan schade teweegbrengen aan andere materialen die in het metalen voorwerp zijn verwerkt (hout, email enz.) en ook aan broze archeologische voorwerpen. Een stabiele temperatuur voorkomt bovendien condensatie, wat heel belangrijk is want condensatie op een metalen oppervlak werkt corrosie in de hand. Temperatuurschommelingen beïnvloeden de relatieve vochtigheid. Naarmate de temperatuur stijgt, daalt de RV en omgekeerd. Door de temperatuur te verhogen kan u dus de RV regelen.

De schadelijke inwerking van verontreiniging en gure weersomstandigheden buiten zijn voldoende bekend, maar ook binnenshuis zijn er tal van stoffen en producten die een agressief milieu voor metalen kunnen vormen. Daarom is een zuivere omgeving erg belangrijk. Uit de vele natuurlijke en synthetische producten in gebouwen – houtsoorten, lijm, plastic, geverfde stoffen, bouwmaterialen enz. – komen allerlei stoffen en verbindingen vrij. Soms zijn dat schadelijke gasen, bijtende zuren en alkaliën. Welk materiaal is geschikt en welk product is absoluut te mijden? Als leek kan u dat moeilijk allemaal weten. Een conservatiedeskundige zal u doorgaans bepaalde materiaalgroepen aan- of afraden, maar de samenstelling van specifieke of nieuwe producten kan zeer verscheiden zijn. Restauratoren moeten zelf testen op producten doen, want gewoonlijk zijn niet alle bestanddelen van een product bekend en de fabrikant zal ze meestal ook niet meedelen.

U kan zelf een klein onderzoek naar organische zuren uitvoeren door een stukje blank lood op een bepaalde plek te leggen. Verschijnen er na enige tijd witte vlekken op het lood, dan wijst dat op de aanwezigheid van organische zure dampen.

MANIPULEREN

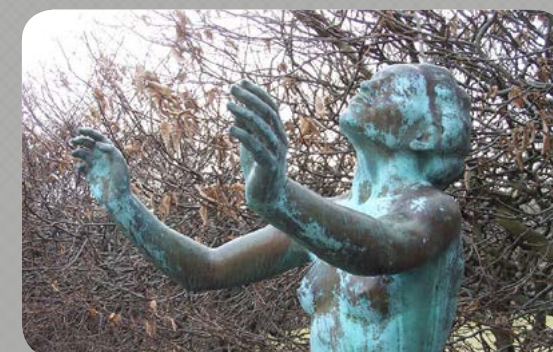
Naast corrosie als chemische schade kan er door verkeerde manipulatie ook gemakkelijk fysieke schade aan een voorwerp komen. Hoe beperkt u de risico's zoveel mogelijk?

1. Werk op een zachte ondergrond, bijvoorbeeld **bubbelplastic (14)**, polyethyleenschuim (PE) folie of een dik deken met katoen eroverheen.
2. Doe ringen en armbanden uit vooraleer een voorwerp te hanteren.



Actieve corrosie op archeologisch ijzer. Foto: Natalie Cleeren.

12



Bronzen beeld met stabiele patina.

13



Foto: FARO.

14

3. Trek zuivere witte katoenen handschoenen aan. Immers, wanneer u een metalen oppervlak met de blote hand aanraakt, gaan de vetten en zuren van de huid mettertijd het oppervlak aanvreten.

4. Wees op uw hoede voor ongeschikt verpakkingsmateriaal, dat tegen het voorwerp kan wrijven en schuren terwijl u het uitpakt.

5. Til het object zorgvuldig met beide handen op, met één hand als steun aan de onderkant. Op die manier zal het u niet onverhoeds ontglippen. Pak het nooit vast bij de uitstekende delen, zelfs niet bij de handvatten want die kunnen loszitten. Soms is een handvat gesoldeerd maar heel dikwijls is het met twee of vier pennen vastgehecht. Loszittende of verdwenen pennen kan u snel en zonder veel kosten in orde laten maken, waardoor de kans op schade alweer vermindert.

6. Waak er bij het omkeren of neerleggen van het voorwerp over dat het deksel of een ander scharnierend onderdeel niet uitklapt. Loshangende delen mag u even met plakband samenhouden, niet te lang echter want na enkele dagen of weken kan het kleefmiddel het metaal beginnen aantasten. Elastiek en plasticine zijn helemaal uit den boze omdat zij zwavel afgeven.

7. Inspecteer het object grondig. Ga niet zomaar af op de buitenkant van een metalen voorwerp om zijn toestand en stevigheid te beoordelen. Het metaal kan door corrosie binnenin bros zijn geworden. Bepaalde verbindingen zitten misschien los. Zaken zoals klokken en metalen spiegels zijn door hun samenstelling veel kwetsbaarder dan legeringen die erop gelijken en ze ondervinden dan ook veel sneller fysische schade.

VERPAKKEN EN TRANSPORTEREN

De belangrijkste vereisten voor de verpakking en het transport zijn: bescherming van het voorwerp, een neutraal verpakkingsmateriaal (chemisch inert materiaal dat geen vluchtige stoffen of gassen afgeeft), stabiele temperatuur en lage relatieve vochtigheid in de verpakking en tijdens het transport.

Het verpakkingsmateriaal moet zich makkelijk rond het voorwerp laten aanbrengen. Het moet veerkrachtig zijn, om schokken op te vangen, maar het mag niet indrukbaar zijn. Bescherm het voorwerp eerst en vooral met

zuurvrij zijdepapier, met daaromheen een bekleding van polyethyleenschuim. Dit koudschuim bestaat in verschillende diktes. De dikke variant (bv. ethafoam) is vrij hard en gemakkelijk te bewerken. U kan dit materiaal uithollen om een 'nest' voor het te verpakken voorwerp te maken. De dunne, soepele variant (in de verpakkingsindustrie ook wel schuimfolie genoemd) is geschikt als soepel omhulsel van het in zijdepapier gewikkelde object of ook als opvulling. Wikkel een voorwerp nooit in textiel. Immers, textiel blijft gemakkelijk aan kleine details of corrosieschilfers haken, waardoor het voorwerp schade kan oplopen.

Vervolgens gaat het object in een vast omhulsel – een stevige doos, een kist – waarin het stabiel en goed ondersteund moet zitten, beveiligd tegen krassen, rollen en vallen. De lege ruimte rond een in plastic verpakt voorwerp kan u met andere materialen dan zijdepapier of polyethyleenschuim opvullen. Het is belangrijk dat u daarbij condensatie, temperatuurschommelingen, uitwasemingen van schadelijke stoffen enz. vermijdt, zeker bij een langdurig transport.

Verpak verschillende onderdelen apart maar in dezelfde doos of kist, uitgezonderd zware stukken en zeer delicate onderdelen: die moet u in ieder geval gescheiden houden, ze eisen trouwens meestal een ander verpakkingsmateriaal. Lichte voorwerpen hult u in licht en veerkrachtig materiaal. Polyethyleenschuim is prima. Ook polystyreen (piepschuim of 'isomo') is bruikbaar als steun of vulling in de verpakking van lichte voorwerpen, maar slechts voor korte tijd omdat het niet chemisch inert is. Voor zware stukken kiest u beter een combinatie van zacht schuim (polyethyleenschuim) met een iets hardere ondersteuning eromheen. Polystyreen is hiervoor niet geschikt. Een zwaar voorwerp kan immers door schokken tijdens het transport het polystyreen samendrukken, waardoor een holte ontstaat. Het voorwerp is dan niet langer correct ondersteund.

Het verpakken van samengestelde, broze of zware voorwerpen laat u best aan een specialist over. Die zal het type en de hoeveelheid verpakkingsmateriaal bepalen om de veiligheid van het voorwerp te waarborgen.

Niet geschikt als verpakkingsmateriaal zijn: textiel, althans in direct contact met het voorwerp, om bovenvermelde reden; polyurethaanschuimen (mousse) omdat

ze onstabiel zijn en schadelijke stoffen kunnen afgeven; houtwol en versnipperd krantenpapier vanwege hun hygroscopische en zure karakter; rubberproducten wegens hun zwavelverbindingen; latex omdat het ammoniak kan afgeven.

De verpakking van metalen voorwerpen wordt ook behandeld in het hoofdstuk 'voorwerpen opbergen'.

SCHOONMAKEN

De onderhoudskaart

Het is nuttig voor elk stuk van de collectie een onderhoudskaart op te stellen. Op die kaart staan alle gegevens vermeld over vroegere conserveringsbehandelingen, onderhoudsrichtlijnen en aanbevolen bewaarcondities. Deze gegevens bespreekt u best met een deskundige zodat het onderhoud en de bewaarplaats zo goed mogelijk op elkaar afgestemd kunnen worden. Vaak zal u een compromis moeten zoeken tussen de ideale bewaring, de praktisch haalbare omstandigheden, het gebruik van het voorwerp en het meest geschikte en realiseerbare onderhoud.

Reinigingsmiddelen

Tot de reinigingsmiddelen voor metalen voorwerpen behoren de poetsmiddelen. Soms worden ook zuren aangewend maar die zijn als onderhoudsproduct volstrekt verwerpelijk. Poetsmiddelen bestaan doorgaans uit een waterige basis met enerzijds een schuurmiddel en anderzijds ammoniak.

Het schuurmiddel (in het beste geval zeer fijn zacht krijt) verwijdert het corrosieproduct, bijvoorbeeld de zwarte laag op zilver. Aan het poetsmiddel is dikwijls ammoniak toegevoegd, om bij het poetsen een chemische reactie teweeg te brengen waardoor de corrosielaag gedeeltelijk oplost of losweekt. De combinatie van schuurmiddel en ammoniak vergemakkelijkt dus de reiniging van een gecorrodeerd metaal. Maar elk schuurmiddel, hoe fijn ook, heeft als eigenschap dat het 'schuurt'. Samen met het door corrosie aangetaste metaal wordt telkens ook het onderliggende gezonde metaal een beetje weggeschuurd. En ammoniak mag dan het poetsen vergemakkelijken, het heeft wel twee grote nadelen. Ammoniakhoudend **poetsmiddel dat in voren en holten achterblijft (15)**, tast onvermijdelijk het metaal aan en leidt tot nieuwe corrosie; en bij voorwerpen met een

sterke aanwezige spanning grijpt ammoniak agressief op de metaalstructuur in, waardoor grote barsten in het oppervlak ontstaan.

