

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 RIJTOUGEN

KERAMIEK

LEDER EN PERKAMENT

LICHT EN VERLICHTING

METAAL

MEUBILAIR

NATUURHISTORISCH MATERIAAL

OPENLUCHTSCULPTUREN

PAPIER

SCHILDERIJEN

SCHIMMELS EN INSECTEN

STEEN EN STEENACHTIGE MATERIALEN

TEXTIEL

INHOUD AFLEVERING: STEEN EN STEENACHTIGE MATERIALEN

Auteur: Lode De Clerq



VOORAF

MATERIAAL EN TERMINOLOGIE

NATUURLIJKE STEENSOORTEN

GEOLOGISCHE INDELING

BELGISCHE GESTEENTEN

MARMER EN ALBAST

POLYCHROMIE EN AFWERKLAGEN OP
NATUURLIJKE STEENSOORTEN

Kort overzicht

Conserveren van afwerklagen op
natuurlijke steensoorten

BEWARINGSTOESTAND VAN STEENSCULPTUUR EVALUEREN

STRUCTURELE SCHADE

NATUURLIJKE VERWERING

ZOUTBELASTE STUKKEN

Oorzaken en gevolgen

Wat (laten) doen?

STEENACHTIGE MATERIALEN

STUC

Materiaal en techniek

Polychromie en afwerklagen op
stuc

Verwerking van stucsculpturen

BETON

Materiaal

Verwerking van betonsculpturen

GIPS

Materiaal en gebruik

Schadevormen bij gips

Polychromie van gips

Hoe gipsen onderhouden en
bewaren?

STEENKARTON

TERRACOTTA

Materiaal en productie

Verwerking van terracotta

Onderhoud en bewaring

DE MEEST VOORKOMENDE SCHADEBEELDEN

ALGEN, KORSTMOSSEN EN MOSSEN

Soorten

Bestrijding

VERKLEURING EN VLEKVORMING

OPPERVLAKTEVERVUILING EN PATINA

Droge techniek

Kleef- of latextechniek

OUDE HERSTELLINGEN EN HUN GE-
BREKEN

Inspecteren

Schellak

Gips en doken

Polymeren

SCULPTUREN BUITEN PLAATSEN

VOORWAARDEN VOOR BUITENOP-
STELLING

ANTI-GRAFFITI

WINTERBESCHERMING

BUITENSCULPTUREN BINNEN- BRENGEN

TRANSPORT VAN STENEN EN STEENACHTIGE MATERIALEN

INSPECTIE VOORAF

HULPMATERIAAL

INVENTARISNUMMER AAN- BRENGEN

OPBERGING EN DEPOTORGA- NISATIE

ONDERHOUD

ONTSTOFFEN

Waarom ontstoffen?

Hoe stofafzetting te voorko-
men?

Hoe ontstoffen?

NATTE OF DROGE REINIGING?

MANIPULEREN

PRESENTEREN

MEER

BEKNOPT LITERATUURLIJST

LINKS

VOORAF

Stenen voorwerpen worden al te snel als solide en weinig kwetsbaar beschouwd. Dit aura van geringe kwetsbaarheid schept de indruk dat ogenschijnlijk onschuldige ingrepen als oppervlakkige reiniging zonder veel gevaar en door gelijk wie uitgevoerd kunnen worden. Niets is minder waar. Neem bijvoorbeeld **een sculptuur in echt albast (1)**: reiniging met water leidt tot een sterke erosie omdat het gips waaruit dit materiaal bestaat, gemakkelijk in water oplost. En dan hebben we het nog niet eens over de behandeling van sommige stenen sculpturen die buiten zijn opgesteld en die herhaaldelijk **ge-teisterd worden door een onderhoudsbeurt met een hogedrukreiniger (2)** en soms zelfs met totaal ongeschikte straalapparatuur.

Zelfs voor de preventieve conservering van stenen en steenachtige voorwerpen is het aanbevolen altijd raad te vragen aan deskundigen. Alhoewel preventie in theorie geen directe ingreep op het object inhoudt, is zij in de praktijk toch vaak gekoppeld aan een diagnose en aan een onderhoudsmethode. Omdat een diagnose altijd een zo compleet mogelijke kennis en ervaring vergt, zal voor sommige collecties per materiaalsoort de hulp van een gespecialiseerd restaurateur ingeroepen moeten worden. Soms zal een petrografische identificatie nodig zijn: hiervoor moet een monster gelicht worden, wat enkel een bevoegd restaurateur kan doen, terwijl het onderzoek zelf door een gespecialiseerd geoloog uitgevoerd zal worden.

Door deze diagnose van de toestand en van de aard van het materiaal kunnen de mogelijkheden en beperkingen van het onderhoud geëvalueerd worden, wat moet leiden tot een bewarings- en onderhoudsplan voor de collectie, en ook tot een lijst van voorwerpen waarvoor dringende ingrepen noodzakelijk zijn – ingrepen die uiteraard enkel aan een deskundig restaurateur mogen worden toevertrouwd.

Onder steen en steenachtige materialen worden zowel diverse natuurlijke steensoorten als uit artificieel bewerkte materialen samengestelde producten (stuc, gips, terracotta, steenkarton) verstaan. In deze aflevering geven we een kort overzicht van de in onze gewesten meest voorkomende steensoorten en materialen, met beknopt de noodzakelijke technische en historische informatie.

MATERIAAL EN TERMINOLOGIE

Het stenen patrimonium kan worden opgedeeld in natuurlijke steensoorten en kunststenen.

Onder **natuursteen** ressorteren alle soorten die zich als gevolg van geologische processen in de aardkorst hebben gevormd en enkel mechanische bewerking ondergaan. Vanwege hun dominante rol in de beeldhouwkunst krijgen marmer en albast een aparte bespreking.

Onder de **kunststeensoorten** vallen in de eerste plaats de met een kalk of cement gebonden mortelsamenstellingen, zoals *stuc* (kalk- en/of gipsgebonden pleister) en *beton*. Klassieke, met kalkstuc opgebouwde sculpturen werden meestal via het directe modelleren of met ingestampte mallen vervaardigd. Vanaf de 19e eeuw werden steeds meer hydraulische kalksoorten en cementen met gebruik van giettechnieken aangewend voor onder meer decoratieve sculptuur. Ook de beelden in al dan niet gewapend beton op basis van artificieel cement, die vooral voorkomen vanaf de 20e eeuw, dienen in die traditie te worden gesitueerd.

Vanaf de 20e eeuw komen ook kunststenen voor die op basis van synthetische polymeren werden vervaardigd en waarvan polyester en epoxyharsen het bindmiddel vormden van minerale aggregaten. De veroudering van dergelijke ersatz is meestal slecht te noemen.

Een tweede belangrijke categorie vormen de *objecten in gips* die al millennia lang in heel wat culturen worden geproduceerd. We onderscheiden hier gips (het artificieel geherkristalliseerde product) en **gipssteen (natuurlijk evaporiet) (3)**. Het synoniem van gips is 'pleister'. Deze term is geen synoniem van 'pleister' (waarmee stukadoors werken). In het Frans doet zich overigens hetzelfde probleem voor aangezien '*plâtre*' daar ook gebruikt wordt voor mortelsamenstellingen op basis van kalk. De verschillende gipstechnieken komen aan bod in het hoofdstuk over steenachtige materialen. Als aanvulling op de categorie gips geven we ook een kort overzicht van het zogenaamde *steenkarton (carton-pierre)*, een steen- of gipsimitatie die op basis van lijm, krijt en papierzakels en soms nog andere toeslagstoffen wordt vervaardigd.



Erosie van albast door nat reinigen. Foto Leon Smets.



Verwerking van laatgotisch bladmotief door hogedrukreinigen.



Gipssteen. Foto Rob Lavinsky, creative commons.

Als derde categorie vermelden we de **ceramische procedés**, waarbij voor de beeldhouwkunst vooral gedacht wordt aan de terracottatechniek.

Sculpturen in natuursteen zijn meestal vol, objecten in kunststeen daarentegen zijn dikwijls hol en bevatten, bij de niet-ceramische categorieën, dikwijls interne wapeningen die kunnen variëren van een skeletwapening in hout of metaal tot allerlei vezelwapeningen van meestal organische makelij.

NATUURLIJKE STEENSOORTEN

GEOLOGISCHE INDELING

De natuursteensoorten worden geologisch ingedeeld in magmatische gesteenten, sedimentaire gesteenten en metamorfe gesteenten.

De **magmatische gesteenten** zijn stollingsproducten die ofwel diep in de aardkorst uitgekristalliseerd zijn (*dieptegesteenten*) ofwel van vulkanische aard zijn (*uitvloeingsgesteenten*). Het bekendste dieptegesteente is graniet. Daarnaast zijn er **syeniet en porfier** (veelvuldig toegepast in de Egyptische architectuur en beeldhouwkunst), **dioriet en gabbro (4a, b, c en d)**. Tot de uitvloeingsgesteenten behoren onder andere basalt en trachiet (bv. uit het vulkanische gebied van de Eifel) en tufsteen, een zeer poreus vulkanisch sediment afgezet hetzij uit een gloeiende aswolk hetzij uit een hete modderstroom. De **sedimentaire gesteenten** (afzettingsgesteenten) vormen de belangrijkste categorie voor de beeldhouwkunst. De meest voorkomende sedimentaire gesteenten zijn de verschillende soorten zandsteen, kalkzandsteen, ijzerzandsteen en kalksteen. Grovere soorten zijn onder meer de arkose en de conglomeraat. Al deze gesteenten ontstaan door het samendrukken en verharderen van losse sedimenten tot vaste steensoorten.

De **metamorfe steensoorten** zijn meestal van oorsprong sedimentaire gesteenten die onder invloed van hun verblijf diep in de aardkorst door de drukkracht en de toenemende temperatuur herkristalliseren, met een wijziging van hun minerale samenstelling en kristalstructuur tot gevolg. Marmer is de bekendste en meest gebruikte metamorfe steensoort – bijvoorbeeld het Pentelikon- en het Carraramarmer. Alle andere kalksteensoorten blijven

in petrografisch opzicht kalksteen, ook al zijn ze polijstbaar (zoals bv. de Belgische marmers): zij zijn dus geen echt marmer. Andere belangrijke soorten metamorfe gesteente zijn de kwartsieten en de uit leisteen ontstane schist. Onder de meer exotische metamorfe gesteenten vermelden we gneiss, serpentiniert en jade. **Jade werd zeer veel gebruikt in China en door de Midden-Amerikaanse Indiaanse culturen (5)**, en komt bijgevolg veel in museumcollecties voor.

BELGISCHE GESTEENTEN

- ▶ leisteen: hoofdzakelijk toegepast voor bedaking maar ook voor o.a. grafstenen en grafkruisen.
- ▶ het zogeheten Vlaamse marmer (een kalksteen-soort): **rood koninklijk marmer (Rouge Royal) (6)** en zwart marmer (oude benaming: Naamse toetssteen).
- ▶ Doornikse, Henegouwse en andere Waalse blauwe hardsteen.
- ▶ Maastrichter kalksteen, tauw (verkiezelde vorm van Maastrichtersteen) en de silex die in prehistorische werktuigen werd aangewend.
- ▶ jongere gesteenten (gevormd in het Tertiair) zijn: kwartsiet van Tienen (lichtgrijs, zeer hard en compact materiaal) met donkergrijze silexachtige variant kwartsiet van Wommersom, een prehistorische grondstof, tuffeau van Lincet, leperiaanse kalksteen, Brusseliaanse kalkzandsteen (een lokale variant is de Gobertingse steen) en Lediaanse kalkzandsteen (Ledestein of Balegemse steen naar de laatste in gebruik zijnde groeve).
- ▶ uit recentere geologische perioden: enkele vaste steensoorten, met als bekendste de Diesterse ijzerzandsteen uit het Hageland en de bergsteen uit de Vlaamse Ardennen en het West-Vlaams Heuvelland.
- ▶ In de laatmiddeleeuwse fijnsculptuur werd veelvuldig gebruikgemaakt van het zachte maar zeer homogene Turoonkrijt, dat via de Schelde uit Noord-Frankrijk (regio Arras - Valenciennes) en via de Leie (regio Rijsel) werd ingevoerd.

MARMER EN ALBAST

In de klassieke oudheid werd vooral met witte marmers gewerkt, uit Griekenland, Turkije en Italië. In het



4a



4b



4c



4d

4a: syeniet, 4b: porfier, 4c: dioriet, 4d: gabbro.

Foto's: IJstijdenmuseum.



5

Jade, Midden-Amerika, Maya, klassieke periode. Foto wikipedia creative commons



6

Rouge Royal

Romeinse Rijk waren gekleurde marmersoorten zeer geliefd; geologisch betreft het hier eerder polijstbare kalksteensoorten dan echt marmer die wel in trek waren door de vele honderden kleurvarianten die voornamelijk van in de 16e eeuw op de markt kwamen (zie o.m. exterieur Antwerps stadhuis). Over heel Europa ontstonden steengroeven. Sommige daarvan worden tot vandaag geëxploiteerd.

Een ander polijstbaar materiaal is het albast. Zoals bij marmer moet hier eveneens een onderscheid worden gemaakt tussen echt albast (kristallijn calciumsulfaat) en zogeheten calcietalbast (meestal onder de benaming onyxmarmer in de handel). Het echte albast is een 'evaporiet' of uitdampingsgesteente zoals gipssteen. Een evaporiet ontstaat wanneer in een waterbekken (meer of zee) het gehalte aan zouten zo geconcentreerd raakt dat de oplossingsgrens overschreden wordt en de mineralen neerslaan. In zeewater gaat eerst het gips en vervolgens het steenzout uitkristalliseren. Albast onderscheidt zich van marmer door zijn geringere hardheid. Albast ziet er op het eerste gezicht soms als marmer uit maar het is meestal wat geler en doorschijnender en er komen soms roodachtige aders in voor. De oppervlaktestructuur is doorgaans zeer glad (gepolijst). Veel van de oude albasten uit onze kunstproductie zijn uit **Engels albast (Nottinghamshire)**(7) vervaardigd. Later werd vooral de Noord-Italiaanse productie dominant (Volterra).

Uitzonderlijk komen ook sculpturen in aluin voor. Het aanzicht benadert dat van marmer, maar aluin is bijzonder gevoelig voor water.