De kwaliteit van commerciële poetsmiddelen is eigenlijk nog niet systematisch onderzocht, evenmin als het effect ervan op metalen voorwerpen. Kies een middel dat niet sterk schuurt en niet te veel naar ammoniak ruikt. Het **gamma van Hagerty (16)** lijkt doorgaans betrouwbaar.

In drogisterijen (onder meer in de drogisterijketen Di) vindt u fijn geprecipiteerd krijt waarmee u zelf een poetspapij kan bereiden door het te vermengen met gedemineraliseerd water of ethanol. Het werkt minder snel maar u vermijdt zo de negatieve gevolgen van ammoniak.

Neem altijd zeer zorgvuldig alle resten van poetsmiddel weg, om op lange termijn corrosie te voorkomen. Ook producten die zogezegd een bescherm laag achterlaten, mogen niet zichtbaar op het oppervlak en in de dieptes achterblijven.

Naast de gewone vloeibare poetsmiddelen bestaan er ook **gedrenkte poetswatten (17)**. Ze hebben het voordeel dat het deppen met watten geen schurend effect heeft, in tegenstelling tot sommige verkeerd gekozen poetsdoeken. Hun sterke inwerking op het metaaloppervlak en hun hoge ammoniakgehalte vormen echter een nadeel, en bovendien blijkt het poetsmiddel zeer moeilijk verwijderbaar uit dieptes en fijne tekeningen van het voorwerp.

Geïmpregneerde doeken of handschoenen (18) zijn dikwijls een goed alternatief, doordat er geen poetsresten op het voorwerp kunnen achterblijven. U kan ze echter niet gebruiken op erg ingewikkelde voorwerpen met veel fijne ornamenten, zeker niet als de stof van de doek of handschoen te harig is.

Voor de reiniging van 'aangelopen' zilver is er zogenoemd **silver-dip (19)** in de handel, een oplosmiddel waarin het zwart geworden zilver moet worden ondergedompeld. Zo verwijdert u inderdaad alle zilversulfide, inclusief het dieperliggende dat reliëf geeft aan sculpturaal werk en gravures beter doet uitkomen. U kan met silver-dip namelijk niet selectief werken. Bovendien wordt dit reinigingsproduct ervan verdacht het beslaan van het zilver te versnellen. Door het zuur in het product blijft het metaaloppervlak immers erg gevoelig.



Voet van gotische geelkoperen paaskandelaar: resten van poetsmiddel veroorzaken corrosie. Foto: Leon Smets.



Foto: FARO.



Foto: FARO.



Bijzondere richtlijnen

Ideaal is natuurlijk dat u het voorwerp zo zorgvuldig beschermt dat het nooit corrosie ondervindt, maar in de praktijk is dat doel meestal niet realiseerbaar. U kan het object wel zo goed mogelijk beschermen. Reinig het oppervlak bij de eerste doffe verkleuring met een geïmpregneerde doek of handschoen, het zal dan zijn natuurlijke aspect behouden.

Alle resten van poetsmiddel of dompelbad moeten zorgvuldig worden verwijderd, behalve wanneer u een geïmpregneerde doek of handschoen gebruikt. **Opgedroogd poetsmiddel kan u met een zachte varkensharen borstel verwijderen (20).** U kan het voorwerp ook met water of alcohol afspoelen. Grondig spoelen en zo snel mogelijk drogen is absoluut nodig na een dompelbad. Eerst spoelt u het voorwerp **onder stromend water af (21)**, vervolgens **wrijft u het met een zachte doek droog (22)** en **verwarmt u het gelijkmatig met een föhn (23)**. Die föhn moet wel omzichtig gehanteerd worden om geen ongelijke spanningen in het voorwerp op te wekken.

Deze richtlijnen gelden enkel voor massieve metalen voorwerpen met een glanzend oppervlak, zonder holle ruimten. Wanneer het voorwerp met andere materialen versierd is (email, niëlo, organische stoffen), mag u de hierboven beschreven behandelingen zeker niet toepassen. U zal dan, bij voorkeur in overleg met een deskundige, alternatieve oplossingen moeten vinden.

EEN BESCHERMLAAG?

Soms kan u een voorwerp slechts gedeeltelijk of helemaal niet tegen atmosferische invloeden beschermen. Een waslaag of een vernis kan dan uitkomst bieden.

Was

Een waslaag is gemakkelijk aan te brengen. De meeste soorten was bieden echter geen langdurige bescherming tegen vocht, chloor, oxiden en sulfiden, uitgezonderd een echte microkristallijne was, als die dik genoeg is aangebracht. Microkristallijne was is waterafstotend en in zekere mate beschermend.

Bij manipulatie wordt het waslaagje hier en daar dunner of verdwijnt het. Vanzelfsprekend vermindert dan de be-

scherming. Ook tegen atmosferische stoffen in gasfase vormt was op lange termijn geen effectieve barrière.

Een ander nadeel is het feit dat de waslaag stof aantrekt en dat het stof moeilijk te verwijderen is. Als het voorwerp niet wordt gebruikt, kan u de was er geregeld, ieder jaar bijvoorbeeld, met white spirit afnemen en een nieuwe laag aanbrengen – tenminste als de aard van het voorwerp geen tegenindicatie inhoudt. Breng de waslaag op een volkomen droog oppervlak aan, liefst nadat u het voorwerp lichtjes hebt verwarmd want dan hecht de was beter. Het is een omkeerbare ingreep, de waslaag kan altijd probleemloos worden verwijderd. Niettemin is het nuttig eerst advies bij een deskundige in te winnen omtrent de geschikte bescherming van een metalen voorwerp.

VERNIS

Om een metalen voorwerp te beschermen wordt dikwijls naar vernis gegrepen. Vernissen hebben inderdaad voordelen maar ontegensprekelijk ook nadelen. Er bestaan talrijke soorten vernis die op metaal gebruikt kunnen worden. Grosso modo zijn er vier groepen: de ouderwetse schellakvernissen, de nieuwere cellulosenitraatvernissen, acrylaten en polyurethanen.

1. Gelig of roodachtig schellakvernis wordt nog regelmatig aangetroffen op 18e- en 19e-eeuwse **wetenschappelijke instrumenten (24)**. Het is vrij bestendig als het volgens de regels van de kunst werd aangebracht, maar vandaag is dat haast niet meer mogelijk vanwege de kostbaarheid van het product en het omslachtige en gespecialiseerde werk. Daarenboven is schellakvernis door zijn kleur eigenlijk alleen voor messing geschikt. De oplosbaarheid van oude schellakvernissen, zo weten we nu, vormt vaak een groot probleem.

2. Cellulosenitraatvernis, zoals het bekende Zaponlak, is gemakkelijk te gebruiken. U kan het dun aanbrengen en het heeft een helder aspect. Jammer genoeg wordt een cellulosenitraatvernis na verloop van tijd zeer hard. De laag begint te barsten en is nog moeilijk te verwijderen.

3. Er zijn verschillende soorten acrylaten, waaronder ook samengestelde producten met diverse componenten. In de hedendaagse conservatiepraktijk krijgt monoacrylaat de voorkeur. Het product is oplosbaar in een enkelvoudig solvent zoals aceton en het blijft ook gedurende



Foto: FARO.

19



Foto: FARO.

20



Foto: FARO.

21



Foto: FARO.

22



Foto: FARO.

23

meerdere decennia oplosbaar. Het merk Paraloid is in de metaalconservering al veel getest en gebruikt, en biedt verschillende acrylaattypen aan, die naargelang van de ondergrond kunnen worden gekozen.

4. Polyurethanen zijn samengestelde producten en harden uit door interne polymerisatie. Zij zijn dikwijls heel stevig van structuur en vormen zodoende een effectieve bescherming tegen atmosferische invloeden. Maar daardoor zien zij er ook erg plasticachtig uit en zijn zij uiterst moeilijk te verwijderen.

VOOR- EN NADELEN VAN DE BESCHERMLAAG

Een bescherm laag werkt goed zolang zij volledig intact is. Wanneer de laag door veroudering degenereert, ontstaan er barsten waarin de atmosferische stoffen doordringen om het metaal aan te vreten. Ook een beschadiging of een kras opent letterlijk de weg voor corroderende stoffen. Bovendien ontwikkelt de corrosie zich dan veel sterker omdat alle atmosferische stoffen zich net op die ene kleine beschadigde plek in de bescherm laag, op de energie van het metalen voorwerp concentreren. Liever geen bescherm laag dus dan een beschadigde.

Voor het aanbrengen van een bescherm laag wordt het voorwerp meestal grondig gereinigd of gepoetst, dikwijls tot in de dieperliggende delen van een gravure of een geciseleerde versiering en tot het object er helemaal schoon en glanzend uit ziet. Daardoor wordt het oppervlak veel egalier, details zijn minder goed te onderscheiden, het sculpturale effect van de donkere dieptes en de heldere verhevenheden verdwijnt. En als de bescherm laag die vervolgens wordt aangebracht mettertijd op de verheven delen gaat afslijten, dan ontstaat een averechts patina-effect omdat de verhevenheden zwart worden. Vanzelfsprekend komt dat het aanzicht van een mooi voorwerp niet ten goede.

Preventieve conservering maakt een bescherm laag op het voorwerp overbodig, en dat is eigenlijk het beste. Zijn de omstandigheden toch te ongunstig, dan zal u zorgvuldig de verschillende mogelijkheden met hun voor- en nadelen moeten afwegen. De grootste nadelen van een bescherm laag zijn: de veroudering van de laag, het afslijten, de breuken en krassen, een gewijzigd voorkomen van het object.

Dat laatste element is zeker niet het minst belangrijke. Vernissen kunnen interferentiekleuren (regenboogkleu-

ren) veroorzaken, door de aard van het vernis, door de manier van drogen of als de laag ongelijkmatig of te dik is aangebracht. Vooral een tweecomponentenvernis kan er erg plasticachtig uitzien. De heldere glans van het metaal verdwijnt dan onder de vernisglans. Was heeft minder hoogglans en is bijvoorbeeld beter geschikt voor brons met een patina.

De vraag of een voorwerp gereinigd moet worden en welke reinigingsmethode daarvoor moet worden gebruikt, is cruciaal. Even belangrijk is het probleem van de bescherming van het voorwerp. En ook daarover moet u zich diepgaand beraden.

TENTOONSTELLEN

ALGEMENE RICHTLIJNEN

Besteed bij het creëren van een tentoonstellingsruimte voor metalen voorwerpen vooral aandacht aan de vochtigheidsgraad, de temperatuur en een zuivere omgeving. U bewaart de objecten best in een gesloten vitrinekast, waar er geen stof bij kan. Stof is immers hygroscopisch (vocht aantrekkend) en werkt dus corrosie in de hand. Streef naar een constante temperatuur en een stabiele lage relatieve vochtigheid (liefst onder de 50 %). Een lage vochtigheid kan u bereiken door in de kast een ontvochtigingsapparaat of – in geval van hermetisch te sluiten vitrine – een droogmiddel zoals silicagel of **Prosorb (25)** te plaatsen.

DE VITRINEKAST

De kast zelf mag geen schadelijke dampen of stoffen afgeven. Kies daarom bij voorkeur glas, plexi, aluminium, inox, gemoffeld metaal, keramisch of steenachtig materiaal. Vermijd eikenhout. Het geeft looizuur af. De nochtans veelgebruikte eikenhouten kasten hebben daardoor een corroderend effect op vooral koper en lood, en in mindere mate op zilver. Er zijn overigens nog houtsoorten die looizuur afgeven (zie voorwerpen opbergen). Ook leer geeft looizuur af en mag niet langdurig in contact zijn met een metalen voorwerp.

De vitrinekast wordt vaak met textiel bekleed. De meeste soorten katoen zijn daarvoor geschikt, maar ruw katoen kan bij het plaatsen of verschuiven van het voorwerp krassen veroorzaken. Wol is voor een langdurige ten-



Microscop, begin 19e eeuw.



Prosorb cassette.

24

25

toonstelling af te raden omdat deze stof zwavel bevat en hygroscopisch is.

Het textiel is vaak behandeld met producten die het stijf, vuilafstotend of vuurbestendig maken. Zulke toegevoegde producten zijn niet altijd ongevaarlijk. Ook de organische kleurstof waarmee textiel behandeld is, kan stoffen afgeven die op lange termijn corrosief inwerken. Goed gewassen en gedroogd katoen, linnen of synthetisch textiel verdient de voorkeur.

BIJZONDERE MAATREGELEN

Er bestaan diverse systemen die voorkomen dat schadelijke stoffen de vitrine binnendringen en zich met een metalen voorwerp verbinden.

Luchtfilters

In sommige typen van vitrinekasten kan een filtreersysteem (actieve kool of iets anders) met een pomp geïnstalleerd worden. Er wordt dan lucht uit de omgeving aangezogen en gefiltreerd en gedroogd de vitrineruimte ingestuurd. Daardoor ontstaat in de kast een lichte overdruk. Door de spleten kan hoogstens wat gezuiverde lucht ontsnappen maar er dringt geen vervuilde lucht naar binnen. De efficiëntie van zo'n systeem hangt af van de kwaliteit en selectiviteit van het filtreertoestel en van een geregelde controle van de filters zodat die tijdig kunnen worden vervangen.

Absorptiemiddelen

Om de luchtkwaliteit en de relatieve vochtigheid rondom het metalen voorwerp te verbeteren, kan u een absorptiemiddel in de vitrine leggen. Zinkoxide – in een zakje of in doordrenkt vloeipapier – absorbeert schadelijke stoffen uit de lucht. Ook de **actieve kooldoek (26)** slurpt gasen op die met metalen objecten kunnen reageren. Dit met actieve kool geprepareerde doek werkt tot het volledig verzadigd is (zie www.depotwijzer.be/schadelijke-gassen).

Silicagel stabiliseert de RV. Silicagelkorrels nemen zeer goed vocht op, tot 30 % van hun gewicht. Er bestaat kleurloos en gekleurd silicagel. Het gekleurde is iets duurder, maar biedt het voordeel dat het van **oranjegeel (27)** naar groenachtig verkleurt als het verzadigd raakt. Wanneer u de korrels enkele uren in een oven van 100 à 150°C te drogen legt, regenereren zij. Ze herwinnen hun oranje-

gele kleur en hun droge staat en worden weer bruikbaar.

Let wel op de juiste verhouding tussen de hoeveelheid silicagel en de grootte en vochtigheidsgraad van de kast. Om de RV stabiel te houden, moet er voldoende silicagel gebruikt worden: 20 kg per m³ vitrineruimte.

U kan het product in open schalen in de kast zetten, eventueel met een rooster of een dunne stof eroverheen. Wanneer u het gelgranulaat in gesloten zakjes doet, kan u de kleur en dus de effectiviteit niet meer direct beoordelen. Plaats in ieder geval een goede hygrometer of ten minste een **RV-indicatorstrip (28)** in de vitrinekast.

Een alternatief voor silicagel is **Prosorb (tot blok of plaat gecompriemd silicamateriaal)(29)**.

U vindt in de handel nog veel andere producten die een gunstige werking kunnen hebben, maar omdat ze nog niet systematisch objectief getest zijn, springt u er beter voorzichtig mee om. Het is bij gebrek aan overzichtelijke testresultaten onmogelijk bepaalde merken aan of af te raden.

In een concrete situatie zal de keuze en combinatie van producten bepaald worden door het soort vitrinekast en door het belangrijkste probleem in de tentoonstellingsruimte. Wanneer u, bij de toepassing van de algemene regels van de conservatie, een zwakke schakel vindt, kan u daar een specifiek hulpmiddel voor zoeken, eventueel in samenspraak met een deskundige.

Belichting

Metaal is een goede warmtegeleider. Daarom mag u broze of gebarsten metalen voorwerpen niet in vitrines plaatsen met spotjes die veel warmte afgeven. De temperatuurwisselingen die door het opsteken en doven van het spotlight ontstaan, kunnen zowel condensatie als uitzetting en inkrimping van het metaal veroorzaken, met corrosie en verder barsten als gevolg.

Ondersteuning

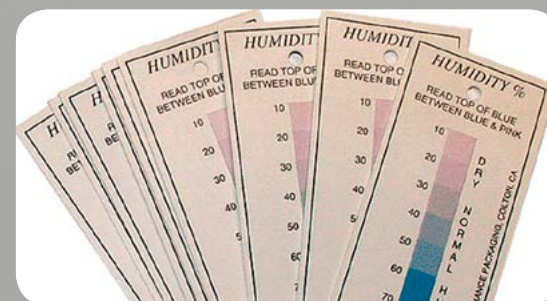
De manier waarop het voorwerp ondersteund wordt, is heel belangrijk. Kies een gestel dat het hele gewicht van het voorwerp goed kan dragen. Houd daarbij rekening met verlijmingen en andere verbindingen in het gestel, want die kunnen mettertijd zwakker worden. Het gestel moet zo ontworpen zijn dat het voorwerp op de stevig-



Actieve kooldoek. Foto: Talas.



Silicagel



Relatieve vochtigheid indicatorstrip.



Prosorb

26

27

28

29

ste plaatsen ondersteund wordt, zonder dat er krachten op worden uitgeoefend die nieuwe schade kunnen veroorzaken.

Zorg dat er geen direct contact is tussen een metalen steun en een metalen voorwerp. Immers, door de verschillende spanningspotentialen van de twee metalen zou het lagere metaal op lange termijn gecorrodeerd worden. Dat verschijnsel heet contactcorrosie. U kan het metalen onderstel isoleren met synthetisch vilt of met een dikke laag acrylaat (te verkrijgen in een goede zaak voor kunstbenodigdheden). Dat materiaal maakt u met dubbelzijdige kleefband of met epoxylijm op de steun vast. Epoxylijm geeft, nadat hij volledig uitgehard is, minder schadelijke gassen af dan andere lijmsoorten. Plasticine en oliehoudende boetseerklei mogen nooit in de steun van een metalen voorwerp gebruikt worden, omdat zij vaak zwavel bevatten.

De gestellen moeten zo ontworpen zijn dat ze gemakkelijk, zonder enige krachtoefening op het voorwerp, vastgemaakt en verwijderd kunnen worden.

HET VOORWERP OPBERGEN

Vooraleer het object op te bergen of te stapelen moet u het op zijn stevigheid en zijn stabiliteit controleren. Bij het opbergen geeft u ieder voorwerp een eigen ruimte en de juiste ondersteuning.

Voorwerpen worden bij voorkeur in hun natuurlijke stand bewaard, met een gepaste steun. Instabiele stukken, waarvan het originele foedraal verloren gegaan is en waarvoor u geen goede ondersteuning hebt, kan u in sommige gevallen beter kantelen of platleggen.

Eerst wikkelt u het metalen voorwerp in zuurvrij zijdepapier. Vergewis u ervan dat het voorwerp volkomen droog is. Vervolgens kan u het in plastic verpakken en in een gesloten doos opbergen. Zo sluit u het af van lucht en vochtigheid, de twee elementen die het corrosieproces veroorzaken. Het inpakken moet wel in een omgeving met droge lucht gebeuren. Vochtige lucht kruipt immers mee in de verpakking, waarin dan een microklimaat ontstaat.

Een doos of het originele foedraal zijn doorgaans geschikte verpakkingen omdat ze het voorwerp van de

lucht afsluiten en zo de corrosie beperken. Maar in de dozen kunnen materialen verwerkt zijn die organische zuren uitwasemen. De invloed van zulke factoren op metaal is nog niet volledig bekend.

Archeologische voorwerpen die een welbepaalde vochtigheidsgraad vereisen, kan u individueel inpakken en dan in een grotere **plastic doos** samenbrengen, met een **droogmiddel erbij (30)**. Silicagel mag echter niet direct met de voorwerpen in aanraking komen. Breng een **RV-kleurstrip in de doos aan, zodat u het vochtigheidsniveau kan controleren (31)**.