POLYCHROMIE EN AFWERKLAGEN OP NATUURLIJKE STEENSOORTEN

Kort overzicht

In de polychromie kunnen we enerzijds de materiaalpolychromie en anderzijds de geschilderde polychromie onderscheiden.

In de Egyptische oudheid werden veel beelden vervaardigd in kleurrijke materialen die bovendien een sterke indruk van densiteit gaven. Beelden in graniet, dioriet, schist of porfier bezaten dikwijls een voor het materiaal kenmerkende veelkleurigheid die op zich werd getoond. Kalkstenen en gipsen beelden daarentegen werden bijna altijd polychroom uitgemonsterd. De door de

Egyptenaren aangewende kalk en gipssoorten zijn enkel geschikt voor een droog, vorstvrij klimaat. Beschilderde sarcofagen werden vanaf de 19e dynastie tevens van een harsachtig vernis voorzien.

In de Griekse en Romeinse periode werden vele beelden in diverse marmersoorten vervaardigd. Soms kwam de polychromie tot stand door middel van de **chryselefantientechniek** (8) waarbij door de combinatie van diverse marmers, ivoor en metalen een picturaal en soms zelfs naturalistisch effect werd bereikt. Het veelgebruikte witte marmer werd soms grotendeels polychroom uitgemonsterd (bv. de kleding). Zowel de beschilderde als de onbeschilderde delen werden behandeld met een beschermende laag van gebleekte was en olie die vervolgens werd geboend, waardoor de witmarmeren beelden een porseleinachtig aanzicht kregen. De veelkleurige beschildering van steen en marmer werd dikwijls in encaustiek uitgevoerd. Daarnaast werden beelden zeker al vanaf de 5e eeuw v. Chr. voorzien van een vergulding, soms ook van inlegwerk in glas, ivoor of brons terwijl accessoires zoals wapens en dergelijke veelal in brons, lood of hout vervaardigd werden.

In de middeleeuwen werden ten noorden van de Alpen veel meer lokale steensoorten aangewend voor beeldhouwwerken. Dit stemt min of meer overeen met de situatie in de oudheid, met dat verschil dat het gebied rond de Egeïsche zee gedomineerd werd door lokale hoogkwalitatieve marmergroeven. Ook albast werd frequent gebruikt – voor de periode 1340-1500 treft men vooral Engels albastwerk aan. Deze albasten sculpturen zijn dikwijls van een spaarzame maar belangrijke polychromie voorzien. Vanaf de 14e eeuw verschijnt het wit marmer opnieuw als materiaal voor grafmonumenten en, net als albast, voor inlegwerk (aangezichten e.d.) in meestal donkere tot zwarte steensoorten zoals Doornikse steen en Naamse steen. Een vorm van inlegwerk die vanaf de 13e eeuw opkwam, en erg in zwang was in de 15e en 16e eeuw, was de koperversiering op grafstenen: het koper werd gegoten en gegraveerd en in een zerk ingelegd. In Doornikse steen gekapte en naderhand gegraveerde zerken werden soms ook met gekleurde mastiek ingelegd.

De sculpturale productie in **lokale kalksteen werd in de middeleeuwen bijna altijd gepolychromeerd** (9). Al in documenten uit de 13e en meer nog uit de 14e eeuw



Albast; Nottingham, midden 15e eeuw. Foto creative commons



Chryselefantientechniek: Apollo van Delfi, 6e eeuw v.C.



Gepolychromeerd stenen beeld uit grafleggingsgroep, ca. 1535 (Bree, Sint-Michielskerk). Foto Alain Delers. © KIK Brussel

wordt geregeld het gebruik van olieverf vermeld met betrekking tot de stoffering van beeldhouwwerken, en het onderzoek van *in situ* bewaard gebleven steensculpturen bevestigt dit gegeven. Op stenen beelden wordt vrijwel nooit plamuur aangetroffen, in tegenstelling tot houten beelden. Voor de stoffering werden alle toen toepasbare pigmenten aangewend, soms in rijke combinatie met vergulding, meestal een 'mixtionvergulding' – dat is een matte en dus niet-gepolijste vergulding die rechtstreeks op de beschilderde drager wordt gekleefd door middel van een kleefmiddel op basis van drogende olie of *mixtion*. Terwijl in de houtsculptuur het gepolijste ('gebruineerde') goud de voorkeur genoot, werd op de steensculptuur het goud bijna altijd enkel in een kleeflaag vastgekleefd (matte vergulding).

In de late middeleeuwen, met een uitloper in de vroege 16e eeuw, komen soms textielimitaties voor in de vorm van 'Pressbrokaat' of **persbrokaat (10)**. Het zijn afgietsels in een indrukbaar washars of in een stijvere krijt-lijm-specie waarmee het brokaatreliëf werd nagebootst. Ze worden dikwijls ook stannioolreliëfs genoemd omdat op het oppervlak doorgaans een velletje uit de mal gelichte tinfoel (oude naam stanniool) voorkomt dat de basis vormde voor de polychrome stoffering van het brokaatpatroon.

In de renaissance kreeg de materiaalexpressie gaandeweg opnieuw meer belang. Zowel marmer als albast kwamen sterker op de voorgrond, meestal met een voorkeur voor de wittere soorten en dit soms in combinatie met een spaarzame polychromie. Ook stuc en terracotta werden meer en meer als materiaal gepresenteerd, al of niet afgewerkt met een monochrome steenachtige beschildering. Hetzelfde geldt voor een groot deel van de productie in fijne kalksteen zoals Avesneskrijt (Avendersteen). Naast kalkgebonden verven werd ook wel loodwit gebruikt zodat het geheel er als wit marmer uitzag. **Een voorbeeld daarvan is de in de 16e eeuw door Cornelis Floris vervaardigde sacramentstoren van Zoutleeuw (11)**. Soms blijken bepaalde delen van zulke werken van een mixtionvergulding te zijn voorzien. Daarnaast werd een deel van de productie natuurlijk ook nog steeds gekenmerkt door een traditionelere omvattende beschildering.

Tijdens de barok liepen deze tendensen door. De polychrome afwerking verdween langzamerhand ten voor-

dele van een monochrome afwerking terwijl vooral de beeldhouwwerken in marmer talrijker werden. In de Italiaanse barok namen de figuren en hun kledij soms spectaculaire verschijningsvormen aan, door een complex gebruik van de materiaalpolychromie. Maar vooral de interactie met het dikwijls heel veelkleurig opgevatte architecturale kader, waarin de meest diverse marmer-soorten toegepast werden, springt in het oog. Een analoge tendens deed zich voor in de Nederlanden. Ook hier werden de eigenlijke beelden meestal in wit marmer uitgevoerd. Daarnaast werden er nog veel meer grote volplastische sculpturen gemaakt in het traditionele Avesneskrijt dat naar gewoonte monochroom werd afgewerkt. Deze stukken staan dikwijls in een architecturaal decor van veelkleurige marmers – grotendeels Belgische marmersoorten met als belangrijkste de zwarte Naamse steen, onmiddellijk gevolgd door de Belgische rode marmers. Voor speciale effecten werden soms ook breccies en Italiaans Portoromarmmer aangewend. Een uitgesproken voorbeeld van deze architecturale polychromie wordt gevormd door de productie van het atelier van **de Van den Eyndes in Antwerpen met o.m. stalattito-aanwendungen (grillige druipsteen) (12)**.

De barok betekende in onze gewesten ook het hoogtepunt van de vervaardiging van *bozzetti* en *modelli* in terracotta. Veel van deze stukken, die dikwijls in roodbakkend klei werden vervaardigd, kregen een grijze of witte beschildering waardoor ze het uiteindelijke beeld meer benaderden. Resten van polychromie en vergulding wijzen erop dat deze ontwerpen naderhand dikwijls als zelfstandig kunstwerk gewaardeerd werden.

Tijdens de neoklassieke periode en ook nog gedurende een groot deel van de 19e eeuw bleef het witmarmeren, meestal gepolijste beeld het hoogste ideaal. De benadering van kunstenaars als A. Canova was voor de kunstproductie normatief. De traditie van de ruwe *bozzetti*, die zowel in terracotta als in was werden uitgevoerd, leefde onverminderd voort. Meestal bleven deze *bozzetti* onbeschilderd. De *modelli*, die meer en meer op halve of werkelijke grootte werden uitgevoerd, werden in klei geboetseerd en vervolgens in gips afgegoten, waarbij het klei-exemplaar en het negatief (*moulage à creux perdu*) verloren gingen. Op basis van het eerste gipsexemplaar werd soms een productiemal of *surmoulage* vervaardigd (*moulage à bon creux*) voor de fabricage van een oplage



Persbrokaatmotieven op kalkstenen Madonnabeeld, begin 16e eeuw.



Sacramentstoren van Cornelis Floris, Zoutleeuw. © J. Vereecke, J. Verbeke.



Intarsia met onyx, detail marmeren altaar.

10

11

12

in gips, in klei (om vervolgens te worden gebakken) of zelfs, zoals uit de productie van de toonaangevende 18e-eeuwse beeldhouwer J.A. Houdon blijkt, in papier-maché. Terwijl de **met ingestampste klei vervaardigde terracotta's (zie bv. productie Clodion) (13)** - afgezien van een uit dezelfde klei samengestelde engobe - dikwijls hun natuurlijke kleur behielden, werden vele gipsen van meet af aan van een patina voorzien en soms zelfs van een effen verflaag in olieverftechniek, wat opnieuw het marmerachtige aspect benaderde. De stukken in papier-maché kregen veelal een gepolijste verflaag.

Daarnaast nam de productie van direct in steen gehouwen monumentale sculpturen almaar toe. Voor zulke grote, vrijstaande monumenten werd zelden marmer aangewend, maar meestal plaatselijke kalk- en zandsteensoorten. De zachtere kalksteensoorten, zoals het zachte Rochefortkrijt dat met die bedoeling onder andere in België werd ingevoerd, en de Lutetiaanse grofkalk uit het bekken van Parijs, een materiaal dat sterk in zwang kwam van in het midden van de 19e eeuw, kregen bijna altijd een geschilderde afwerking, meestal op olieverfbasis en steenkleurig. Deze aanpak hield tot ver in de 20e eeuw stand. Daarnaast ontwikkelden zich vanaf het midden van de 19e eeuw zeer realistisch aandoende polychromieën. Hierbij werd teruggesproken op de marmerpolychromie uit de klassieke oudheid; en er werd dikwijls gebruikgemaakt van artificieel gekleurd wit marmer. In de periode van de art nouveau deed zich een **heropbloei van de chryselefantientechniek (14)** voor: in de Belgische kunst vinden we onder meer wit marmer in combinatie met ivoor en metalen.

Naast de meer behoudsgezinde beaux-artstraditie bracht de stroming van het modernisme een nieuwe benadering van het begrip polychromie, evenwel meer in toepassing op hout dan op steensculptuur. In veel steensculpturen werd de eigenheid van het materiaal op uitgesproken wijze geëxploiteerd, en dit in concrete zin, niet in illusionistische zin zoals bij de realistische polychromie. In de jaren 1920 daarentegen, in de periode van de art deco, knoopten de beeldhouwers weer aan bij de soms gezochte decoratieve effecten van de art nouveau.

Conserveren van afwerkingen op natuurlijke steensoorten

Normaal worden oude afwerkingen behouden en zo goed mogelijk gepresenteerd, maar hierbij duikt dikwijls de vraag op of een oudere afwerklaag, eventueel de eerste afwerklaag die door de kunstenaar(s) zelf werd aangebracht, niet moet worden vrijgelegd. In principe zal een dergelijke ingreep bijna nooit worden uitgevoerd in het kader van een preventieve conservatie. Soms, wanneer de beschilde afwerking in erge mate bedreigd is, bij zoutbelaste stukken bijvoorbeeld, zal een interventie toch noodzakelijk blijken. In de regel wordt bij een eerste conservatie het volledige pakket van afwerkingen gefixeerd. Heel uitzonderlijk, bijvoorbeeld wanneer latere overschilderingen het fixeren van de oorspronkelijke afwerking verhinderen, kan in deze fase tot een vrijlegging besloten worden, omdat er geen andere oplossing is. De evaluatie van de toestand moet uiteraard door een ervaren specialist gebeuren: hij kan in dit verband bijvoorbeeld een conservatie- en restauratieplan voor het geheel uitwerken.

Bij een beeldhouwwerk met een geschilderde afwerking moet u in de eerste plaats voorkomen dat het kan vervuilen door stof. Indien dit niet mogelijk is, zal de polychromie misschien specifiek beschermd moeten worden: een restaurateur kan bijvoorbeeld een laagje harde microkristallijne was (kunstwas met hoog smeltpunt) aanbrengen, waarin het stof zich veel minder kan vastzetten. Een goede bescherming tegen vervuiling is uiteraard de opstelling in een vitrinekast. In de bewaarplaats kan een aangepaste ademende hoes (enkel als de polychromie mechanisch voldoende resistent is) of een maatkist voldoende bescherming geven (zie hierover meer in het hoofdstuk over opberging en depotorganisatie).

Indien u de sculptuur toch oppervlakkig moet reinigen (ontstoffen), onderzoek dan zeker vooraf of de polychromie voldoende aan het oppervlak hecht en of ze geen verpoedering vertoont. Meestal kan u dat vrij vlug constateren door kleine loskomende verfschilfers. In dat geval mag u het gepolychromeerde stuk onder géén beding reinigen vooraleer de picturale laag gefixeerd is. Het fixeren is uiteraard een werk dat enkel door een gespecialiseerd restaurateur kan worden uitgevoerd. Is een volledige behandeling om budgettaire redenen niet direct mogelijk, dan biedt een noodfixatie meestal een oplos-



Clodion, 'De Rijn', terracotta. Foto wikimedia commons.



Philippe Wolfers, 'Maleficia', 1906. Foto KMKG, Brussel

13

14

sing. Doorgaans brengt de restaurateur in dat geval een velletje Japans papier met kleefmiddel op het oppervlak van de kritische zone aan. Deze tijdelijke bescherming moet volkomen reversibel zijn en de collectieverantwoordelijke moet uiteraard alles in het werk stellen om deze toestand zo snel mogelijk te normaliseren.

Ga bij het ontstoffen van polychromie heel voorzichtig te werk. Gebruik borstels in marterhaar of synthetisch marterhaar en een museumstofzuiger. Zorg voor goede verlichting – dat is zelfs bij zo'n eenvoudige ingreep absoluut noodzakelijk (zie hierover meer in het hoofdstuk Aanbevelingen inzake onderhoud).

BEWARINGSTOESTAND VAN STEENSCULPTUUR EVALUEREN

STRUCTURELE SCHADE

Een van de meest voorkomende schadefenomenen is het optreden van barsten en scheuren die al dan niet de hele sculptuur aantasten. Bij een **magmatisch dieptegesteente** kunnen deze barsten in om het even welke richting optreden. In een **sedimentair gesteente** treedt, bij verregaande verwerking, bijna altijd het groefleger aan de oppervlakte waar het de richting van de erosie blijft bepalen. Het 'groefleger' is de wijze waarop de steen in de groeve is aangetroffen, een toestand die gewoonlijk de aan het ontstaansproces inherente laagstructuur of stratificatie volgt. Bij een **metamorfe steensoort** wordt het mechanische gedrag vooral bepaald door de structuur van de herkristallisatie in verhouding tot de dikte van de plaat.

NATUURLIJKE VERWERING

De courantste vorm van verwerking bij steen is uiteraard de *natuurlijke verwerking*. Feitelijk is de cyclus van verwerking, die de grondslag vormt van het ontstaan van sedimentaire gesteenten, nooit beëindigd; alle materialen zullen in de loop van de tijd opnieuw worden afgebroken bij blootstelling aan het klimaat. De relatie tussen de chemische samenstelling en de fysische vorm (bv. de kristalstructuur van het bindmiddel) is daarenboven erg complex. Artefacten in steen, waarbij het materiaal aan zijn leger werd onttrokken, gaan vanzelfsprekend opnieuw aftakelen. **Hoe complexer de vormgeving van**

een sculptuur, des te groter de aan verweringsfactoren blootgestelde oppervlakte (15). De blootstelling veroorzaakt onder andere thermische verschillen die meestal slechts een impact hebben op het oppervlak van de steen, maar bij geringe dikte van de steen zal het hele artefact sneller aan een zekere materiaalvermoeidheid beginnen te lijden. Bij vele sedimentaire gesteenten brengt dit scheurtjes in het oppervlak teweeg. Bij geherkristalliseerde kalksteen zoals marmer en op de lange termijn ook bij geherkristalliseerde zandsteen zoals kwartsiet kan *herhaalde opwarming en afkoeling* een desastreus effect hebben. Wisselende temperaturen kunnen bijvoorbeeld een 'versuikering' van het marmer veroorzaken, wat bij dunne marmerplaten dikwijls tot algehele vervorming leidt.

Naast deze vorm van degeneratie is ook *de uitspoeling en het vochttransport* door de steen bepalend voor de snelheid waarmee een gesteente opnieuw wordt gefractioneerd. Bij het vochttransport is vooral de aan de porienstructuur gerelateerde doorlaatbaarheid van de steen een belangrijke factor. Dit gegeven is overigens ook bepalend voor de vorstresistentie van de steen, want zowel een trage afgifte van het opgenomen vocht als een insluiting van expanderend ijs dragen bij aan een versnelde verzwakking van de steen.

De uitspoeling van steenmateriaal is dan weer direct verbonden met de *chemische aantasting van de steencomponenten*. De natuurlijke chemische aantasting van uit kalk bestaand materiaal wordt in de eerste plaats veroorzaakt door de carbonatatie van de calciumcarbonaat-componenten. Deze carbonatatie ontstaat door de permanente blootstelling van het steenoppervlak aan de koolstof (CO₂) in de atmosfeer. Het calciëet wordt hierbij tot het oplosbare calciumwaterstofcarbonaat Ca (HCO₃)₂ omgevormd. Bovendien wordt dit calciumbicarbonaat onder invloed van zure atmosferische factoren opnieuw tot calciëet omgevormd, dat echter analoog aan de open structuur van travertijn en druipsteen een veel poreuzere structuur verkrijgt. Bovendien leidt de luchtverontreiniging met zwaveldioxide en stikstofoxiden tot de vorming van respectievelijk waterhoudend calciumsulfaat (gips) en (o.i.v. het met water gevormde salpeterzuur) calciumnitraat. Beide producten zijn zeer goed oplosbaar in water. Deze en nog andere reacties, bijvoorbeeld onder invloed van het eveneens gevormde



Steenverwerking

chloorwaterstofzuur, dragen bij tot een snellere verwerking door uitspoeling van het calciëet. Bovendien ontstaat bij de meeste kalkgesteenten een *verweringskorst* die groter wordt en poreuzer is en die bijgevolg ook sneller vervuiling opneemt. De vervuiling kan in een stedelijk milieu zeer gevarieerd zijn en zowel uit roet als uit meer inerte materialen bestaan. Wetenschappelijk onderzoek heeft overigens aangetoond dat roetdeeltjes een katalysator (versnellende factor) vormen bij de invloed van zure gassen op steen. **Onder de verweringskorst zit vrijwel altijd een verzwakte uitgeloopte zone (16).**

Bij **zandsteensoorten** is de verwerking meestal het gevolg van zwakkere zones in de steen zoals leemhoudende lagen. De dikwijls verrassend hoge *porositeit* van dit materiaal brengt soms met zich mee dat in water oplosbare zouten worden opgenomen, die als gevolg van een wisselend nat-droogregime gaan uitbloeien op of onder het oppervlak, waardoor dan hele lagen worden afgestoten. Die porositeit is er ook de oorzaak van dat sommige zandsteensoorten vuil in het oppervlak opnemen, wat de bleke zandsteen naar grijs of zwart doet verkleuren. Het verschijnsel doet zich onder meer voor bij de Bentheimersteen, een materiaal dat van de 16e tot de 18e eeuw geregeld werd gebruikt in onze gewesten. Meestal is dat geabsorbeerde vuil zeer moeilijk te verwijderen. Dit betekent echter niet dat zulke zandstenen beeldhouwwerken ongeschikt zouden zijn voor buitenopstelling, integendeel. Door hun hoge *resistentie tegen vergipsing*, ten gevolge van de afwezigheid van kalk in het bindmiddel, zijn deze zandsteensoorten meestal minder onderhevig aan uitloging van het bindmiddel en dus relatief resistenter tegen verwerking dan de kalkgebonden steensoorten. Hydrofuges worden wegens mogelijk **nefast effect op de zandsteensculptuur niet meer gebruikt (17).**

Bepaalde, veelvuldig in de beeldhouwkunst gebruikte steensoorten zijn weinig of niet geschikt om buiten te worden opgesteld. Dat geldt onder meer voor een aantal **zachte kalksteensoorten** zoals het Avesneskrijt dat van in de middeleeuwen tot de eerste helft van de 19e eeuw veel voor fijnsculptuur werd aangewend. Alhoewel sommige van deze beelden oorspronkelijk bestemd waren voor een opstelling in openlucht, en dan meestal beschilderd werden ter bescherming, is dit materiaal weinig vorstresistent. Daarenboven werden veel van de gro-

tere reliëfs indertijd tegen het groefleger in gesneden, waardoor de steen bij erosie zeer gevoelig wordt voor het afkalven van de laagjesstructuur die in vers materiaal nochtans niet zichtbaar is.

Een ander materiaal dat nooit buiten mag worden opgesteld, is uiteraard het echte albast omdat het bestaat uit calciumsulfaat (gips), een materiaal dat gewoonweg in water oplost.

ZOUTBELASTE STUKKEN

Oorzaken en gevolgen

Soms bevinden zich in een museumverzameling zoutbelaste stukken die bijvoorbeeld uit een archeologische context afkomstig zijn. Zo blijken veel Egyptische voorwerpen belast te zijn met natriumchloride. Daarnaast zijn veel grote stukken uit een bouwkundige context – ook al worden ze soms al jaren in het museum bewaard – eveneens risicodragend. De meest voorkomende zouten zijn sulfaten (calcium-, kalium- en natriumsulfaat), chloriden en nitraten. In niet-geconditioneerde museumzalen en museumdepots leiden schommelingen in temperatuur en luchtvochtigheid vaak tot condensatie en, bij zoutbelasting, tot oplossing en nadien uitkristallisering van de aanwezige zouten. Sommige zoutsoorten zijn daarenboven zo sterk hygroscopisch dat ze vocht aan de lucht onttrekken (voornamelijk chloriden en nitraten). Zelfs in aangepaste klimatologische museumcondities kunnen zulke stukken nog voor problemen zorgen. De zouten tasten het oppervlak van de sculptuur aan, en dat is de bewerkte en uiteraard belangrijkste zone van het hele volume. Bij schommelingen in de vochtigheidsgraad beginnen de soms uitkristalliserende zouten verhoogde druk uit te oefenen in de poriën van de steen. Zolang dergelijke fenomenen zich aan de oppervlakte van het materiaal voordoen, zullen slechts oppervlakkige zoutuitbloeiingen optreden met weinig schade tot gevolg. Maar meestal – afhankelijk van de poriënstructuur van de steen – zullen ook subefflorescenties of crypto-efflorescenties optreden, waardoor de buitenlaag langzaam verpulvert of waardoor verschillen in de poriënstructuur (o.a. als gevolg van het groefleger of de verweringshuid) voor gevolg hebben dat het zout inwendig achter een kleiner poriënfront herkristalliseert en leidt tot de afstoting van hele pellen van het steenoppervlak. Als de sculptuur een of meerdere afwerklagen draagt, dan worden ook die ui-



Verweringskorst



Extreme afbladdering veroorzaakt door hydrofuge.

16

17

teraard afgestoten. Ook een met hydrofuge behandelde sculptuur kan hetzelfde lot ondergaan.

Wat (laten) doen?

Het komt erop aan om oude steensculpturen regelmatig op zoutuitbloeiingen te controleren. Meestal kan u dit verschijnsel herkennen aan een wit waas op het oppervlak, maar op een bleke kalksteen zal het moeilijker waarneembaar zijn. Bij scherpe belichting geeft een zoutsluier soms een specifieke reflectie. Wanneer u zo'n fenomeen constateert, hoe gering ook, neemt u er best een schraapsel van om het in een laboratorium te laten analyseren. Als het inderdaad een zoutafzetting blijkt te zijn, vraag dan aan een bevoegd laboratorium om een zoutdoseringsmeting uit te voeren. De meting dient met grote omzichtigheid te gebeuren: er moeten immers een of meerdere boorstalen uit het beeld worden genomen, met een booropening van minimum 2 mm diameter. Het labo dat de boringen en de zoutconcentratiemetingen uitvoert, zal u ook informatie geven omtrent de te verwachten evolutie en de mogelijkheden tot sanering.

Veel in water oplosbare zouten kunnen worden geëxtraheerd door de zoutbelaste zone te bevochtigen en er vervolgens met water doordrenkte, sterk absorberende kompressen op aan te brengen. Hierdoor worden de zouten zoveel mogelijk terug in oplossing gebracht; zij zullen vervolgens in de oplossing migreren naar het verdampingsfront. Voor deze kompressen wordt bijvoorbeeld papierpulp gebruikt, of ook sterk absorberende klei, cellulosevezels en wit zand. De kompressen dienen voldoende fijne capillairen te bevatten om effectief werkzaam te zijn. Vanzelfsprekend moet een dergelijke behandeling aan deskundigen worden toevertrouwd.

STEENACHTIGE MATERIALEN

STUC

Materiaal en techniek

De meeste sculpturen in stuc bestaan uit mortel met kalk, kalkgips of gips als bindmiddel. Het begrip 'mortel' wijst op een samenstelling uit meerdere materialen. Bij kalk- of cementgebonden mortelsoorten is altijd een

vulstof terug te vinden, meestal in de vorm van zand of een tot een zandfractie gefragmenteerd gesteente. Dat is noodzakelijk om de mortel stevigheid te verlenen en om de krimp van het bindmiddel, dat anders tot krimp-scheuring zou leiden, op te vangen. Een mortel uit kalkgips kan bijvoorbeeld ook fijn zand als toeslag bevatten, maar de krimp zal in de eerste plaats opgevangen worden door het gips dat bij uitharding namelijk lichtjes uitzet. Overigens wordt meestal voor een dergelijke samenstelling gekozen om de zichtbare zijde af te werken, omdat dit materiaal heel glad kan worden gepolijst. Bij zuiver gips als bindmiddel is in principe een toeslag niet noodzakelijk (zie: gips).

In sculpturaal stucwerk uit kalk- of kalkgipsgebonden mortel zit dikwijls een organische vezelwapening die er mee voor zorgt dat de microscheurtjes die bijna altijd ontstaan, voldoende worden overbrugd. Grote decoratieve en vooral sterk in reliëf verheven stucwerken en vrijstaande sculpturen zijn meestal ook voorzien van een houten en/of ijzeren skeletwapening. Bij veel stucwerken wordt vanwege het krimpprobleem van de mortel gewerkt met een opbouw in meerdere lagen: de doorgaans grovere onderlagen worden gekenmerkt door een grovere toeslagstof en een geringer bindmiddelpercentage (pleister), terwijl de buitenste fijnere lagen (stuc-lagen) met de laatste afwerkingsdetails, opgebouwd zijn uit het fijnste materiaal en meestal ook het hoogste bindmiddelpercentage hebben.

Bij kalkmortel komen ook geregeld vezelwapeningen van dierlijk haar voor. Dit procedé versterkt de mechanische resistentie van het volledige stuk en draagt bovendien bij tot de cohesie van de uitgeharde stucmortel omdat het verbindingsproces garandeerde over de microkripscheurtjes heen, die zich meestal tijdens het afbindingsproces ontwikkelen.

Stucmortel voor het interieur verschilt fundamenteel van stucmortel voor buiten. Bij stucmortel voor buiten is het bindmiddel opgebouwd met waterresistente hydraulische kalk, met gehydrauliseerde luchtkalk of met cement. Stucdecoraties in openlucht hebben doorgaans geen wapening in organisch materiaal (behalve beenderen); hier wordt bij voorkeur gebruikgemaakt van steenachtige materialen zoals baksteen, of ook van smeedijzer. Voor stucwerkdecors in het interieur werd gewoonlijk met luchtkalk en gips gewerkt. Luchtkalk heeft het voor-

deel dat het een betere plasticiteit oplevert, zeer goed kleef op zowel houten als stenen ondergrond en langer dan gips nat kan worden bewerkt. Een mengsel van beide materialen reduceert de krimp en vertraagt de afbinding van het gips. Zuiver gipsgebonden mortel wordt in de regel ofwel afgegoten ofwel pas na uitharding gebeeldhouwd.