VERPAKKING EN BEWAARPLAATS

Niet alle soorten plastic vormen geschikt verpakkingsmateriaal. Polyvinylchloride (pvc) wasemt bij vocht en warmte schadelijke gassen uit en is dus uit den boze. Wel bruikbaar voor het verpakken van metalen voorwerpen zijn polyethyleen (PE), in de vorm van film of zakjes, en polypropyleen (PP). De polyethyleen- en polypropyleensoorten met het kenmerk LD (Low Density) voelen doorgaans wat kleverig aan en zijn waarschijnlijk niet zo onschadelijk als de zuivere PE- en PP-producten. Voorts komen in aanmerking: polycarbonaat, polyester (zoals Melinex en Hostaphan polyesterfolie), polystyreen en acrylaten. Polystyreen wordt niet aanbevolen voor langdurige opslag. Wanneer u het gebruikt, dek het dan met polyesterfolie af.

Vele plasticsoorten zijn in zekere mate dampdoorlatend en bieden dus geen absolute bescherming. Wetenschappelijk onderzoek zal meer gegevens over die doorlatende eigenschap moeten brengen. Bij leveranciers van voedingsmiddelenplastic vindt u wel materiaal dat ondoorlatend is voor lucht. Voor grotere zekerheid kan u dubbele of driedubbele zakken gebruiken (bv. voor archeologische voorwerpen), met in de buitenste zak eventueel silicagel.

De eerste vereiste voor een opslagplaats met open legplanken is een droge en stofvrije atmosfeer. Bedek de voorwerpen met zuurvrij zijdepapier.

Elk voorwerp moet goed geïdentificeerd zijn. Wanneer u de verpakking van een duidelijke foto en een inventarisnummer voorziet, hoeft u niet steeds bij het inventariseren of het zoeken naar een bepaald stuk de bescherming weg te nemen.



Archeologisch metaal in plastic dozen met silicagel.
Foto: Abdijmuseum Ten Duinen 1183.



Foto: Natalie Cleeren.

Kies voor de constructie van de legplanken bij voorkeur gemoffeld metaal dat met **een laag polyethyleenschuim bedekt is om metaalcontact en krassen te voorkomen (32)**. Zuurvrij zijdepapier, zuiver katoen en gewassen synthetische vezels zijn ook geschikt, maar polyethyleenschuim biedt toch de beste bescherming als het voorwerp neergelegd of verplaatst wordt. Over depotinrichting en keuze van materiaal en meubilair: zie www.depotwijzer.be/meubilair

INVENTARISNUMMER AANBRENGEN

U kan metalen (kunst)voorwerpen op verschillende manieren van een inventarisnummer voorzien. Aan stukken in de bergplaats kan u een dunne nyldraad of een **sterk katoenen of polyester touwtje met een label in kunststof of zuurvrij karton bevestigen (33)**. Gebruik geen metalen plaatjes vanwege de mogelijke contactcorrosie. Het inventarisnummer op het voorwerp zelf brengt u op een reversibele manier aan op een discrete en systematisch aangehouden plek. Probeer zoveel mogelijk eenvormig te werken. Als bij soortgelijke voorwerpen het nummer altijd op ongeveer dezelfde plek terug te vinden is, moet het voorwerp minder gemanipuleerd worden en verliezen de medewerkers ook minder tijd. Nadien moet u met reinigingsproducten wel uit de buurt van het nummer blijven.

Op de volgende manier kan u het inventarisnummer veilig op het voorwerp aanbrengen (oefen eerst op een proefplaatje zodat u de techniek beheerst voordat u aan het echte werk begint):

- strijk plaatselijk een laagje acrylaatvernis (bv. Paraloid B72) op het metaal;
- breng daarop met een zeer fijn watervast stiftje (bv. Staedler 0,1) het nummer aan;
- als het nummer op een plaats staat waar het door manipuleren of verpakken gemakkelijk kan afslijten, doe er dan een laagje vernis overheen. Opgelet: dat laatste laagje vernis zal de inkt van het inventarisnummer wat oplossen, waardoor de cijfers kunnen uitlopen of vervagen. Dat voorkomt u door snel en in één trek het vernis uit te strijken.

Vroeger werd het nummer vaak rechtstreeks met Oost-Indische inkt op het metaal aangebracht. Het penne-

tje kon echter krassen in het oppervlak maken. Daarom wordt deze methode vandaag afgeraden. Ook sommige pennen (bv. van Rotring) hebben een heel fijn naaldje dat het metaaloppervlak kan krassen.

Munten en medailles worden meestal individueel verpakt in polyester hoesjes (bv. Melinex). Kiest u voor een andere soort, neem dan een kunststof zonder weekmaker. Het **inventarisnummer kan u op het plastic hoesje aanbrengen (34)**.

HOE HANDELEN BIJ SCHADE?

U mag dan nog in alle opzichten de beste voorzorgen nemen, toch kan het gebeuren dat u fysische of chemische schade aan een metalen voorwerp constateert – bijvoorbeeld aan een stuk dat u van derden hebt gekregen of dat u net hebt verworven. Welke stappen onderneemt u wanneer u oordeelt dat een ingreep noodzakelijk is?

De keuze van een specialist voor de conservatie en restauratie zal afhangen van de materialen en technieken die het object karakteriseren. De specialist kan de concrete toestand van het voorwerp opmeten en een onderscheid maken tussen ontoelaatbare schade en bepaalde verschijnselen die bij het voorwerp en zijn geschiedenis horen: de aftakeling door ongewenste actieve corrosie wordt afgewogen tegen de esthetische appreciatie van het 'historische' patina. Daarbij neemt de deskundige heel wat factoren in overweging. Hij zal dan uit een gamma van behandelingsmogelijkheden de juiste methode kiezen om vanuit de actuele toestand van het voorwerp tot het beoogde eindresultaat te komen. Het streefdoel is meestal niet een splinternieuw glanzend stuk metaal te voorschijn toveren, maar wel een voorwerp met een eigen geschiedenis louter door zijn aanblik tot ons doen spreken, en dat in een goede bewaringstoestand. Kies zorgvuldig de persoon die het voorwerp zal behandelen. Een verkeerde behandeling, hoe 'schitterend' ook, doet afbreuk aan het voorwerp.



Foto: FARO.



Foto: FARO.



Foto: FARO.

DIVERSE METALEN EN HUN SPECIFIEKE PROBLEMATIEK

ZILVER

Zilveren voorwerpen kunnen in vier groepen onderverdeeld worden:

- ▶ massief zilver, gegoten of uit stevige plaat vervaardigd;
- ▶ dunne plaat met een vulling van lak (bv. mesheften);
- ▶ pleet (bv. *Sheffield plate*, een dunne zilverplaat op een koperen tussenlaag)(35);
- ▶ verzilverd: een galvanisch aangebrachte laag zilver, meestal over messing of *alpaca* (witkoper)(36).

De laatste twee soorten, pleet en verzilverd, worden in de paragraaf 'verguld of verzilverd metaal' behandeld. Zilver is een zacht, pletbaar metaal. Het wordt voor meer stevigheid doorgaans met koper gelegeerd. De drie belangrijkste legeringen zijn: 925/000 (925 delen zilver op een totaal van 1000 delen), eerste gehalte of sterling zilver genoemd; tweede gehalte (835/000); **derde gehalte (800/000)(37)**. Tweede en derde gehalte worden dikwijls voor bestekken en andere gebruiksvoorwerpen aangewend.

Onderhoud

Volg de algemene richtlijnen die in de voorgaande hoofdstukken staan (bv. in de paragraaf 'Manipuleren'). Zilveren voorwerpen moeten voorzichtig behandeld worden om krassen en vervormingen te voorkomen. Vingerafdrukken gaan mettertijd op het metaal invreten. Draag daarom witte handschoenen wanneer u een zilveren object vastpakt.

Zilver ondervindt vooral schade van zwavelverbindingen. Het wordt er dof en zwart door (het 'loopt aan'). Stof en vuil hebben een ongunstige invloed omdat ze hygroscopisch (vochtaantrekkend) zijn, waardoor het corrosieproces op gang komt.

Sommige zilveren voorwerpen zijn al bij hun vervaardiging geheel of gedeeltelijk donker gemaakt, meestal om het sculpturale effect te versterken of om fijne versierin-

gen en gravures beter te doen uitkomen. U moet daar bij het reinigen rekening mee houden en selectief werken, anders gaat de originele bedoeling van de kunstenaar verloren. Een onbesuisde schoonmaakwoede, waarbij het voorwerp helder en glanzend opgepoetst wordt, doet het oorspronkelijke karakter en de finesse soms volledig teniet. Zeker bij zilver is het nodig de schadelijke corrosie en het esthetische patina tegen elkaar af te wegen.

Zilveren serviesgoed dat u regelmatig gebruikt, wast u met de hand af, in warm water met wat detergent. Na het spoelen droogt u de stukken met een zachte, niet-pluizende doek af. Met lak gevulde onderdelen, zoals het heft van een mes, mogen niet in heet water worden ondergedompeld omdat de lak dan zou kunnen lossen. Zilver mag nooit in de vaatwasmachine: de hoge temperatuur tast de lakvulling aan en de agressieve zouten in de vaatwasproducten zijn schadelijk.

Doffe of verkleurde zilveren voorwerpen kunnen makkelijk met **een geïmpregneerde doek of speciale handschoen (bv. van Hagerty) (38)** behandeld worden. U kan er plaatselijk mee werken en ze laten geen resten na. Om zwaardere aanslag te verwijderen, zijn er de zilverpoetsmiddelen, waarbij grondig spoelen en drogen achteraf noodzakelijk is. Kies een poetsmiddel met een heel zacht schuurmiddel en heel weinig ammoniak (zie de paragraaf 'Schoonmaken'). Breng het product op een zachte poetsdoek aan en **smeer het over een klein oppervlak uit (39)**; wrijf ermee tot het zwart van het zilver verdwijnt en door het inmiddels vuil geworden poetsmiddel is opgenomen; poets met een schoon gedeelte van de doek de rest weg. Wat in de diepere delen achterblijft, kan u met wat gedemineraliseerd water of alcohol verwijderen. Mocht u achteraf zien dat er nog opgedroogde resten van het poetsmiddel in de diepere delen zitten, dan kan u die met een zachte borstel wegvegen.

De commerciële poetsmiddelen zijn alleen maar geschikt voor eenvoudige stukken. Delicate voorwerpen reinigt u best met een zelfgemaakt poetspapiertje van geprecipiteerd krijt (bv. 'Spaans wit' van het merk Di) met gedemineraliseerd water of alcohol. Zo vermijdt u de schadelijke inwerking van ammoniak. Vooral voor koperlegeringen en voor zilver met een hoog aandeel koper is ammoniak af te raden.

Voor moeilijk te onderhouden delicate of kwetsbare ob-

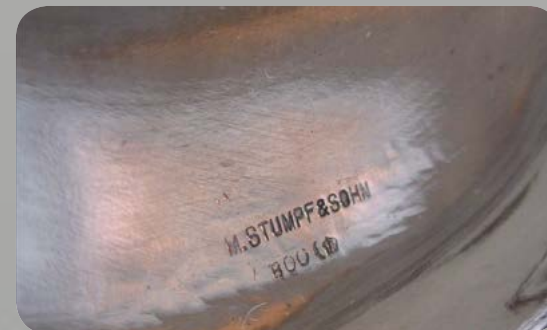


Sheffield plate melkkan, ca. 1830.

Foto: Silvercollection.it.



Theepot in alpaca zilver, late 19de eeuw.



Voet van zilveren vaas, ca. 1940.

Zilvergehalte 800/000.



35

36

37

38

jecten (zoals miniatuurzilver) is een beschermlak misschien de aangewezen oplossing. Vernis heeft echter nadelen, waarover u meer leest in het hoofdstuk 'Een beschermlaag?'.

Raadpleeg een deskundige wanneer u erg waardevolle voorwerpen of gecompliceerde stukken waarin diverse materialen verwerkt zijn, moet reinigen of wanneer u overweegt een beschermlaag aan te brengen.

Bewaring

Gebruik nooit elastiekjes of rubberen bandjes om zilveren voorwerpen, bestekken bijvoorbeeld, bijeen te houden. Ze bevatten zwavel en doen het zilver zeer snel zwart worden. Zoutvaatjes moet u na gebruik leegmaken, want zout vreet zilver aan.

Wikkel een voorwerp dat u wil opbergen altijd eerst in zuurvrij zijdepapier. Er bestaan speciale zilverdoeken die zwavel en andere stoffen uit de lucht opslorpen om het 'aanlopen' van zilver te beletten. U vindt ze in de betere zilverzaak en bij firma's die dozen en koffers voor zilver vervaardigen. Een speciale bestekkoffer en een goede vitrinekast zijn geen overbodige luxe. Ze zullen u heel wat onderhoudswerk besparen.

Kijk, voordat u uw zilver wegzet, even na of de bevestigingspunten van oren en handvatten nog goed vastzitten. Een los handvat kan afbreken, met ernstige schade als gevolg.

Bestekken, serviesgoed en in het algemeen voorwerpen waarin hout, ivoor of ander organisch materiaal verwerkt is, alsook zilveren voorwerpen met speciale versieringstechnieken (email, gravure ...) vereisen een extra zorgvuldige behandeling (zie verder).

JUWELEN

Juwelen zijn meestal vervaardigd uit platina, zilver of een goudlegering. Platina en goud behoeven eigenlijk geen echt onderhoud: zij zijn niet aan corrosie onderhevig en verkleuren doorgaans niet. Een uitzondering kunnen roodgouden juwelen zijn waar het aanzienlijk aandeel koper toch donker kan worden.

Recente zilveren juwelen hebben meestal een beschermlaag die het zwart worden verhindert. Rodium bijvoorbeeld is een platina-galvanisatielaag die geen on-

derhoud behoeft wanneer ze intact is.

Juwelen die alleen uit metaal bestaan (zonder stenen, email ...) mag u in een warm sopje met een zacht en fijn borsteltje reinigen, als u ze nadien maar goed afspoelt en droogt. Recente juwelen met diamant, saffier of robijn kan u op dezelfde manier schoonmaken als de zetting in goede staat is.

Bij oudere stukken met stenen moet u eerst de zetting en de algemene toestand controleren. De zetting van oude juwelen is namelijk soms hol. Het reinigingsproduct kruipt dan onder de stenen. Daardoor worden de reflectiefolies onder de stenen mat en donker en verliezen de edelstenen hun schittering. De stenen kunnen ook gebarsten of geschilderd zijn of los in de zetting zitten. Sommige stenen mogen al helemaal niet in een sopje ondergedompeld worden. Voor het onderhoud van oude zilveren juwelen, vooral met stenen, parels of andere versieringstechnieken, gaat u best bij een deskundige te rade.

Berg juwelen niet samen in één doos of zakje op. Zij kunnen mekaar immers beschadigen. Ook losse stenen worden best gescheiden bewaard.

Laat sluitingen en zettingen tijdig controleren, om schade of verlies te voorkomen.

EMAIL EN NIËLLO

Email in metalen kunstvoorwerpen (kelken, juwelen, **wijzerplaten... (40)**) is een soort glas dat bij hoge temperatuur (900° C) op het metaal gesmolten is. Het wordt meestal op koper, soms op goud en zilver aangebracht. Omdat het een andere uitzetting heeft dan het onderliggende metaal, kan het loskomen. Vooral bij temperatuurschommelingen, verplooiingen of beschadigingen springen er stukjes af. Metalen voorwerpen met email zijn dus erg gevoelig. Ze mogen niet in een badje ondergedompeld worden en evenmin onder stromend water gewassen worden, want door de temperatuur van het water kunnen hele stukken loslaten.

Losgekomen stukjes of voorwerpen met gebarsten email pakt u voorzichtig in en geeft u aan een deskundige. Die kan de waarde van het voorwerp beoordelen en u raad geven over een eventuele restauratie en/of het verdere onderhoud. Oude metalen voorwerpen met email zijn



Foto: FARO.



Zakhorloge (1750 – 1770) met wijzerplaat in email.
Foto: Collectie Museum Rotterdam.

dikwijls zeer waardevol en intacte exemplaren worden veel hoger gewaardeerd dan beschadigde of gerestaureerde stukken. Vertrouw het onderhoud en de herstelling dus aan een specialist toe.

Niëllo, soms ook **Tula** genoemd, is een donkergrijze tot zwarte legering op basis van zilver, koper, lood en zwavel. Het wordt om zijn contrasterende kleur erg gewaardeerd als **inlegwerk in zilver (41)**. Eerst wordt het in dieptes in het moedermetaal ingesmolten, enigszins zoals email maar op een veel lagere temperatuur (ca. 350° C, afhankelijk van de samenstelling van het niëllo), en daarna met het zilveroppervlak gelijkgemaakt. De legering is niet slijtvast en vaak brokkelig; het manipuleren van zulke stukken moet dus heel voorzichtig gebeuren.

Op zwart geworden zilveren voorwerpen is het niëllo soms nog moeilijk te onderscheiden. Het voorwerp zal, om de oorspronkelijke aanblik te herstellen, heel voorzichtig en door of in overleg met een deskundige gereinigd moeten worden. Volstrekt verwerpelijk zijn zilverdompelbaden omdat die het niëllo aantasten.

VERGULD OF VERZILVERD METAAL

Al van oudsher zocht de mens naar technieken om voorwerpen met een edel metaal te bedekken zodat ze er waardevoller zouden uitzien. Soms werden die technieken voor vervalsing gebruikt, maar doorgaans was de zeldzaamheid en de kostbaarheid van het edele metaal de reden waarom een voorwerp niet in massief metaal werd vervaardigd. De ondergrond kan uit een koperlegering bestaan, waarop verzilverd of verguld wordt. Ook verguld zilver komt veel voor. **Verguld brons heet ormolu (42)** en verguld zilver vermeil. Andere beschermlagen op metalen zijn bijvoorbeeld vertind ijzer (blik), verzinkt ijzer (galvanisé), vertind koper (bv. voor keukengerei), verzilverd tin, gerodineerd zilver (op moderne juwelen), verchromd ijzer (bv. sierstrippen op auto's), vernikkeld messing (in plaats van verzilvering of als tussenlaag onder verzilvering of vergulding).

In de loop der eeuwen zijn er veel manieren bedacht om een metaaloppervlak met een ander metaal te bedekken. Bij kunstvoorwerpen komen vooral drie procedés voor.

1. De vuurvergulding, een oude, ambachtelijke techniek met goudamalgaam (kwik), bestond al in de Oudheid

en is kwalitatief zeer goed. Een originele vuurvergulding wordt dan ook altijd bewaard, en er wordt niet opnieuw verguld. De techniek van de vuurverzilvering komt veel minder voor.

2. De galvanische vergulding is sedert ca. 1840 bekend. De laag wordt, zoals bij verzilverde voorwerpen, in een elektrolytisch bad aangebracht. Dit procedé is goedkoper dan vuurvergulding maar minder slijtvast.

3. Het goudlaagje op sommige juwelen is pleetgoud, een dun laagje geweld en gewalst of getrokken goud op een niet-edele ondergrond. Pleet is wel betrekkelijk slijtvast. De juwelen krijgen een waarborg mee voor de vergulding. Bij pleetzilver spreekt men van **Sheffield plate**. Dit vrij courante procedé wordt **met een merkteken aangegeven (43)**.

Metalen voorwerpen waarvan het oppervlak met een ander metaal bedekt is, moeten in overeenstemming met hun oppervlaktemetaal onderhouden en behandeld worden. Als de laag edelmetaal volledig intact is, zal er geen corrosie ontstaan, echter wel bij schade of slijtage omdat dan de minder edele ondergrond blootgesteld wordt. De corrosie moet aangepakt worden zoals verder in dit hoofdstuk bij het betreffende metaal of de legering beschreven staat. Een combinatie van metalen schept meestal problemen. Door het onderhoud wordt telkens iets van de edele bovenlaag weggewreven, met de bedoeling het voorwerp helder te krijgen. De corrosie concentreert zich op de afgesleten plekken of barsten. Dat zal tot nog meer poetsbeurten leiden, juist op die gevoelige zones. Zo ontstaat een nefaste situatie voor de eventueel waardevolle oppervlaktelaag en voor het onderliggende metalen voorwerp. De specialisten zullen u omtrent het onderhoud en de behandeling van dergelijke voorwerpen nuttig advies geven.

MUNTEN

Munten zijn meestal van zilver of goud, ofwel bestaan ze uit een legering van een van beide edele metalen. Penningen zijn dikwijls uit koperlegeringen vervaardigd, en verzilverd of verguld. De algemene regels voor metalen voorwerpen gelden ook voor munten. Daarbij komen wel enkele specifieke aanbevelingen voor het onderhoud en de bewaring.