Bij de heropleving van de stuctechniek in Italië in de vroege 16e eeuw werd ook al gebruikgemaakt van in mallen vervaardigd stucwerk op basis van luchtkalk. Deze techniek bleef nog eeuwenlang in zwang.

Een andere, zeer oude en daarmee verwante methode was de vervaardiging van laagreliefs door middel van instempeling in de natte, reeds op de draagstructuur aangebrachte stuc laag van het reliëf. Deze techniek werd zowel op kalkgebonden mortel als op leemmortel toegepast.

Ook de afgietseltechniek in gipshoudende mortel kwam vanaf de renaissance opnieuw tot bloei. De werkstukken werden in het atelier in delen gegoten en vervolgens *in situ* geassembleerd en afgewerkt. Vanaf de 19e eeuw werden almaar meer holle en met gehekelde vlas of hennep gewapende gietstukken in de stucdecoraties geïntegreerd.

Voor een groot aantal stucsculpturen werd gebruikgemaakt van een vrij stabiele stucmortel op basis van luchtkalk waarmee de sculptuur uit de vrije hand werd gemodelleerd. Daarbij werd opgebouwd in laagjes, zodat het krimpgedrag onder controle bleef. Sinds de 16e eeuw werd deze techniek soms ook voor de vervaardiging van *bozzetti* aangewend. Bekend in onze gewesten zijn de grote sculpturale stucwerken die **J.-Chr. Hansche in de 17e eeuw tot stand bracht (18)**.

Vanaf de 19e eeuw verschenen er steeds meer serieproducten op basis van hydraulische kalk of van gehydratiseerde kalk. In het laatste geval werd luchtkalk vermengd met een natuurlijk puzzolaan (vulkanische aarde), tras bijvoorbeeld, of met een artificieel puzzolaan als gemalen ceramiek of as. Vooral sinds het tweede kwart van de 19e eeuw deed zich een grote ontwikkeling voor in deze in toenemende mate industriële productie. In die periode en nog lang daarna werden onder meer ook pseudo-terracotta's vervaardigd – roodgekleurde producten met bijna dezelfde textuur als terracotta maar die bij nader

toezien op kleur gebrachte kalk of cementmortel blijken te zijn.

Polychromie en afwerkingen op stuc

Net als bij steen kan bij stuc een onderscheid gemaakt worden tussen structurele polychromie en geschilderde afwerkingen. Een structurele polychromie wordt bereikt door kleurstoffen toe te voegen, soms met een spectaculair resultaat wanneer species met diverse kleuren door elkaar worden gemengd zodat een marmerstuc ontstaat. Het gepolijste gipsgebonden marmerstuc of **scagliola (19)** (zie: gips) dat vanaf de 16e eeuw ontwikkeld werd, is in dit verband ongetwijfeld het belangrijkste.

Stucwerk werd soms voorzien van monochrome ofwel polychrome beschilderingen en dit zowel in fresco- als in seccotechniek. Veel reliëfs en werken in stuc werden ook in monochroom kalkwitsel of in lijmvverf uitgemonteerd. Bij kalkwitsel verzwakte het oorspronkelijke detail van het reliëf vrij vlug na herhaalde beschilderingen. Lijmvverf bood het voordeel dat het voor iedere nieuwe beschildering kon worden weggewassen waardoor de scherpte van het reliëf beter bewaard bleef.

Verwerking van stucsculpturen

Sculpturen in stuc, behalve *bozzetti*, zijn meestal vast met een gebouw verbonden, waardoor de bewaring van het stucwerk volledig afhankelijk is van de algemene conditie van de architecturale context. Soms werd stucwerk verwijderd en in een museum ondergebracht, maar daarbij kwam de stabiliteit van de draagstructuur wel eens in het gedrang met als direct gevolg barsten en vervormingen in het stucwerk.

Een ander probleem is de aantasting van de houten draagstructuur door zwammen of kevervraat. Het mycelium van een aantal zwammen kan zich blijkbaar goed ontwikkelen in de laagstructuur van het stucwerk en is daar soms moeilijk te bereiken voor bestrijding.

Het stucwerk kan ook in gevaar gebracht worden door de corrosie van interne ijzerverbindingen: het stuc wordt dan opgestulpt en **barst open (20)**. Soms zit een stucwerk helemaal ingekapseld in latere afwerkingen. Deze artificiële korstvorming is in de meeste gevallen een uitstekende bescherming voor het stucwerk. De impact van een eventuele vrijlegging van het werk moet vooraf wor-



Jan-Christian Hansche, Parkabdij Heverlee, 1672.



Scagliola.



Stucwerk afgebroken door corrosie van smeedijzeren spijkers.

18

19

20

den getest en de juiste methode moet strikt worden gevolgd. Zo zijn afloogmiddelen op basis van o.a. natriumhydroxide uit den boze omdat deze producten achteraf serieuze zoutuitbloeiingen kunnen teweegbrengen.

BETON

Materiaal

Cement, en zeker het Portlandcement dat ca. 1850–1860 zijn intrede deed, vergemakkelijkte een productie in oplage. Door een bepaald percentage gips aan het mengsel toe te voegen, wat de eerste uitharding en tevens de krimpscheuring hielp voorkomen, konden op een eenvoudiger manier plastische vormen in mortel en het daaruit voortkomende beton vervaardigd worden. Decoratieve tuinsculpturen met een ijzeren wapening (*métal déployé*) of een kippengaasachtig fabrikaat zijn dikwijls sterk uitgeholde producten met een zeer dunne mantel: door hun opstelling in openlucht worden zij vaak aangetast door het fameuze betonrot. Ook massiever gegoten beelden in beton kunnen al vrij snel aan **betonrot (21)** lijden. Alles hangt af van de samenstelling van het beton (het soort cement en granulaat) en, bij gewapende structuren, van de dekking die de wapening heeft (de hoeveelheid beton die de wapening beschermt). Uiteraard speelt ook de blootstellingsgraad en de vorm van de sculptuur een belangrijke rol.

Verwering van betonsculpturen

Betonrot is een verzamelnaam voor de aantastingsfenomenen die inwerken op het beton zelf of op de staalwapening in het beton. Bij het materiaal beton betreft het in hoofdzaak de inwerking van sulfaten uit de omgeving (bv. zure regen, afvalwater), en de interactie tussen de aardalkaliën Na_2O en K_2O (die via het cement in beton aanwezig zijn) en reactief silica (dat uit voor beton minder geschikt zand of grind komt). In mindere mate betreft het een oplossing van de cementsteen in het beton door zacht of koolzuurhoudend water, of andere zuren die reageren met het basisch beton en zo oplosbare zouten vormen die met water uitspoelen.

Bij de stalen wapening gaat het vooral over de inwerking van koolzuur (CO_2) uit de lucht op het beton (carbonatatie): hierdoor daalt de alkaliteit van het beton, met als gevolg dat de beschermende roestlaag (patina) die altijd op het staal aanwezig is in beton, begint op te lossen in

het poriënwater, en dat er nieuw roest gevormd wordt. Dat proces leidt eerst tot een vermindering van de staalsectie. De volume-uitzetting van het roest veroorzaakt een afbarsten van het beton. Bovendien doet zich ook chloridenschade voor: de chloriden veroorzaken zeer lokaal eenzelfde roestproces als bij carbonatatie, maar door het lokale effect is de werking veel heviger en sneller en dus gevaarlijker.

GIPS

Materiaal en gebruik

In de westerse geschiedenis komt het gebruik van gips voor het eerst op grote schaal voor in het oude Egypte. Het materiaal werd toen aangewend voor gipsen beeldjes en ook voor het maken van gietvormen. In de Romeinse tijd was het materiaal wel bekend maar het werd niet courant gebruikt. In de middeleeuwen was er een opleving in Centraal-Europa. In de laatmiddeleeuwse ateliers van de Oostenrijkse gebieden werd gotische devotiesculptuur in 'Gussstein' vervaardigd, een materiaal dat grotendeels uit gips bestond waaraan een weinig steenpoeder was toegevoegd. Zowel Cennino Cennini (15e eeuw) als Giorgio Vasari (16e eeuw) hebben uitvoerig de afgiettechniek in gips beschreven, die in de Italiaanse renaissance niet enkel op de menselijke figuur (*moulage sur nature*) werd toegepast, maar eveneens voor het maken van kopieën van antieke beelden. In de Zuidelijke Nederlanden kreeg gips vanaf het begin van de 18e eeuw ook in de bouw een steeds ruimere toepassing. Daarnaast ontstonden omstreeks het midden van de 19e eeuw de gipsotheken waarin enorme collecties afgietsels van het nationale en internationale kunsta-trimonium bijeen werden gebracht en van waaruit vele academies hun gipscollectie aanvulden.

Gips ontstaat door het uitstoken in een oven van het kristalwater dat in de natuurlijke gipssteen gebonden is. Natuurlijke gipssteen bestaat uit het dihydraat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Bij verhitting verliest gips water en krijgt het de naam hemihydraat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$). Nadat dit materiaal voldoende fijngeplet en eventueel gezeefd is, ontstaat het ons bekende gipspoeder. Met water gemengd vormt dit poeder weer een vaste massa van dihydraat. Tot in de late 19e eeuw werd het gips onder meer in de Parijse regio gestookt in traditionele, vrij primitieve kamerovens waarbij haast geen temperatuurscontrole



Betonrot.

mogelijk was. Normaal gezien is voor beeldhouwersgips een temperatuur rond 130°C voldoende. Vanaf de late 19e eeuw werd het stookproces beter gecontroleerd en werd het courante Parijse gips voor beeldhouwers steeds uniformer van kwaliteit.

Voor kleine afgietsels, die in één 'geut' gebeurden, werd meestal met zuiver gips gewerkt. Soms werd daarbij met **een draadwapening gewerkt, voor uitstekende ledematen bijvoorbeeld (22)**. Grote beelden, waarvan de verschillende onderdelen apart werden gegoten en dan geassembleerd, hadden altijd een wapening. **De hoofdwapening was in de 19e eeuw meestal van smeedijzer (23)**. Vanaf de tweede helft van de 19e eeuw komt soms in de gipsschaal verwerkt gehekelde vlas of hennep voor als versteviging. De oorspronkelijk in het Engels ontstane term *staff*, die vanaf het laatste kwart van de 19e eeuw in het Frans werd geassimileerd, slaat op een mengsel van plantaardige vezels en plaaster in modelstukken die op atelier werden gefabriceerd en naderhand als licht wegend ornament in een gebouw werden geplaatst.

In historische verzamelingen worden soms ook negatieven aangetroffen, meestal mallen die bestemd waren om meerdere afgietsels te vervaardigen (*moulages de tirage*). Bij deze mallen staat de herbruikbaarheid van de mal voorop: in het verleden werd daartoe meestal met een 'stukmal' (*moulage à bon creux*) gewerkt, een in stukken opgedeelde mal die van een gietstuk verwijderd kon worden zonder schade. De onderdelen die met de gietspecie in contact kwamen, werden voorbehandeld – dikwijls met olievernys of schellak – om goed van de gietvorm los te komen. De deelstukjes van een stukmal passen altijd in een in enkele delen opgesplitste algemene vorm. Zulke werkstukken worden best in hun volledige opbouw bewaard. Vanaf de tweede helft van de 19e eeuw werden steeds vaker elastische mallen in de vorm van een gelatinenegatief gebruikt. Omdat de gelatine zelf niet lang houdbaar was, werd een negatief met daarin een positief bewaard, zodat de eigenlijke gelatine-laag telkens opnieuw kon worden aangemaakt.

Schadevormen bij gips

Uitgehard gips heeft een licht hygroscopische werking. Om die reden worden gipsstukken best droog bewaard (relatieve vochtigheid van 35 % tot 45 %, bij een temperatuur tussen 13 en 18°C). De relatieve vochtigheid mag

echter niet te extreem laag blijven gedurende een lange periode omdat het calciumdihydraat zich dan geleidelijk opnieuw blijkt om te vormen tot hemihydraatpoeder.

Bij een hoge relatieve vochtigheid (ca. 70 %) daarentegen – zeker als er vocht in de poriën van het materiaal aanwezig is – vermindert de mechanische resistentie van het gips drastisch: 1 % water in dit materiaal leidt tot een verminderde drukweerstand, een vermindering van ca. 40 % zelfs. Zeker bij objecten met een wapening veroorzaakt een te hoge relatieve vochtigheidsgraad (boven 70 %) kritische situaties. Bij een ijzeren wapening treedt vaak al snel ernstige corrosie op, mede door het sulfaatrijke milieu. De zeer grote volumetoename **bij corrosie van ijzer resulteert onafwendbaar in het openbarsten van het gipsen object (24)**. De organische bestanddelen in een gipscomposiet (*staff*) of in een hennep-, vlas- of jutewapening in weefselvorm takelen eveneens versneld af en kunnen een voedingsbodem voor schimmels worden.

Vanwege de geringe vochtresistentie van gipsen beelden werden dergelijke stukken doorgaans niet in openlucht opgesteld. Deed men dat toch, dan was het resultaat meestal catastrofaal, zelfs wanneer een beschermende schildering was aangebracht. Niet enkel spoelt het gips uit, maar bovendien wordt de interne wapening aangetast met de hierboven beschreven schade tot gevolg. Ook gipsen beelden die onder dak staan, kunnen bij een te hoge RV, zeker door de agressieve reactie van het zwavelrijke sulfaat op het ingekapselde metaal, ernstige aantasting van de wapening ondergaan. Dikwijls komen bij deze corrosie grote roestvlekken in het poreuze gips voor. Door de verminderde mechanische resistentie als gevolg van vochtbelasting (in gelijk welke vorm) ontstaat ook gemakkelijker mechanische schade. De hoge porositeit van gipsen beelden brengt dikwijls een lichtjes in het oppervlak gedrongen vervuiling met zich, die moeilijk te verwijderen is. **De vervuiling is meestal het grootst op de verheven plaatsen (25)** waar het vuil zich makkelijk kan verzamelen; daardoor worden deze zones visueel meer naar de achtergrond gedrongen zodat als het ware een omkering van het reliëf optreedt (het 'fotonegatief effect').



22



23

Wapening in smeedijzer.



24



25

In het gipsen oppervlak gedrongen vervuiling.

Polychromie van gips

Veel gipsen werden van meet af aan van een patina voorzien. In de klassieke oudheid al kregen sommige gips-sculpturen een polychrome afwerking. In de 19e eeuw waren er zowel puristen die het gips liefst op zichzelf lieten spreken, als voorstanders van een beschildering waarmee de eindversie van de sculptuur, met marmer en brons als grote categorieën, zo dicht mogelijk werd benaderd. In de periode van het symbolisme en de art nouveau kwamen ook heel polychrome gipsen tot stand, zowel in de 'unieke' kunstproductie (o.a. **de polychrome gipsen van Fernand Knopff**) (26) als in de decoratieve serieproductie.

Een van de spectaculairste ontwikkelingen vanaf de 16e eeuw was de vervaardiging van een polijstbaar kunstmarmer uit gips, pigmenten en een lijmtoeslag. Het procedé werd in Modena (G. Fassi) en in München (B. Fistulator) uitgewerkt. Door het gips in natte toestand met collageenlijm te vermengen, kon de afbindreactie aanzienlijk worden vertraagd. Vervolgens werden de aangemaakte gipspartijen elk afzonderlijk met verschillende pigmenten gekleurd en door elkaar gekneet en in een mal of op een drager aangebracht. Na uitharding werd de kunstig door elkaar verdeelde veelkleurige massa gladgemaakt of zelfs als marmer gepolijst. De meest uiteenlopende marmeringen konden op die manier worden bereikt. De gangbare Italiaanse naam voor dit procedé is **scagliola** (27). De naam *stucco lustro* slaat enkel op marmerimitaties op basis van kalkstuc, waarbij het aderen *a fresco* werd geschilderd. Zulke kunstmarmers kregen zeer diverse architecturale toepassingen. Daarnaast werden ze soms gebruikt voor inlegwerk of 'intarsiën' in meubilair.

Hoe gipsen onderhouden en bewaren?

De reiniging van een gipsen beeld kan een lastige aangelegenheid zijn, vooral wanneer het beeld geen geschilderde afwerking heeft. In theorie is er een onderscheid tussen een oppervlakkige en een diepgaande reiniging maar in de praktijk blijkt dat onderscheid erg vaag te zijn, door het feit namelijk dat een vervuiling die zich in het witte en poreuze gipsoppervlak heeft vastgezet, dikwijls moeilijk verwijderbaar is. Het is erg belangrijk dat het te bereiken reinigingsniveau vooraf goed bepaald wordt. *Vooral als het beeld tot een grote gipsverzameling behoort, wordt best vooraf voor het geheel een aanvaardbaar en technisch haalbaar reinigingsniveau vastgesteld.*

In principe kan de meeste vervuiling radicaal weggehaald worden met behulp van een *infraroodlaserstraal*: de energiestraal wordt door het donkere vuil geabsorbeerd en doet het vuil verdampen, terwijl het witte gips de straal vervolgens reflecteert. Deze ingreep veronderstelt echter de inzet van zeer dure technologische apparatuur en ervaren restaurateurs, en houdt tevens het risico in dat de lichte vergrijzing (ouderdomspatina) die veel historische gipsen kenmerkt, te sterk wordt weggenomen.

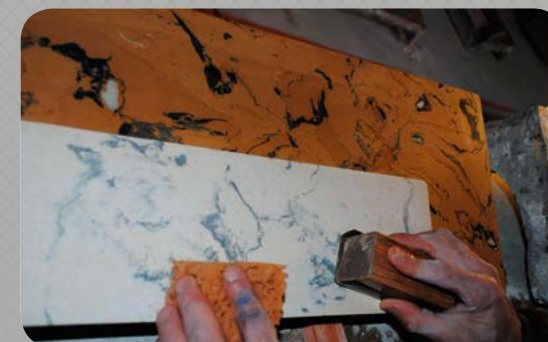
Daarentegen volstaat het gewone afborstelen van een gips meestal niet om een storende geaccumuleerde vervuiling te verwijderen. Wil u toch *afstoffen*, werk dan altijd met een zachte borstel (een kunstenaarspenzeel, waarvan u de metalen houder met tape afplakt om stootschade te voorkomen), terwijl u het stof direct opneemt met een (museum)stofzuiger, liefst met een HEPA-filter (*high-efficiency particulate air filter*). U houdt de mond van de stofzuiger op enkele centimeters van de borstel, maar hij mag in geen geval met het tere oppervlak in contact komen.

Een andere schoonmaakmethode die bij een normaal geconserveerd gips risicoloos mag worden genoemd, is het *reinigen met gompoeder* (speciaal gevulkaniseerd latexpoeder). Het gaat hier om een zacht en lichtjes klevend poeder dat bij contact het stof vastzet en meeneemt. Het poeder wordt op het te reinigen object gestrooid en dan met een wollen handschoen zachtjes over het oppervlak gestreken tot alle vuil is opgenomen. Het poeder moet, volgens de graad van vervuiling, worden ververs. Voor grote of moeilijk bereikbare oppervlakken kan het poeder ook worden gestraald met een persluchtpistool op lage druk.

De zogeheten **lijmstrappo** is een methode voor diepere reiniging (28a, b en c). Het courantste op de markt verkrijgbare reinigingsmiddel bestaat uit een product op basis van natuurlijk latex. Dit stroopachtige product brengt u zo egaal mogelijk met een borstel op het oppervlak van het te reinigen stuk aan. Voor een wat sterkere reiniging, zonder daarbij het patina weg te nemen, kan u aan deze pasta een weinig ethyl-diamine-tetra-azijnzuur toevoegen. Na gelering kan u het product, dat een rubberachtige laag vormt, afpellen, waarbij een deel van het vuil meekomt. Op gave beelden, waarvan het gips niet verzwakt is, kan een geoefende technicus, na een voorafgaand proefje, zelf een reiniging uitvoeren met



Gepolychromeerd gips. H. Knopff, masker van jonge Engelse vrouw, 1891. Foto Georges Jansoone, creative commons.



Reiniging van 18de-eeuwse scagliola.



Reinigen van gips met lijnstrappo.

een neutrale latexpasta die na het opdrogen voldoende soepel blijft. Een chemisch gemodificeerde pasta daarentegen mag enkel door een ervaren restaurateur toegepast worden. Dikwijls dient er na een latexbehandeling nog plaatselijk te worden nagereinigd. Dit moet u overlaten aan een ervaren restaurateur.

Twee vuistregels:

- ▶ Elke meer diepgaande reiniging (bv. een reiniging met infraroodlaserstraal) moet u door een ervaren restaurateur laten uitvoeren, om te voorkomen dat het voor veel gipsen eigen patina teniet zou worden gedaan).
- ▶ Voor het begin van een schoonmaakoperatie moet het reinigingsniveau bepaald worden door middel van proefstrookjes op een niet of weinig zichtbare plaats.

Voor de *verlijming van een gebroken gips* kan een polyvinylacetaatlijm in dispersie (type witte houtlijm) gebruikt worden. Eenvoudige breuken kan u door een museumtechnicus laten herstellen. De hersteller moet de delen uiteraard zo naadloos mogelijk aan mekaar lijmen en het geheel vervolgens 24 uur op kamertemperatuur laten drogen, in een correcte positie zonder sleetrisico op de steunende delen. Let er vooral op dat er geen vervormingen optreden door een verkeerde positie, dat de lijmnaden niet zichtbaar zijn en dat er géén lijmvlekken rondom de breuk achterblijven.

Het herstellen van *complexere breuken* dient u aan een restaurateur over te laten. Die zal mogelijk een wapeining aanbrengen of met een hele steunconstructie werken om de lijmverbinding goed aan te drukken en om het gips de nodige tijd in de juiste positie te houden.

Voor de *aanvulling van lacunes* is een mengsel van gips en vette kalk aangewezen. Een goed hechtende retouche kan in feite enkel door een ervaren restaurateur gedaan worden. Hij zal de retouche ook precies op kleur kunnen brengen, na reiniging van het geheel.

STEENKARTON

Tijdens de gotiek werden reliëfs geproduceerd die de naam *carta pesta* of *Teigdrucke* kregen. Het waren voorlopers van het steenkarton. Die vroege vormen waren

meestal kleine laagrelieffjes uit krijt en lijm, soms ook uit papier-maché. In de 16e eeuw werden zelfs grotere architecturale ornamenten uit dit materiaal gemaakt. Aan het einde van de 18e eeuw gebruikte de succesrijke maar veeleisende J.A. Houdon papier-maché voor het vervaardigen van bustes en bijna levensgrote beelden. Zijn papier-maché was een bijna zuiver papierpreparaat dat aan het oppervlak werd verdicht met een soort verf om het er steenachtig te doen uitzien. Bij het begin van de 19e eeuw werd in Frankrijk het eigenlijke steenkarton ontwikkeld (Ateliers Mézière en Romagnesi). Sedertdien werd het meer en meer **gebruikt voor ornamenten (29)**. Het resultaat was vergelijkbaar met stucwerk maar het steenkarton was beter geschikt voor toepassing op een houten drager. Er zijn enkele essentiële verschillen met stucwerk of gipsgietsels: bij steenkarton bestaat het bindmiddel uit een dierlijke lijm waar dikwijls, zeker volgens de Franse traditie, een fijne vulstof als krijtpoeder aan toe werd gevoegd en bovendien was het steenkarton gewapend door middel van fijngemalen papiervezels. De rugzijde werd veelal gewapend door middel van een velletje karton. In de meeste gevallen hebben de vormen in steenkarton een dunne wand van ca. 5 mm tot 1 cm dikte. De grote gladheid en stevigheid die met deze techniek kon worden bereikt, maakte de ornamenten bijzonder geschikt om te vergulden. Grootschalige toepassingen zijn bijvoorbeeld terug te vinden in de Belgische theaterzalen van de 19e eeuw.

Door hun dunwandigheid moeten zulke beelden en ornamenten goed ondersteund worden bij hun bewaring (bv. met Ethafoam). Net als bij gips is ook hier een droge omgeving aangewezen. In tegenstelling tot gips belet de lijm van het bindmiddel het binnendringen van vuil. Het voorwerp kan dus meestal eenvoudig met borstel en stofzuiger of met een antistatische doek worden afgestoft.

TERRACOTTA

Materiaal en productie

De meest voorkomende soort is het **rood- of oranjekleurige terracotta** dat gebakken wordt uit een ijzerrijke klei, in een zuurstofrijke atmosfeer en op een relatief lage temperatuur – 850 à 900°C, afhankelijk van de klei of leemsoort. In onze gewesten komt **rood aardewerk voor in de Romeinse periode (30)** en nadien opnieuw vanaf de 13e eeuw. In de scherf kan meestal de laagstructuur



Vergulde console in steenkarton.



Etruskische sarcofaag in terracotta, 6e eeuw v. C. Foto wikimedia.

29

30

van de klei nog worden teruggevonden. Om het droogproces van de klei zo gelijkmatig mogelijk te laten verlopen werden grotere sculpturen meestal hol vervaardigd.

Monumentale bouwceramiek met soms een echt sculpturaal karakter, zoals bijvoorbeeld de ruitersstatuetten voor dakbekroningen (14e eeuw), kreeg meestal een loodglazuur met het oog op de opstelling in openlucht. In de Italiaanse late gotiek en **renaissance aan het eind van de 15e eeuw werd in toenemende mate gebruikgemaakt van met zorg gebakken terracotta (31)**, zowel voor reliëfs als voor vrijstaande sculpturen en soms op levensgrote schaal. In de laatgotische kunst van de noordelijke gebieden, vooral in Duitsland, werden vrijstaande sculpturen en zelfs hele retabels in gemodelleerd terracotta vervaardigd. De grote complexe vormen werden rondom een ijzeren naald opgebouwd. Uitstekende onderdelen werden, zolang de klei plastisch bleef, ondersteund. Na het drogen werd het beeld van de naald genomen en werd de kern zoveel mogelijk uitgehold. Andere beelden werden dan weer volgens de holkerntechniek gemaakt, waarbij het beeld uit kleirolletjes werd opgebouwd en de kern direct werd uitgespaard. Sommige van deze soms één meter hoge beelden werden vervaardigd in deelstukken die waarschijnlijk in houten mallen vorm kregen en nadien werden samengevoegd en afgewerkt. Er zijn zelfs exemplaren bekend die op deze manier werden vervaardigd in een kaolienhoudende klei die op een hogere temperatuur werd gebakken (ca. 1100°C). Sommige van de zeer grote stukken werden niet in één stuk gebakken maar werden, om bakschade te voorkomen, in verschillende stukken opgedeeld en daarna samen gemonteerd.

Vanaf de 16e eeuw werd, onder andere onder invloed van Michelangelo's werkwijze, in toenemende mate gebruikgemaakt van voorbereidende schetsen in klei, de zogeheten *bozzetti*. In een aantal gevallen (bv. bij werken van Michelangelo, Giambologna of J. Sansovino) werden deze schetsen in klei gewoon in droge toestand bewaard. Verschillende van deze kleien werkjes hebben nog hun draagstructuur in hout en soms ook een vezelwapening in dierlijk haar. De meeste *bozzetti* en ook de meer afgewerkte *modelli*, die veelal in een redelijk vette boetseerklei werden vervaardigd, werden na voldoende droging gebakken. Andere exemplaren werden slechts halfgebakken, wat tegenover een gewone gedroogde toestand het voordeel had dat er meer stabiliteit werd verworven

en dat er tevens minder risico was op bakschade, maar de resistentie was uiteraard veel kleiner dan die van een doorgebakken exemplaar. Daarnaast bestonden er al **in de late middeleeuwen gegoten beeldjes in pijpaaarde (32)**, een zuivere **witbakkende klei** die te schraal was om mee te kunnen boetseren. De meestal in grotere reeksen gemaakte beeldjes werden in de 'slibgiettechniek' vervaardigd. Hierbij werd de klei met water in suspensie gebracht en gegoten in een sterk absorberende samengestelde productiemal in gips. Belangrijke productiecentra waren Keulen en Utrecht. Er bestond in de periode van de 16e tot de 18e eeuw ook een levendige productie van kleine volkse devotiebeeldjes in pijpaaarde, zoals archeologisch onderzoek onder andere in Antwerpen aan het licht gebracht heeft.