Het reinigen van munten is specialistenwerk. Elke ver-



Sigarettenkoker met tula inlegwerk.



Vergulde bronzen tafelklok, ormolu, 19e eeuw. Foto: Derek Biront.



Sheffield plate merkteken.

41

42

43

keerde behandeling tast onomkeerbaar het kostbare oppervlak aan, waardoor de waarde van de munt vermindert. Breng munten niet met reinigingsproducten, poetsmiddelen, glasvezelborsteltjes en dergelijke in contact. Recente munten mogen met een zacht borsteltje in een sopje worden schoongemaakt, als u ze nadien goed afspoelt en snel droogt.

U kan munten in gesloten kastjes bewaren, maar bekleed de binnenzijde dan met een doek. Dit doek beschermt de munten tegen krassen, tegen uitwasemingen van het houten kastje en tegen atmosferische invloeden. Munten worden vaak in individuele plastic zakjes bewaard. Zakjes in polyvinylchloride (pvc) zijn ongeschikt. Goed materiaal zijn de zakjes in **polyethyleen (PE) en polypropyleen (PP)** (44); ze hebben een stabiele samenstelling en geven geen schadelijke chloriden af. Zakjes in dunne polyesterfolie (bv. Melinex) zijn zeer helder en ook stabiel van samenstelling. Meestal kan u de plasticsoort aflezen van het product zelf, in het recyclagegetekentje. Vraag bij twijfel informatie aan de leverancier of fabrikant.

KOPER, BRONS EN MESSING

Koper en zijn legeringen verbinden zich gemakkelijk met atmosferische en andere omringende stoffen en zijn dus **aan veel corrosievormen onderhevig** (45). De kleuren variëren van lichtgroen over groenblauw en rood, tot bruin en zwart. Sommige daarvan zijn stabiel, andere blijven actief en dienen verwijderd of gestabiliseerd te worden.

Koper

Onder koper verstaat men het zuivere metaal, het roodkoper. Dat is bijzonder zacht. Het kan dus gemakkelijk plooiën en afslijten. Het werd vroeger veelal voor ketels en andere huishoudelijke recipienten gebruikt. Zulke voorwerpen hebben meestal geen fijne versieringen. Als dat wel het geval is, moet u zuinig omspringen met poetsmiddelen. Gebruik alleszins nooit een schurend product, want dat neemt snel relatief veel materiaal weg. Poetsresten verwijdert u met een warm sopje, waarna u het voorwerp grondig spoelt en afdroogt.

Brons

Brons is een legering van koper en tin, van koper en lood of van koper, tin en lood. De meest voorkomende bron-

zen voorwerpen zijn beelden, klokken en vijzels.

Doorgaans is een niet-archeologisch bronzen voorwerp bedekt met een patina dat de ondergrond beschermt. Dikwijls heeft de kunstenaar zelf het patina aangebracht omdat het een meerwaarde aan zijn werk geeft. Het verdwijnen van die laag door ondoordacht reinigen betekent meestal een forse waardedaling. Op een mooi en stabiel patina mogen uiteraard nooit schuur- of poetsmiddelen worden gebruikt. Afstoffen volstaat. Inzake de reiniging of conservering van brons kunnen de elementen vuil, patina en corrosie u voor een moeilijke keuze stellen. Meestal spelen verschillende meningen een belangrijke rol in het voorafgaand denkproces. De begrippen vuil, patina en corrosie moeten in die samenspraak wel duidelijk omschreven zijn.

1. Onder vuil verstaat men stof, roet, vetten, organische resten enz. die zich boven op het oppervlak van het metaal, het patina of de corrosielaag bevinden. Dit vuil is doorgaans ongewenst en kan afzonderlijk, zonder de onderlaag te wijzigen, verwijderd worden. Bepaalde vervuilende stoffen hebben een rechtstreekse invloed op de ontwikkeling van corrosie.

2. Een bewust aangebrachte of natuurlijk ontstane verkleuring van het metaaloppervlak door de reactie met bepaalde chemische stoffen of met de omgeving heet patina. Zodra een bepaald patina is verkregen, wordt het oppervlak tegen verdere corrosie beschermd. Een patina is normaal een stabiel corrosieproduct dat het metaal niet verder aantast en dat **het kunstvoorwerp een bijkomende esthetische waarde geeft** (46).

3. Corrosie ontstaat door contact met de atmosfeer, de grond of water. Het metaal wordt zodoende onophoudelijk aangetast en verliest materiaal, waardoor informatie verloren gaat en de esthetische kwaliteiten verminderen. Als de corrosie vrij spel krijgt doordat steeds nieuwe reagentia met het voorwerp in contact komen, dan zal er na verloop van tijd geen metaal meer overschieten.

Bronzen voorwerpen worden bij hun vervaardiging of **tijdens een conserveringsbehandeling soms van een beschermende waslaag voorzien** (47). Als die ingreep echter niet zorgvuldig en met de juiste producten gebeurt, doen zich nadelige gevolgen voor. [Bekijk het filmpje](#).

Verplooiden delen mag u nooit zelf terugbuigen omdat zij



Foto: FARO.



Blauw-groene corrosie op messing. Foto: Derek Biront.



Foto: FARO.



Foto: FARO.

44

45

46

47

vrijwel zeker zullen breken. Op de geplooidde plaats is het metaal immers harder geworden. Betrek er een vakman bij.

Er gelden zeer specifieke regels voor de bewaring van bronzen openluchtsculpturen (zie aflevering Openluchtsculpturen). Laat regelmatig een controle uitvoeren door een specialist. Die kan actieve (en schadelijke) corrosie tijdig opsporen en richtlijnen geven voor een optimale bewaring (zie paragraaf 'Omgevingsomstandigheden').

Messing

Messing is een legering van koper en zink. Het heeft een gele kleur en is duidelijk harder dan koper, maar zachter dan brons. Naast sier- en gebruiksvoorwerpen zoals kandelaars, kruisbeelden, schouw- en haardgarnituren, afsluitingen, beeldjes enz. zijn ook muziekdozen, klokken en wetenschappelijke instrumenten zeer vaak uit messing vervaardigd.

Er is een belangrijk onderscheid tussen voorwerpen met aanwezige spanning en voorwerpen zonder aanwezige spanning. Dat onderscheid is zonder vakkennis echter niet gemakkelijk te maken. In grote lijnen kan men zeggen dat gegoten, niet-poreuze stukken spanningsvrij zijn. Veel voorwerpen in messing zijn echter uit plaat vervaardigd. De plaat heeft tal van plastische bewerkingen ondergaan – ze werd geplooid, gehamerd, geforceerd – en daardoor stapelden zich spanningen op. Bij voorwerpen zoals kandelaars en **blaasinstrumenten (48)** heeft die spanning met de bijbehorende hardheid als resultaat dat de constructie steviger en de klank van het muziekinstrument helderder is.

Als u vermoedt dat er in een messing voorwerp spanningen aanwezig zijn, gebruik dan geen commerciële poetsmiddelen omdat die meestal ammoniak bevatten. Het is bewezen dat ammoniak ingrijpt op de spanningen van het messing. Er zouden op die manier barsten en scheuren kunnen ontstaan. Enkel ammoniakvrije producten zijn aanvaardbaar voor het onderhoud van messing. Doe navraag bij een deskundige.

Bij eenvoudige, spanningsvrije stukken kan u wel de traditionele koperpoets gebruiken. Verwijder wel goed alle resten in een warm sopje en met een zachte borstel. Daarna moet u het voorwerp goed afspoelen en drogen.

Messing is vaak verzilverd (49), verguld of vernikkeld. Als messing met hout samengaat (bv. meubelbeslag), dan mag de koperpoets niet met het hout in aanraking komen. Het middel veroorzaakt vlekken en verkleuring. Kaarsvet op een messing kandelaar kan u makkelijker verwijderen als u de kandelaar eerst in de koelkast plaatst. U kan dan met uw vinger of met houten stokjes de was eraf breken. De rest verdwijnt met white spirit.

Japanse metaalkunst

Japanse kunstenaars gebruikten een combinatie van metalen, legeringen en de meest uiteenlopende technieken. Een speciale samenstelling, een bijzonder en delicaat patina, inlegwerk, fijne houtsoorten en lak vormen dikwijls zo'n complex geheel dat de leek onmogelijk het voorwerp kan onderhouden zonder het te beschadigen. De beste raad is het voorwerp zo stabiel mogelijk in de beste omstandigheden te bewaren, zodat onderhoud overbodig wordt. Vraag advies aan een deskundige.

LOOD EN TIN

Voorwerpen in zuiver lood komen niet erg veel voor, meestal zal het een legering met tin zijn. In een stabiele omgeving krijgt het lood een donker oxidatielaagje dat beschermend werkt. Maar als er organische zuren aanwezig zijn, zal op het oppervlak een wit poeder verschijnen. **Het poeder (wit loodcarbonaat) wijst op actieve corrosie die onmiddellijk bestreden dient te worden (50)**. Wegborstelen heeft weinig nut, de aantasting wordt er niet door afgeremd. Het aanbrengen van een vernis of een was op de gecorrodeerde zone is evenmin aan te bevelen, omdat deze ingreep een latere corrosiebehandeling zou hinderen. De noodzakelijke chemische en elektrochemische aanpak van het verschijnsel is echter moeilijk door een leek uit te voeren. Dus, zodra u witte corrosie op lood constateert, roept u er zonder dralen een restaurator bij.

Tin zal u meestal in de vorm van gebruiksvoorwerpen vinden. Als het regelmatig gebruikt en onderhouden wordt, heeft tinnegoed een lichtere kleur. Als het lang verwaarloosd is, ziet het er mat en donker uit. **Archeologische tinnen voorwerpen bezitten een bepaald patina**. Indien na onderzoek blijkt dat het patina stabiel en onschadelijk is, dan kan u deze **oxidatielaag onaangerd laten (51)**.



Foto: FARO.



Verzilverd messing (gedeeltelijk afgesleten). Foto: Derek Biront.



Loodverpoedering. Foto: Natalie Cleeren.



Tinnen kakstoelpot, 18e eeuw. Foto: Collectie Museum Rotterdam.