Zowel rood als wit aardewerk is heel poreus. Dikwijls werden terracotta's van meet af aan van **een geschilderde afwerking (33)** voorzien met een egaliserende, beschermende of materiaalimiterende functie. Op sommige 15e- en 16e-eeuwse stukken komen volledig polychrome afwerkingen voor. Uiteraard kregen ook neogotische sculpturen dikwijls zo'n afwerking.

Terracotta's hebben soms een monochrome maar dikwijls ook een polychrome geglazuurde afwerking. Het bekendst is allicht de productie, in de 15e en 16e eeuw, van Luca en Andrea della Robbia en hun navolgers. Zij pasten een tinglazuurtechniek toe, zoals die wordt gebruikt voor majolica (faience), waardoor **zeer witte gedeelten met heldere kleuren gecombineerd konden worden (34)**. Alhoewel het grootste deel van hun productie gekenmerkt wordt door een directe modellering van de klei, treffen we bij hen ook al gegoten exemplaren aan. Hierbij werd de gewone klei in suspensie gebracht en in een absorberende productiemal gegoten. Die techniek bleef nadien in zwang en leidde vooral vanaf de 18e eeuw tot soms echte serieproductie.

Verwerking van terracotta

De bakingsgraad van ceramisch materiaal is bepalend voor het verweringspatroon.

Op zeer hoge temperatuur gebakken kleisoorten als porseleinaarde vertonen bijna dezelfde verweringsresistentie als een magmatisch gesteente. Bij op hoge temperatuur gebakken objecten zal – net als bij graniet, basalt enz. – meestal enkel mechanische schade aanwezig zijn.



Terracottabuste van Lorenzo de Medici, 15e eeuw.
Foto wikimedia.



Pijpaarden Jezuskind met duif, met eenmalige mal, 15de eeuw. Foto Rijksmuseum voor Oudheden, Leiden.



Terracottabeeld met monochrome beschildering, 1733.



Andrea Della Robbia, Madonna met de HH. Franciscus en Cosmas, ca.1470. Foto G. Bach Pedersen, creative commons.

Terracotta heeft een vrij hoge resistentie tegen klimaatsinvloeden, zeker als het materiaal geglaazuurd is. Nochtans kan een eeuwenlang verblijf in openlucht ook dit materiaal aantasten. Door een langdurige blootstelling aan sterke temperatuurschommelingen begint het lood- of tinglazuur craquelures te vertonen en soms af te schilferen. Het vocht kan dan direct inwerken op de inwendige structuur en tot desintegratie leiden. Erger is het wanneer, ten gevolge van de afwerking of de positie van het stuk, geïnfiltreerd vocht ingesloten blijft en vervolgens bevriest. Bij een herhaalde vorst-dooicyclus zal het terracotta stukvriezen: meestal wordt de cohesie tussen de kleilaagjes verzwakt zodat zij een 'bladerdeegstructuur' gaan vormen.

Door zijn hoge porositeit zal terracotta ook makkelijk contaminerende stoffen opnemen. Bij een buitenopstelling in een tuin kunnen dat meststoffen en zouten zijn. **Veel objecten in terracotta vertonen een bak- of sinterhuid die minder poreus is en wordt afgestoten bij het uitbloeien van (vooral) zouten (35).**

Onderhoud en bewaring

Vooraleer met de **reiniging** te beginnen, moet u altijd controleren of er geen poederige zones op het terracotta voorkomen en of de geschilderde afwerking (steenkleur, polychromie ...) nog goed vastzit. Het meest aangewezen zijn zachte, droge reinigingsmethoden zoals het afstoffen met een zachte borstel en een stofzuiger, en het reinigen met gompoeier (zie: gips).

Een droge **bewaring** is het beste. Bij bewaring in openlucht moet u ervoor zorgen dat er nooit vochtverzadiging kan optreden omdat zich in ons klimaat dan bijna altijd vorstschade zal voordoen. Pas desnoods een winterbescherming toe (zie verder: sculpturen buitenplaatsen).

Terracotta is bijzonder fragiel. Spring dus voorzichtig om met zulke objecten. De beelden zijn meestal voorzien van een eigen vaste sokkel. De sokkel moet in ieder geval stabiel zijn. Een aparte **sokkel** mag niet aan het terracotta vastgehecht worden: het moet altijd mogelijk zijn hem los te maken. In de laatste twee hoofdstukken komt dit aspect uitgebreider aan bod.

DE MEEST VOORKOMENDE SCHADEBEELDEN

ALGEN, KORSTMOSSEN EN MOSSEN

Soorten

Bij in openlucht opgestelde beelden treden vaak diverse culturen op. Het substraat, de bezonning, de vochthuishouding enz. zijn daarbij bepalend. Op architecturale monumenten of op kerkhoven worden zulke culturen dikwijls als een meerwaarde ervaren, maar bij sculpturen in een openluchtmuseum is dat niet altijd het geval.

Algen bestaan uit een kleine **eencellige groene aanslag (36)**. Zij ontwikkelen zich meestal eerst op het substraat, wanneer de vochtigheid van het oppervlak geregeld vrij hoog is (noordkant, weinig bezonning). Sommige soorten zoals de draadalgen vormen na verdroging een afschilferende korst.

Korstmossen bestaan in feite uit de samenleving van een schimmel met een alg. Dit soort cultuur kan *veel verschillende vormen* aannemen met als voornaamste **de zich dikwijls waaivormig ontwikkelende korsten (37)** en voorts bladvormige, struikvormige en bekervormige korstmossen. Er bestaat een grote variëteit van kleuren (o.a. helder geel en oranje).

Sommige kolonies kunnen eeuwenoud zijn. Deze soorten handhaven zich goed op relatief droge plaatsen, **hechten meestal zeer sterk aan de ondergrond (38)** en zijn bijgevolg moeilijk te verwijderen. Zij kunnen bij de droog-natcyclus sterke oppervlaktespanningen veroorzaken, maar, behalve de vervuiling, is de aantasting die zij op steen of kunststeen kunnen uitoefenen zeer oppervlakkig. Uiteraard wordt bij beeldhouwwerken met een gepolijst of een ruw oppervlak de tolerantiegrens snel bereikt. Door hun hardnekkige hechting lokken de korstmossen weleens agressieve reinigingsmethoden uit, die schade teweegbrengen. Ook de oppervlakkige witte oxalaatafzettingen die zich soms voordoen kunnen vooral bij donkere steensoorten storend zijn. Over het algemeen worden korstmossen best geweerd van de meeste beeldhouwwerken, maar wel met aangepaste middelen (zie verder: bestrijding).

Mossen zijn plantjes die zich op de steen vasthechten met kleine rizomorfen (een soort hechtingsworteltjes). De meeste mossen hebben een groene kleur en groeien



Terracottabeeld met zoutuitbloeiing door vochtschade.



Algen



Korstmossen



Mossen. Foto Openluchtmuseum Middelheim.

35

36

37

38

enkel op vrij natte plaatsen. De mossen met rechtop groeiende stengeltjes heten 'topkapselmosses', die met liggende stengeltjes 'slaapmosses', terwijl de plantjes die zich meer plakkaatvormig ontwikkelen, 'levermosses' worden genoemd. Een weelderige mosbegroeiing op een zachter materiaal kan op lange termijn leiden tot versnelde erosie, vooral door het vochtig blijven van de plekken waar het mos groeit.

Bestrijding

De effectiefste methode om deze plantaardige kolonies te bestrijden is **het stomen van het oppervlak (39)** zodat de bovenste millimeters een temperatuur van 70°C bereiken. Dit stomen moet onder gunstige omstandigheden gebeuren, namelijk bij relatief warm weer zodat de te bereiken opwarming zo min mogelijk spanningen in de steen veroorzaakt. De zuivere stoomstraal – geen waterstoomstraal onder druk! – moet gedurende een hele tijd en op regelmatige wijze over een goed bereikbaar deel van het oppervlak worden volgehouden. Nadien kan u de afgestorven resten met een zachte nylonborstel verwijderen. Blijken bepaalde zones van het oppervlak toch verzwakt, dan mag het afborstelen pas gebeuren na de consolidatie van het materiaal (bv. met ethylsilicaat). Voor deze bewerking schakelt u best een restaurateur in. De impregnatiebehandeling heeft het voordeel dat het afsterven van de vegetatie daarmee bezegeld is.

Vermijd het gebruik van chemische middelen ter bestrijding van algen en mossen. Dikwijls genereren de afbraakstoffen van deze producten nieuwe voedingsstoffen voor deze plantvormen.

VERKLEURING EN VLEKVORMING

Bij wit marmer doet zich soms een erg storend probleem voor, namelijk een vlekvorming ten gevolge van de corrosie van metaal. Het bekendst zijn de groene en warmbruine verkleuringen die respectievelijk van koperbindingen en ijzerverbindingen afkomstig zijn. De vlekvorming kan zowel door corroderende interne bindingen als door extern contact met deze metalen veroorzaakt zijn. Een soortgelijke vlekvorming verschijnt overigens ook op gips, bij corrosie van de interne bindingen. Bij gips is dit proces onomkeerbaar. Vanzelfsprekend moet u dadelijk een specialist inschakelen, wanneer u vlekvorming constateert op marmer

en ook op gips. De corrosie van een interne wapening zal mettertijd, door de expansie van het roest (6 tot 8 maal), in **zeer ernstige schade uitmonden (40)**; u mag niets onverlet laten om dat te verhinderen. Voor kleinere objecten kan een röntgenfoto een duidelijker beeld geven van de toestand

Bij watervaste en poreuze materialen zoals kalksteen wordt vaak met natte kompressen gewerkt, die bij het opdrogen het contaminerende metaaloxide opnemen en zo de vlekken extraheren. Deze techniek mag u echter in geen geval op gips en albast toepassen.

Lichte verkleuringen door ijzeroxide, die niet aan interne corroderende elementen te wijten zijn, kunnen voorzichtig worden behandeld met kompressen van zuivere katoenwatten. De kompressen moeten doordrenkt zijn met een waterige oplossing van 15 % natriumwaterstofcitraat ($\text{NaC}_6\text{O}_7\text{H}_7$) in gedistilleerd water met een klein beetje glycerine, en ze moeten herhaaldelijk opgebracht worden. U dient de behandeling in een goed geventileerde en verwarmde ruimte te doen, zodat u elke drie à vier dagen de opgedroogde kompressen kan afnemen en verversen. Zet de behandeling voort tot u voldoende effect hebt bereikt. Daarna moet u het voorwerp overvloedig naspoelen opdat er geen depot van de reagentia zou achterblijven. Als u na drie beurten geen verbetering ziet, stopt u best met deze behandeling. Hardnekkige en dieper gekleurde vlekken vereisen een andere aanpak met speciale chemicaliën, maar zo'n interventie kan enkel door een ervaren restaurateur uitgevoerd worden.

Voor het verwijderen van lichte kopervlekken kan eenzelfde procedure, met dezelfde beperkingen en voorzorgen, worden gevolgd, met behulp van een soortgelijke kompresvorm waar echter 15 % ammoniumchloride aan toegevoegd is. Een gespecialiseerd restaurateur zal overigens eerder gebruikmaken van speciale absorberende kleisoorten als attapulgiëet en sepioliet, maar het aanbrengen en verwijderen daarvan vereist ervaring.

OPPERVLAKTEVERVUILING EN PATINA

Oppervlaktevervuiling door stof vormt bij veel steensoorten en geglazuurde of gesinterde keramiek geen groot probleem, al is het uiteraard het beste om de stofafzetting zoveel mogelijk te beperken. Bij zeer poreuze materialen daarentegen is er wel een probleem, zeker



Ontmossen met stoom. Foto Openluchtmuseum Middelheim.



Door geroeste wapening gebroken gips.

als het materiaal (bv. een object in gips) hygroscopisch reageert (41). Hoe ruwer het oppervlak is behandeld, des te moeilijker kan het vuil verwijderd worden, omdat het als het ware samen met het vochttransport in de bovenste poriën is afgezet. Bovendien wordt het natuurlijke patina bij zulke poreuze materialen dikwijls als een meerwaarde beschouwd als getuigenis van de ouderdom van het stuk.

Droge techniek

Een vrij onschadelijke manier om het oppervlaktevuil te verwijderen is de reiniging met gompoeier (zie: gips). De methode heeft het voordeel tegenover gewoon afstoffen dat los stof niet zomaar wordt verplaatst of, erger, ingedrukt in het oppervlak. U kan eventueel kruimelsponzen met verschillende hardheid gebruiken. De bedoeling is dat het reinigingsmedium zich bij contact met het object aan het vuil hecht en dat deze hechting groter is dan de adhesie van het stof en vuil met het oppervlak. Bij poreuze materialen moet deze werkwijze voorkomen dat het vuil, of een deel ervan, in het oppervlak wordt vastgedrukt zodat na elke droge reinigingsbeurt residuen achterblijven die later telkens moeilijker verwijderbaar zijn en door hun lokale karakter ook veel meer gaan storen. Zolang er op deze manier een bevredigend resultaat kan worden geboekt, verdienen deze droge technieken de voorkeur op de hierna beschreven natte techniek.

Kleef- of latextechniek

Verwant aan de gommethode maar met een sterker reinigingsniveau is de *lijmstrappomethode of kleeftechniek*. Het vuil wordt afgestroopt door een latexlaag aan te brengen waarin het aan de oppervlakte loszittende vuil zich vastzet zodat het na droging kan worden meegetrokken. Een belangrijk verschil met de droge technieken is dat bij de latextechniek het behandelde object wordt bevochtigd en dat poreuze steenachtige materialen en vooral gipsen op dat moment aan cohesie verliezen en dus kwetsbaarder zijn. U moet de behandeling dan ook *met grote omzichtigheid uitvoeren*, vooral het afstropen van de latex – géén scherpe instrumenten gebruiken, enkel met de hand werken. En de stukken moeten in goede conditie zijn en mogen bijvoorbeeld geen enkele vorm van verpoedering of afschilfering vertonen. Natuurlijk is deze behandeling volledig uit den boze voor objecten waarvan de afwerklaag niet perfect vastzit.