48

49

50

51

Optin kunnen verscheidene vormen van aantasting voorkomen, vooral barsten, putvormige corrosie en uitstulpende corrosie (tinoxide), en 'tinpest'. **Bij tinpest worden gedeelten van het tin in een lichtgrijs poeder omgezet (52).** Echte tinpest komt echter zeer zelden voor, het gaat meestal om vormen van tinoxide, dat eveneens als poeder verschijnt in kleine ophopingen aan de oppervlakte. Het is een onomkeerbaar proces, en het moet onmiddellijk door een restaurator behandeld worden.

Om donker geworden tin schoon te maken, zijn er veel commerciële producten en ook huismiddeltjes voorhanden. Gebruik in geen geval schurende producten zoals zand en zout, en evenmin chemische reinigingsmiddelen, want die zijn meestal op een zuur gebaseerd en kunnen ongelijkmatige vlekken op het tin veroorzaken en ook corrosief werken in dieperliggende plekjes waaruit ze niet goed werden verwijderd. Was het voorwerp gewoon in een sopje, spoel het grondig af met water en alcohol, en droog het vervolgens zorgvuldig.

Overweeg eerst en vooral of het voorwerp wel een ander aspect behoeft. Als tin lang niet gebruikt is, kan de stabiele corrosielaag vrij dik zijn. Er moet dan erg diep gepoetst worden, waarbij heel wat tinmateriaal weggenomen wordt om een licht en glanzend oppervlak te verkrijgen. Intussen zijn er misschien details verloren gegaan die we zonder de poetsbeurt hadden kunnen bewaren.

Oud tin kan bros geworden zijn. Verplooiden delen probeert u best niet zelf terug te buigen, want het stuk zou gewoon kunnen afbreken.

ZINK, ALUMINIUM, CHROOM EN NIKKEL

Deze moderne metalen hebben doorgaans weinig last van corrosie, maar in bepaalde omstandigheden moet u ze toch goed onder controle houden. Als ze met andere metalen gecombineerd worden – wat vaak gebeurt – ontstaat een **'elektrogalvanisch koppel' (53)**. Bij dat specifieke contactcorrosieproces zal het minst edele metaal zich oplossen. Een aluminium schaalpje waarin lange tijd een zilveren halsketting ligt, gaat een reactie aan en wordt weggevreten. Een zinken dakdeel reageert met het aluminium, lood of koper waarmee het gecombineerd is, en tot slot wordt een van de metalen gecorrodeerd. De reactie is afhankelijk van de grootte van de resp. mas-

sa's en van de vochtigheid. In normale omstandigheden vormen zink en aluminium een beschermende laag die het onderliggende metaal beschermt. Maar als die laag afslijt of bij extreme aantasting kan er toch corrosie optreden. Zulke problemen zijn soms moeilijk op te lossen. Bekijk het concrete geval samen met een deskundige.

Chroom en nikkel zijn meestal op minder belangrijke voorwerpen aangebracht. Ze zijn op zich corrosiebestendig. Voor het onderhoud ervan bestaan specifieke poetsmiddelen. Als u echter roestvlekjes ziet verschijnen, moet u ingrijpen. De vlekjes wijzen erop dat de ondergrond van binnenuit aan het bederven is. Het onderliggende metaal moet dan gestabiliseerd worden en de omgevingsomstandigheden waarin het voorwerp wordt bewaard, dienen te veranderen.

IJZER EN STAAL

De bekendste corrosie is roest, ijzeroxide. Het is een verbinding van ijzer met oxiden, waarbij het metaal groter wordt, en wel met zo'n kracht dat door die expansie roestende ijzeren nagels muurvast zitten in hout, en dat stenen of gipsen beelden uiteensplijten. De uitzetting kan ook constructies in andere metalen, waar het ijzer in bevestigd is, uiteendruwen of doen barsten. Er zijn wel veel verschillende ijzeroxiden. Daarnaast zorgen andere verbindingen ervoor dat sommige vormen van roest stabiel worden. Maar de meeste soorten corrosie op ijzer zijn actief tot er niets meer van het ijzer overblijft.

Roest kan u naar zijn kleur beoordelen. Als de kleur erg donker is en niet poederig of schilferend, zal de corrosie wellicht stabiel zijn. Is de kleur meer oranje, en vormt de roest een poederige, puttige of schilferende oppervlaktelaag, dan is er een actief **corrosieproces aan de gang, waartegen u snel moet optreden (54)**.

Elke soort ijzer en staal kan in meer of mindere mate roesten. Alleen speciale staalsoorten zoals roestvrij staal (inox) zijn vrij bestendig, al hangt die bestendigheid toch nog af van het type roestvrij staal (chroom-nikkelstaal, bv. 18/10) en het klimaat. Aan zee zal een laagwaardige soort wel aan corrosie onderhevig zijn.

WAPENS EN WAPENRUSTINGEN

Het meest voorkomende metaal bij deze voorwerpen is ijzer. Dikwijls vindt u een combinatie van ijzer met an-



Lepels in lood en tin; tinpest. Foto: Natalie Cleeren.



Contactcorrosie koper en zink.



Roestvorming op smeedijzeren hekken veroorzaakt materiaalverlies. Foto: Derek Biront.

dere metalen of met ivoor, hout, leer. Vooral dat laatste kan problemen scheppen, zeker als het vernieuwd leer betreft en als het direct met ijzer of een koperlegering in contact is. De (looi)stoffen die uit het leer vrijkomen, coroderen ijzer en koper. Inspecteer dus eerst die plekken.

Wapens kunnen onveilig zijn. Controleer, voor u aan het onderhoud begint, het spanmechanisme, de kamer van een vuurwapen enz. Oude bogen of pezen mag u nooit opspannen, ze kunnen verdroogd zijn en breken. Span nooit percussie- of vuursteenwapens op en vuur ze niet af, ze zijn in de loop van de tijd wellicht broos en onbetrouwbaar geworden. Maak zonder kennis van zaken nooit een wapen open, sommige onderdelen zitten namelijk onder spanning vast en kunnen eruit springen en beschadigd worden. Gebruik geen gewone schroevendraaier om schroeven los te draaien, het kan ze beschadigen.

Voordat u een wapen opbergt, kan u er een beschermende waslaag op aanbrengen ofwel wapenolie (op het soort wapens waarbij dat gebruikelijk is). Geoliede wapens worden met de loop naar beneden weggezet, opdat er geen olie over de lader en kolf zou lopen. Kijk ook regelmatig of zich geen stof op de olie- of waslaag vastzet.

Hanteer wapens, zeker die **uit geblauwd staal (55)**, uitsluitend met katoenen handschoenen. Zuursporen tekenen zich snel op het oppervlak af. Het geblauwde effect kan door een warmteproces of door een chemische behandeling verkregen zijn. Door veelvuldig gebruik en onderhoud slijt het blauw enigszins af. Het kan in principe plaatselijk met een blauwpasta vernieuwd worden, maar dat product blijkt na verloop van tijd corrosief te zijn en lang niet zo stabiel als de originele warmteblauwing. Maak zo'n gekleurd oppervlak nooit met een schuurmiddel schoon.

Blank ijzer op eenvoudige wapens en harnassen zonder decoratie reinigt u best met solventen zoals ethanol, aceton of white spirit. Als er vroeger reeds schuurmiddelen werden gebruikt bij het onderhoud, mogen roestvlekjes plaatselijk voorzichtig weggehaald worden met de fijnste staalwol (nr. 000).

Het oppervlak kan u met een microkristallijne was (bv. Renaissance Wax) beschermen. Werk dan in twee lagen: de eerste laag strijkt u met een borsteltje of dik pen-

seel met lichte warmte op het oppervlak uit, waarna u het met een zachte, niet-pluizende doek gladwrijft; de tweede laag brengt u koud aan om een zekere dikte en egaliteit te bereiken, zodat de was een goede bescherming kan vormen. Vraag raad aan een deskundige. Hij zal voor de verschillende stukken in een collectie de juiste behandeling bepalen en verwijzen naar gespecialiseerde restaurators.

Elementen in leer, holsters en draagtassen bewaart u apart. Zij tasten mettertijd het metaal aan, en hebben voor hun conservering een hogere relatieve vochtigheid nodig dan metaal. Zie ook aflevering Leder en perkament.

WETENSCHAPPELIJKE INSTRUMENTEN

Wetenschappelijke instrumenten zijn meestal uit messing vervaardigd, vaak in combinatie met ijzer, glas of een organisch materiaal. Door de fijne constructie en eventuele gravures is het onderhoud van zo'n instrument erg moeilijk. Daarom zit er dikwijls een beschermlak op. Een oude beschermlaag kan uit schellak bestaan en die is op zichzelf waardevol. Als een behandeling niet echt noodzakelijk is, kan u die vernislaag beter met rust laten. Laat nooit een nieuw vernis aanbrengen zonder voorafgaand overleg met een specialist. De ingreep moet omkeerbaar zijn, de lak moet dus makkelijk verwijderbaar zijn. Vandaag krijgen monoacrylaten de voorkeur.

Bewaar alle onderdelen van complexe instrumenten goed bij elkaar, eventueel in de originele doos of kast. Een compleet stel is veel meer waard dan een onvolledig. Voor toestellen met gecombineerde materialen (metaal, glas, hout ...) zal u meerdere specialisten om raad moeten vragen.

ARCHEOLOGISCHE VOORWERPEN

Het bewaren van archeologische objecten in metaal is werkelijk een uitdaging. Deze voorwerpen zijn extreem gevoelig en zowel een goede klimaatbeheersing als het gebruik van de juiste verpakkingsmaterialen zijn essentieel.

Metalen vondsten ondergaan grote veranderingen in de bodem en worden uiteindelijk opgegraven als gecorrodeerd en deels gemineraliseerd object. Bij de opgraving wordt het object plots blootgesteld aan zuurstof, wat een erg agressief corrosieproces kan veroorzaken.



Bajonet uit geblauwd staal (detail). Foto: ABL history forum.

Metalen objecten worden nat of vochtig bewaard wanneer ze na de opgraving onmiddellijk naar een conservator-restaurator worden gebracht. Zo niet, plaatsen we metalen vondsten in een 100 % luchtdichte container met silicagelkorrels (zie hoofdstuk Het voorwerp opbergen) in afwachting van een actieve conservatiebehandeling.

Hierbij maken we gebruik van deze vochtabsorberende korrels om een zo droog mogelijk klimaat in de doos te creëren (56). Minimum vereiste is dat de objecten zich in een omgeving met RV van max. 30 % bevinden.

De silicagelkorrels hebben een kleurenindicator die aangeeft wanneer ze verzadigd geraken en bijgevolg geen vocht meer opnemen. De oranje korrels kleuren wit. Om de juiste vochtigheidsgraad in de doos te kennen, voegen we een vochtigheidsindicator toe die het vochtpercentage aanduidt (strip met kleurcodes en percentages) (57). De meeste archeologische metaalvondsten bestaan uit ijzer en koperlegeringen (zoals brons). Maar ook tin en lood komen veelvuldig voor en in mindere mate zilver en goud.

Belangrijk is archeologische metaalvondsten regelmatig te controleren op actieve corrosie, ook al worden ze in optimale omstandigheden bewaard. De belangrijkste corrosievormen daarvan vindt u in de betreffende paragrafen.

Archeologische metalen worden enkel gereinigd door een specialist. Na een eeuwenlang verblijf in de bodem zijn deze objecten vaak volledig bedekt met corrosiekorsten die hun juiste identificatie bemoeilijken (vooral bij ijzeren objecten). Röntgenfoto's bieden de mogelijkheid om, zonder het object te reinigen, toch de originele vorm te zien (58). Hou er ook steeds rekening mee dat deze materialen vaak zeer fragiel en breekbaar zijn en in niets vergelijkbaar met hun oorspronkelijke 100 % metallische vorm.

Breng zelf geen vernislaag of andere bescherm laag aan. Dit zal geen of nauwelijks een afremmend effect hebben op verdere corrosie.

Huidige stabiliseringsbehandelingen voor lood, tin, zilver en koperlegeringen zijn zeer effectief. Ijzeren objecten ondergaan eveneens stabiliseringsbehandelingen (doorgaans ontzouting in alkalische oplossingen) maar tot nog toe biedt geen enkele behandeling voor ijzer vol-

doende garantie om een hernieuwde corrosie volledig uit te sluiten. Roestvormers en bijvoorbeeld tannines zijn niet toepasbaar op archeologisch ijzer. Hun effect is verwaarloosbaar.

De beheerder van archeologische metalen heeft als hoofdtaak het klimaat en dan vooral de vochtigheidsgraad waarin de objecten bewaard worden, onder controle te houden en de objecten regelmatig te controleren op actieve corrosie. Metaalvondsten kunnen na behandeling jarenlang stabiel blijven om dan plots en zeer snel te corroderen met aanzienlijk materiaalverlies tot gevolg.

Let hierbij vooral op de uitbloei van felgekleurde, poederige vormen van corrosie (oranje voor ijzer, helgroen/blauw voor koper (59), fel wit voor tin, lood en zilver), nieuwe barsten en losse schilfers. Manipuleer dergelijk vondsten zo weinig mogelijk en neem snel contact op met een conservator-restaurator.

Archeologische metalen worden best bewaard en gepresenteerd in een omgeving met vochtigheidsgraad die niet hoger is dan 30 %. Dit is zeker realiseerbaar voor depotvondsten (zie hoger).

Behandelde objecten in koperlegering, tin, lood, zilver, kunnen eventueel bewaard en gepresenteerd worden in een ruimte met vochtigheidsgraad tot 40 %, wat een haalbare optie is voor een presentatieruimte. IJzervondsten daarentegen, ook de behandelde objecten, worden beter niet blootgesteld aan een vochtigheidsgraad hoger dan 30 %. Wanneer deze norm niet wordt gehaald, is het uiterst belangrijk deze vondsten regelmatig (maandelijks) te controleren op tekenen van actieve corrosie.

ONDERHOUDSKAART

De onderhoudskaart van een individueel voorwerp wordt best in het collectieregistratiesysteem geïntegreerd, waarbij de onderhoudsintervallen automatisch worden aangegeven.



Luchtdichte containers met silicagel voor het droog bewaren van archeologisch metaal. Foto: Abdij Ten Duinen 1183.



RV-indicator zichtbaar ingesloten in plastic container. Foto: FARO.



Foto: Natalie Cleeren.



Actieve corrosie koper. Foto: Natalie Cleeren.

BEKNOPTE LITERATUURLIJST EN LINKS

Algemene bewaring

- V. NORTON NAUDÉ (red.), *Sculptural Monuments in an Outdoor Environment*, Conference at Pennsylvania Academy of Fine Arts Philadelphia, 2.11.1983.
- Lead and Tin / Studies in Conservation and Technology*, Occasional Papers No 3, United Kingdom Institute for conservation, 1985.
- Conservation of Metal Statuary and Architectural Decoration in Open-air Exposure*, Symposium Paris, 6-8.10.1986, Rome, ICCROM, 1987.
- Vademecum ter bescherming en onderhoud van het kunstbezit*, Bulletin XXI, Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium, Brussel, 1986/87.
- R.E. CHILD en J.M. TOWNSEND (red.), *Modern Metals in Museums*, Institute of Archaeology Publications, 1988.
- M.T. SIMPSON en M. HUNTLEY (red.), *Sotheby's Caring for Antiques*, London, Conran Octopus Limited, 1992.
- T. DRAYMAN-WEISSER, *Metal objects*, in *Caring for your Collections*, New York, 1992, p. 108 -121.
- C. ARMINJON en M. BILIMOFF, *L'art du métal: vocabulaire technique* (Inventaire général des monuments et des richesses artistiques de la France), Parijs, 1998.
- R HARRIS, 'Metalwork', in: The National Trust manual of housekeeping: the care of collections in historic houses open to the public. Oxford, 2006, p. 249 – 259.
- R HARRIS, 'Metals', in: The National Trust manual of housekeeping: the care of collections in historic houses open to the public. Oxford, 2006, p. 309 – 319.
- R HARRIS, 'Arms and armour', in: The National Trust manual of housekeeping: the care of collections in historic houses open to the public. Oxford, 2006, p. 321- 329.
- J. BETTS, 'Clocks and watches', in: The National Trust manual of housekeeping: the care of collections in historic houses open to the public. Oxford, 2006, p. 331 – 343.
- N. SEELEY, 'Scientific instruments', in: The National Trust manual of housekeeping: the care of collections in historic houses open to the public. Oxford, 2006, p. 345 -351.

Edelstenen

E.SCHÜTT, *Umgang mit edlen Steinen*, Ruhle-Diebener-Verlag, 1983.

Corrosie

- Corrosion Inhibitors in Conservation*, Occasional Papers No 4, United Kingdom Institute for conservation 1985.
- J.S. MILLS en R. WHITE, *The Organic Chemistry of Museum Objects*, Butterworths, 1987.
- Corrosieproblemen in technische verzamelingen* - CL Themadag, Centraal Laboratorium voor Onderzoek van Voorwerpen van Kunst en Wetenschap, Amsterdam, 1987.
- Evidence Preserved in Corrosion Products: New Fields in Artifact Studies*, Occasional Papers No 8, United Kingdom Institute for conservation, 1989.

L. SELWYN, *Metals and Corrosion: A Handbook for the Conservation Professional*, Ottawa, 2004.

Conservatie

- Conservation of Iron* - National Maritime Museum, Maritime Monographs and Reports No 53, London, National Maritime Museum, 1982.
- Conservation and Restoration of Metal Objects*, in S.S.C.R.- Bulletin No 1 (The Scottish Society for Conservation & Restoration), June 1983.
- Conservering van leer en metaal in relatie tot instrumenten*, CL Themadag No 4, Amsterdam, Centraal Laboratorium voor Onderzoek van Voorwerpen van Kunst en Wetenschap, 1983.
- T. STAMBOLOV, *The Corrosion and Conservation of Metallic Antiquities and Works of Arts* (CL-Publication). Amsterdam, Centraal Laboratorium, 1985.
- E.A. SLATER en N.H. TENNANT, *The Conservation and Restoration of Metals*, in Scottish society for Conservation and Restoration, University of Edinburgh Extra Mural Department, Proceedings of the Symposium - Edinburgh 1979, Reprinted 1988, S.S.C.R.
- M. KOLLER en R. PRANDTSTETTEN (red.), *Konservierung von Metallobjekten und Metallfassungen*, in *Restauratorenblätter* - Band 11: Wien, Osterr. Sektion des IIC, 1990.

Archeologische metalen

- D. WATKINSON en V. NEAL, *First Aid for Finds, Rescue*, The British Archaeological Trust and Archaeology Section of the UKIC with The Museum of London, Third edition, 1998.
- A. COOLS, *Inpakken, een kunst, Het verpakken van archeologische vondsten*, in: VIOE handleidingen 01, Brussel, 2009.
- J. M. CRONYN, *The Elements of Archaeological Conservation*. London: Routledge, 1990.
- SIKB, *Mooi meegenomen, goed gelicht! Het conserveren van kwetsbaar archeologisch vondstmateriaal*, Leiden: TGV teksten en presentatie, 2012.

LINKS

- www.depotwijzer.be/metalen-ijzer-archeologisch
- www.depotwijzer.be/metalen-koperlegeringen-archeologisch
- www.depotwijzer.be/metalen-lood-en-tin-archeologisch
- www.vam.ac.uk/content/articles/c/cleaning-metals-basic-guidelines
- American Institute for Conservation, Caring for your treasures: how to protect your metal objects: www.conservation-us.org/docs/default-source/public-relations/metalobjects.pdf?sfvrsn=0
- CCI Notes, www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/index-eng.aspx (serie N9: metals)
- Canadian Conservation Institute, Care of metals in collections: www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/9-6_e.pdf
- Conserveograms van The National Park Service (VS). Brochures, 10/1 tot 10/5 handelen over metal objects. www.cr.nps.gov/museum/publications/conserveogram/cons_toc.html en www.nps.gov/museum/publications/MHI/Appendix%20O.pdf
- National Park Service Museum handbook dl 1, 2002: Curatorial care of metal objects <http://www.cr.nps.gov/museum/publications/MHI/Appendix%20O.pdf>

Colofon

AUTEURS: Patrick Storme en Natalie Cleeren

REDACTIE: Leon Smets, Annemie Vanthienen, Birgit Geudens

VORMGEVING: Silke Theuwissen

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER:

Marc Jacobs, FARO. Vlaams steunpunt voor cultureel erfgoed vzw, Priemstraat 51, 1000 Brussel

D/2014/11.524/12
Brussel, juli 2014