Aangezien dit laatste niet altijd duidelijk op voorhand vast te stellen is, kan u met dergelijke stukken niet voorzichtig genoeg zijn. Vanzelfsprekend moeten bij het toepassen van deze methode oude etiketten en dergelijke uitgespaard worden.

Bij de strappomethode wordt een latexpreparaat op basis van natuurlijke latex aangewend, dat door gespecialiseerde producenten wordt vervaardigd. De producten moeten volkomen vrij zijn van andere chemicaliën. Het beste resultaat wordt bereikt als het product egaal en minstens 2 à 3 mm dik is aangebracht. Na een dag drogen kan de soepele huid worden afgestroopt. De werkzaamheid van de pasta kan worden verhoogd door toevoeging van bepaalde chemicaliën, maar alleen een ervaren restaurateur kan daarover beslissen.

Minder poreuze steenachtige materialen zoals marmer en kalksteen, alsook graniet en aanverwanten, zijn soms ook aan een reinigingsbeurt toe. Verifieer allereerst of er geen albast tussen zit. Van de overige stukken kan u het oppervlak eenvoudig *afwassen met lauw water* waaraan u een weinig neutraal detergens of een beetje gezuiverde ossengal hebt toegevoegd. Gebruik geen producten die een zuur of een meer basisch karakter hebben, en vermijd elke vorm van residu, bijvoorbeeld als gevolg van verzepte oliën (o.a. aanwezig in zogenaamde Marseillezeep).

Voor de verwijdering van hardnekkiger vuil op de genoemde materialen bestaan er kleine stoomapparaatjes onder lage druk en met goed regelbaar debiet, die goede resultaten opleveren.

Soms moeten oude beschermlagen waarin vuil zit of die door vergeling van bepaalde componenten verdonkerd zijn, verwijderd worden. *Oude boenlagen* op wasbasis, die veelvuldig voorkomen op oude marmers, zijn soms zo vervuild dat een volledige of gedeeltelijke afname verantwoord is. De meeste waslagen kunnen eenvoudig met white spirit afgenomen worden. Toch moeten zulke behandelingen met solventen altijd door of onder leiding van een ervaren restaurateur gebeuren, omdat rekening moet worden gehouden met gegevens zoals een artificiële patina die tot een visuele integratie van vroegere herstellingen bijdraagt – een reiniging tot op het naakte materiaal is niet altijd de beste oplossing! Vroeger werden marmers en kalkstenen soms met plantaardige oliën ingestreken. Zo'n laag is dikwijls verhard ten ge-



Vuil heeft zich vastgezet in het poreuze gips.

volge van het voortschrijdende oxidatieproces en bovendien soms lichtjes in het oppervlak gedrongen. Ze kan erg vastzitten en is dan enkel te verwijderen met sterk oplopende solventen en aanverwante technieken. Door vooraf een test uit te voeren met een neutraal detergens kan u zien of de verkleurde laag eenvoudig verwijderbaar is of integendeel een grotere resistentie bezit. In dit laatste geval is de interventie van een gespecialiseerde restaurateur noodzakelijk. Hij kan beoordelen of de ingreep verantwoord is en welke technieken eventueel geschikt zijn (solvent-actieve ingrepen, al dan niet in compressievorm; laserreiniging). Bij een **reiniging door middel van laserstraal (42)** zijn er enkele risico's waar u zich rekenschap van moet geven: de behandeling veroorzaakt normaal geen aantasting van het bewerkte oppervlak maar doet soms de ouderdomspatina volledig verdwijnen, wat meestal niet wenselijk is, of veroorzaakt mogelijk een bijkomende vergeling van de bestanddelen van het materiaal zelf. Een specialist zal in zijn advies met deze beperkingen rekening houden.

Voor een reiniging die verder gaat dan het oppervlakkige verwijderen van vuil of een dunne waslaag laat u best een voorstudie uitvoeren. Een ingrijpende reiniging is niet te beschouwen als een onderhoudsbehandeling maar als een essentiële fase in een restauratie, en moet aan een expert worden toevertrouwd.

OUDE HERSTELLINGEN EN HUN GEBREKEN

Inspecteren

Inspecteer grondig iedere sculptuur voordat u ze manipuleert of verplaatst. Bij de minste twijfel omtrent een oude herstelling of breuk moet u alle mogelijke maatregelen tegen breuk nemen zodat zelfs een verzwakt beeld geen schade kan lijden. Bij ernstig verzwakte beelden kan u beter vooraf het stuk laten demonteren en herlijmen, liever dan te wachten tot u op een onvoorzien moment met de brokken zit. Hebt u geen tijd of mogelijkheid voor een voorafgaande controle, verzaak dan aan een verplaatsing van de sculptuur.

Schellak

Tot halfweg de 20e eeuw werden breuken in terracotta's en andere lichtere steensculpturen meestal met schellak gelijmd. Het hars is thermoplastisch en wordt in die hoedanigheid gebruikt als zegellak. Behalve als steen-

lijm wordt het tot vandaag ook veel gebruikt als op kleur aan te maken stopmiddel voor marmeren beelden. Door verscheidene kleuren in warme toestand door elkaar te mengen, krijgt het stopsel een gemarmerd uitzicht. Op de lange termijn krimpen de meeste van die stoppels, waardoor zij zich geleidelijk aftekenen en soms zelfs los gaan zitten. De toepassingen van dit materiaal zijn vrij eenvoudig omkeerbaar en de lijmverbinding is vrijwel altijd zwakker dan het origineel. Naast dat positieve aspect is er echter het negatieve aspect dat dergelijke lijmverbindingen *weinig stevigheidsgaranties* bieden en soms onverwacht breken. Bij verplaatsing of transport van een object betekent dat een extra risico.

Gips en doken

Vroeger werden breuken in stenen of steenachtige materialen dikwijls met gips en ankertjes (doken) vastgezet. Het voordeel daarvan was dat op die wijze zeer snel verbindingen met een soms merkwaardige stevigheid konden worden gerealiseerd. Een nadeel was dat zulke oppervlakkige verbindingen gaandeweg losten of dat het gips, dat al bij de minste vochtabsorptie mechanisch bijzonder kwetsbaar wordt, het begaf. Bovendien werden de ijzeren penntjes in een sulfaatrijke omgeving snel door corrosie aangetast, met volumetoename en openbarsten tot gevolg. Gips werd ook gebruikt om lacunes te dichten of om aan vormreconstructie te doen: *dit soort herstellingen wordt best mettertijd vervangen* om complicaties te voorkomen. Kiest u om historische of praktische redenen toch voor het behoud van de oude verbindingen, dan is het belangrijk dat u de situatie goed in de gaten houdt: noteer alles in het conditierapport en ook bij de aanbevelingen inzake onderhoud en verplaatsing.

Polymeren

Sinds het midden van de 20e eeuw zijn de *lijmen op basis van polymeren* meer en meer in zwang gekomen. Vele verbindingen op basis van snel reagerende polyesterlijmen blijken, vooral in openluchttoepassingen, niet resistent. Bijna altijd infiltreert vocht in de lijmvlakken, wat een geleidelijke verzwakking van de verbinding met zich meebrengt. Bovendien zijn heel wat polyesteren niet gunstig doorgehard omdat de mengverhoudingen destijds niet precies gerespecteerd werden. De meeste van zulke lijmnaden gaan na verloop van tijd afscheuring vertonen. Ook **de algehele veroudering van deze mate-**



Laserreiniging van steen. Foto YSMA, Acropolis restoration service.

rialen (uitzicht e.d.) is dikwijls erbarmelijk (43). *U doet er dus best aan ook dat soort herstellingen mettertijd te laten vervangen.*

De epoxyharsen, die in de loop van de tijd de sterkste lijmverbindingen bleken te zijn, zeker in het geval van starre verbindingen, geven meestal een erg goed resultaat omdat de mengverhoudingen veel scherper werden bepaald. Die verbindingen zal u meestal probleemloos intact kunnen laten. Epoxyharsen die aan de oppervlakte liggen kunnen vrij snel vergelen.

SCULPTUREN BUITEN PLAATSEN

VOORWAARDEN VOOR BUITENOPSTELLING

Vooraleer stukken (opnieuw) buiten te plaatsen, moet u *de samenstelling en de bewaringstoestand van alle onderdelen* grondig in kaart brengen. De exacte identificatie van het materiaal is erg belangrijk omdat van de meeste steensoorten de *vorstbestendigheid* bekend is. Het objectiefst is een petrografische analyse door een gespecialiseerde geoloog. Ook een meting van de *vochtabsorptie* met behulp van speciale 'Kärstense' proefbuisjes is zeer nuttig. Tegelijk moet de bewaringsconditie van de steen geëvalueerd worden. Voor beelden in kunststeen is het soms heel moeilijk om een prognose te maken van het gedrag van het materiaal bij vergrote expositie. U kan bij omvangrijke beelden een proefstuk nemen op een onzichtbare plaats, om daarop een vriesdooitest te laten uitvoeren. Het geheel van deze waarnemingen en de uiteindelijke evaluatie zijn de taak van een gespecialiseerde restaurateur. Op basis van zijn bevindingen kan u dan kiezen voor een vrije opstelling in park of tuin of voor een halfbeschutte oplossing (bv. tegen een muur onder een afdak).

Bedenk wel dat een buitenopstelling veel meer impliceert dan enkel een vermeerdering van de vochtbelasting. Er is een sterke inwerking mogelijk van de hoge concentratie van zure gassen in de atmosfeer, en er is zeker ook een zware thermische belasting. Voor beelden in wit marmer bijvoorbeeld kunnen sterk schommelende temperaturen nefast zijn. Dit is op voorhand niet goed in te schatten. Wanneer u dus een marmeren beeld buiten plaatst, is een regelmatig controle aangewezen.

Uiteraard kunnen de beelden op zich ook een bijkomende bescherming krijgen. Veel stenen beelden kunnen, als hun porositeit het mogelijk maakt, van een waterafstotende laag op basis van siloxaanesters voorzien worden, maar onder meer bij beelden in blauwe hardsteen is dat, vanwege een te kleine indringing, niet mogelijk. Ook op zoutbelaste stenen is het niet raadzaam zo'n bescherming te laten aanbrengen. De beschermingslaag wordt – door een restaurateur – aangebracht op een steen in volkomen droge toestand. De behandeling is niet voor eeuwig, ze moet na vijf jaar gecontroleerd worden en nadien om de paar jaar. De controle gebeurt simpelweg door waterdruppels op het oppervlak te spreken: de druppels mogen het steenoppervlak niet zichtbaar bevochtigen.

ANTI-GRAFFITI

Beelden die in openlucht in een stedelijke context opgesteld worden, zijn soms gebaat met een laagje 'anti-graffiti'. Dit product moet volkomen reversibel zijn, ook op een poreuze ondergrond, het mag de normale vocht-huishouding van de behandelde zone niet verstoren en mettertijd niet gaan vergelen. Momenteel worden vooral producten op basis van polysachariden gebruikt. De courante commerciële producten bevatten enkele percenten polysachariden, een bestrijdingsmiddel tegen bacteriën en schimmels (bv. methylparabeen) en een minieme hoeveelheid natriumbisulfiet tegen vergeling. De coating mag niet te spaarzaam aangebracht worden maar dient, afhankelijk van de porositeit, royaal in twee of drie lagen te worden uitgestreken (bij een zeer poreus oppervlak tot 0,70 liter per m²).

Graffiti worden verwijderd door het afstralen van de volledige laag of met behulp van aangepaste solventen waarbij de bescherm laag intact blijft, wat minder impact op de drager heeft. Het afstralen van de volledige laag gebeurt onder relatief lage druk (max. 5 kg), bij voorkeur in combinatie met stoom. Het risico dat de kraan toch wat te ver opengedraaid wordt, is niet denkbeeldig en bijgevolg is een verwijdering met enkel stoom of met solventen meer aangewezen. Het werken met solventen moet u aan een restaurateur overlaten, want bij poreuze materialen kan soms een migratie van de kleurstoffen in het steenoppervlak optreden.



Kleurverandering van polyestervullingen. Foto Leon Smets.

WINTERBESCHERMING

Voor stukken in openlucht is een winterbescherming soms onontbeerlijk, bijvoorbeeld voor sculpturen in niet of weinig vorstbestendig materiaal (zoals krijtsteen-soorten) of voor sterk verweerde stukken. De winterbescherming zorgt er in de eerste plaats voor dat bij vorst de vochtbelasting – zowel van hemelwater als van geaccumuleerd condensatiewater – laag is. De bescherming moet dus het hemelwater voldoende afstoten en een goede ventilatie mogelijk maken. Een geschikte bescherming omvat tevens een thermische isolatie opdat de kwetsbare stukken zo min mogelijk aan vorst zouden worden blootgesteld. De traditionele bescherming **met rietmatten in combinatie met zeilen (44)** beantwoordt aan die vereiste. De ventilatie, via openingen en specifieke dampdiffuse zeilen, voorkomt dat een te hoge opgesloten vochtigheidsgraad culturen van micro-organismen in de hand werkt. Als er enkel zeilen gebruikt worden, dan moeten die op een stevig frame worden aangebracht, zodat er bij windbelasting geen erosie op het stuk zelf kan plaatsvinden. Kies, om esthetische redenen, voor deze constructies materialen waarvan de kleur goed met de tuin of het architecturale kader van de lapidaria samengaat.

Een andere nuttige methode bestaat in het aanbrengen van een hydrofuge op basis van siloxanen. Deze producten geven het oppervlak een waterafstotende laag maar belemmeren het vochttransport niet (zie eerder bij: natuurlijke verwerking).

BUITENSculpturen BINNENBRENGEN

Na een eeuwenlang verblijf in openlucht – en soms al na zestig tot tachtig jaar – blijken vele materialen af te takelen. Afgezien van de patinavorming brengt deze aftakeling meestal met zich dat het sculpturale oppervlak langzaam verdwijnt. Voor een architecturaal element kan dat lang getolereerd worden maar voor een sculptuur is de limiet vlugger bereikt. Soms verkeert een beeld al voor 70 % in een ruïneuze toestand maar is de resterende 30 % zo uniek dat dit restant absoluut niet verloren mag gaan, en soms betreft het een zo belangrijke sculptuur dat zelfs de geringste aantasting ontoelaatbaar is. **Ook sterk aangetaste beelden kunnen een belangrijke**

archief- en getuigeniswaarde hebben (45). Alhoewel in België al bijna anderhalve eeuw aan vervanging gedaan wordt van het monumentale patrimonium in steen, is er in de publieke verzamelingen nog bijna niets terechtgekomen van vervanging, zelfs niet in de vorm van een gipsafgietsel. En als dat toch gebeurde, dan werden deze getuigen door de lage waardering die gipsen bijna een halve eeuw hebben genoten, niet behoorlijk bewaard.

Het is dus de hoogste tijd dat musea zich systematisch gaan inlaten met de archiefvorming omtrent het stenen patrimonium van de plaatselijke monumenten. Een dergelijke actie moet uiteraard gepaard gaan met de nodige systematische documentatie in de vorm van foto's en beschrijvingen van de objecten *in situ*. Idealiter zouden alle beelden *in situ* bewaard moeten kunnen blijven en zou het vervangen ervan slechts in uiterste nood aan de orde mogen zijn. Maar omdat de beleidsbeslissingen terzake niet enkel vanuit conservatorisch standpunt worden genomen, fungeren de musea als een soort noodopvang voor de vele zwerfstukken die tijdens de restauratie van een gebouw als het ware op straat belanden. Het zou nuttig zijn als hierrond een bepaald protocol werd uitgewerkt zodat de verzekerde bewaring van zulke stukken kan worden gegarandeerd.

Een bijzonder aspect van de preventieve conservatie is de vervaardiging van replieken om originele stukken te vrijwaren. Dit aspect behoort doorgaans niet tot de museologische problematiek of opdracht, maar we kunnen vermelden dat het mogelijk is om hoogkwalitatieve replica te vervaardigen en dat voor het stenen patrimonium de *moulage* doorgaans de beste oplossing biedt, op voorwaarde natuurlijk dat de *moulage*-ingreep zelf geen schade aan het origineel toebrengt. Een andere, meestal iets minder precieze werkwijze is de reconstructie door middel van het driedimensionale inscannen van het object, waarna grotendeels machinaal een kopie of 3D-print kan worden gerealiseerd.

TRANSPORT VAN STENEN EN STEENACHTIGE MATERIALEN

Het transport bestaat grosso modo uit twee soorten: het interne transport waarbij het stuk het museum niet verlaat, en het externe transport. Grote stukken zullen



Winterbescherming met zeildoek. Foto Openluchtmuseum Middelheim.



Sterk aangetast buitenbeeld (Faidherbe) wordt binnengehaald voor bewaring.

44

45

doorgaans vanwege hun gewicht niet handmatig verplaatst kunnen worden, kleine stukken wel.

INSPECTIE VOORAF

Vooraleer u een stuk verplaatst, moet u het grondig inspecteren. Uw constateringën zullen nuttig zijn zowel voor het transport als voor latere bewaarmaatregelen. Het stuk moet bij het onderzoek goed en volledig belicht worden, met zo min mogelijk scheerlicht. U dient vooral te letten op verzwakte zones. Deze komen bij steenachtige materialen meestal tot uiting in barsten of scheuren. Goed fotomateriaal dat een vergelijking met een vroegere toestand mogelijk maakt, is hierbij nuttig. Bovendien moet nagegaan worden of er bij vroegere restauraties (restauratieverslag? conditierapport?) rekening werd gehouden met een eventuele verplaatsing van de sculptuur. Schilfers of poeder rondom het beeld kunnen op een slechte conditie van het stuk wijzen. Verwaarloos zulke indicaties dus niet.

HULPMATERIAAL

Het interne transport van zware stukken kan meestal veilig gebeuren op een palet en een zogeheten transpalet, dat is een handmatig aangedreven rolvorkwagentje waarvan de vork met een kleine hydraulische handpomp kan worden bediend. Stukken zonder eigen evenwicht, waarvan de stabiliteit dus afhankelijk is van hulpstructuren, moeten permanent voldoende gesteund worden tijdens het transport. Soms is dit, ook bij intern transport, enkel mogelijk door middel van een beschermingsstructuur. Het ontwikkelen en vervaardigen van zo'n structuur vergt inzicht en ervaring. U kan te rade gaan bij gespecialiseerde kunsttransportbedrijven.

Het externe transport dient in de regel te gebeuren in **een maatkist die zo nauw mogelijk de contouren van het stuk omsluit (46)**. Aan de binnenkant van de kist komen nog meer aansluitende steunen rondom de te transporteren vorm. In overeenstemming met het volume en gewicht van het stuk zullen die steunen uit min of meer rigide materiaal bestaan. Bij lichtere stukken (gipsafgietsels ...) kunnen boorden in hard polystyreen gebruikt worden, die op het raakvlak met het stuk bekleed zijn met vilt, zodat de trillingen van het geheel geen plaatselijke sleet kunnen veroorzaken. Voor zwaardere stukken kan u een volledige mal in polystyreen laten maken,

ofwel houten ribben (bv. in multiplex) gebruiken die nauwkeurig de contouren van het beeldhouwwerk volgen. Dit tweede systeem heeft het voordeel dat in de kist een permanente ventilatie mogelijk is en dat dit systeem dus voor langere bewaring kan dienen. Het verpakken en transporteren van grote driedimensionale vormen vergt hoe dan ook een gespecialiseerde aanpak, met aangepaste technieken en materialen. Wend u daarvoor tot een gespecialiseerd bedrijf.

INVENTARISNUMMER AANBRENGEN

Het eerste principe is dat een inventarisnummer geen aanleiding mag geven tot extra mechanische belasting van het stuk en dat het nummer zo discreet mogelijk aangebracht moet worden en toch gemakkelijk terug te vinden moet zijn. Kies voor een zo permanent mogelijk maar toch reversibel systeem. Bij stukken met een rugzijde kan u het opschrift meestal eenvoudigweg op een vooraf met niet-vergelend acrylaatvernis (Paraloid B72) geprepareerde ondergrond aanbrengen, en de code (met permanente marker) daarna met hetzelfde vernis afdekken. Stukken zonder rugzijde geeft u bijvoorbeeld een met een touwtje vastgemaakt etiket.

OPBERGING EN DEPOTORGANISATIE

In een museumdepot bewaarde stukken houdt u zo stofvrij mogelijk. Open rekken kan u afdekken met polyethyleen- of polyesterfolie (transparant), Tyvek® (bijvoorbeeld 1622E, stofwerend maar luchtdoorlatend), Gore-Tex (duur) of katoendoek.

Voorzie de legplanken (vooral die in metaal) van een dun polyethyleen schuimvlies en plaats de voorwerpen voldoende ruim uit elkaar zodat ze weggenomen en teruggeplaatst kunnen worden zonder gevaar voor beschadiging of omstoten. Let er ook op dat tussen het hoogste voorwerp en de daaropvolgende legplank voldoende ruimte zit, anders zou u het voorwerp kunnen stoten bij het optillen.

Voor zware stukken werkt u best een stapelplan uit om nodeloze verplaatsingen van andere stukken te vermijden wanneer u dat ene stuk wil uithalen. Een gemakke-



Aangepaste kist voor transport van gipsafgietsel.

lijke toegankelijkheid is erg belangrijk om de stukken te allen tijde te kunnen inspecteren.

Houd de klimatologische omstandigheden zo stabiel mogelijk: voor stenen en steenachtige materialen geldt als norm een eerder droog klimaat (40 à 45% relatieve luchtvochtigheidsgraad) en een milde ventilatie.

Kleine voorwerpen met een ronde of ongewone vorm en zonder steunvlak voorziet u best van een in de gepaste vorm gesneden steunconstructie in polyethyleenschuimplaat met zeer fijne gesloten celstructuur (ethafoam). U kan de plaat of het blok uithollen tot een nest of er **de gepaste vorm in uitsnijden, zodat het voorwerp er nauwkeurig in past (47)**. Zo zal het voorwerp niet bij de minste beweging gaan verschuiven of weggrollen. Met dit materiaal kan u alle mogelijke vormen, zoals fragmenten van afgenomen stucwerk, een stabiele basis geven met ondersteuning op verschillende punten.

Nog kleinere of vlakke voorwerpen kunnen veilig bewaard worden in lage bakjes (bv. in polypropyleen met binnenbekleding van polyethyleenfolie) of ondiepe dozen. U hoeft het fragiele object zelf dan niet aan te raken bij een manipulatie. Breng op gesloten dozen een foto en/of het inventarisnummer van het object aan.

Qua verlichting is een algemene diffuse verlichting van het depot aan te bevelen. De contrastrijke strijkbelichtingen die op tentoonstellingen dikwijls de voorkeur genieten, zijn niet zo geschikt voor een normale zichtbaarheid.

ONDERHOUD

ONTSTOFFEN

Waarom ontstoffen?

Driedimensionale objecten vangen veel stof en vuil op, dat zich gemakkelijk op het oppervlak vastzet, vooral in hoeken en plooien en op een ruwe ondergrond. De vervuiling is soms zeer moeilijk te verwijderen, zeker als er vocht op ingewerkt heeft. Zo is albast moeilijker te reinigen dan bijvoorbeeld marmer omdat vocht op het gladde oppervlak een gipsachtige laag doet ontstaan die het stof vasthoudt. We beschreven eerder al hoe stof zich in het poreuze oppervlak van gipsen beelden vastzet door de sterk hygroscopische eigenschap van dit materiaal.

Niet minder belangrijk is het esthetische aspect. Stof dat zich ophoopt op de horizontale partijen en in de hoeken en plooien van een sculptuur, maakt het voorwerp visueel onaantrekkelijk, verdonkert de kleur en verhindert een goede waarneming van de vormen.

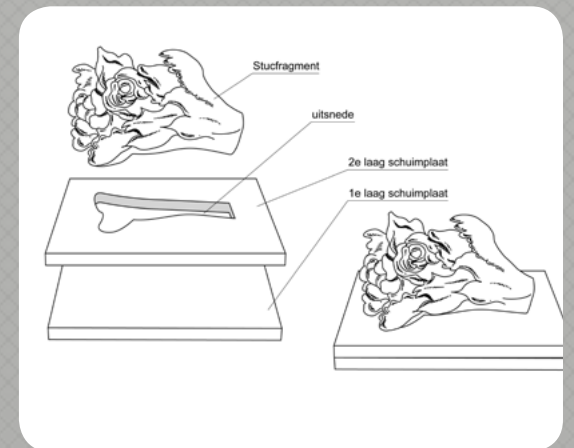
Hoe stofafzetting te voorkomen?

De belangrijkste maatregel is uiteraard te voorkomen dat (frequent) ontstoft moet worden. Ontstoffen houdt immers altijd risico's in, vooral voor fragiele materialen en delicaat snij- en boetseerwerk. Een goede inrichting en een regelmatig onderhoud van het depot zijn basisvoorwaarden. Hoger werden diverse geschikte afdekmaterialen vermeld om de objecten stofvrij te bewaren. Tontoongestelde objecten kunnen in gesloten vitrines opgesteld worden. Voor vrij opgestelde kunstwerken is het probleem groter. Rondwarrelend stof kan enigszins beperkt worden door de vloer of het tapijt regelmatig te stofzuigen, de vloeren in de aanpalende ruimten schoon te houden, en vloermatten aan de ingangsduren te voorzien om het vuil en stof van de straat enigszins de weg te versperren. Luchtbevochtigingssystemen en airco's moeten een stoffilter bevatten, die u regelmatig moet reinigen of vervangen.

Hoe ontstoffen?

In de paragraaf over oppervlaktevervuiling en patina zegden wij al dat u bij het ontstoffen zeer alert moet zijn. In sommige gevallen laat u zich best adviseren door een restaurateur over de noodzaak en de manier van afstoffen. Dit geldt in de eerste plaats voor zeer fragiele stukken, met een brosse bovenlaagstructuur, gipsen met een poreus of ruw oppervlak, en objecten die niet meer compleet zijn, met afgebroken hoeken of scherpe randen. Ook gepolychromeerde voorwerpen vereisen een omzichtige aanpak. De polychromie kan haar hechting verloren hebben, afschilferen of poederen, waardoor zelfs bij een oppervlakkige reiniging onherstelbaar verlies kan optreden. Wanneer u zulke gebreken constateert, mag u het voorwerp in geen geval ontstoffen.

Op sommige stukken (bv. archeologische objecten) kunnen residu's aangetroffen worden die belangrijke informatie over herkomst of gebruik bevatten. Laat die residu's eerst onderzoeken alvorens het vuil te verwijderen.



Stabiel opbergen van klein steen- of gipsfragment.

Stof wegnemen:

- ▶ Zorg voor een goede belichting.
- ▶ Ontdoe u van ringen, armbanden en polshorloge om krassen op het object te vermijden.
- ▶ Maak gebruik van een zacht schilderspenseel of een borstel, en van een stofzuiger.
- ▶ Kies het borsteltype in functie van de hardheid of fragiliteit van de steen, de breekbaarheid van het snijwerk en de aard van de vervuiling; geschikt zijn o.a. het zachte schilderspenseel, de wat hardere verf- of vernisborstel en de sjabloneerkwast.
- ▶ Tape de metalen houder boven de borstelharen af om stootschade te voorkomen.
- ▶ Werk systematisch van boven naar beneden om te vermijden dat het stof neerddwarrelt op al gereinigde delen.
- ▶ Borstel in de richting van de zuigmond, die u op enkele centimeter van het oppervlak houdt; gebruik bij voorkeur een stofzuiger met regelbare zuigkracht, op lage stand voor delicate objecten.
- ▶ Reinig de borstels regelmatig met een mild detergens en spoel ze dan grondig af; de borstel moet volledig droog zijn voor u er weer mee aan het werk gaat.

Voor grote, gladde oppervlakken kan u een magnetisch geladen Tyvek®-stofdoek (Dust Bunny) gebruiken die statisch geladen wordt bij het geringste contact met het oppervlak, zodat u druk of wrijving kan vermijden.

NATTE OF DROGE REINIGING?

Als vuistregel geldt: *vermijd alle vocht in de buurt van stuc, albast en gips!* De laatste twee materialen zijn hygroscopisch. De oppervlakte neemt gemakkelijk vocht op en transporteert meteen ook de onzuiverheden naar binnen in de poreuze structuur. Enkel de tijdelijk vochtige reiniging met een lijmstrappo is bij gips toegestaan. Albast is zeer kwetsbaar, krasgevoelig en het in de steen aanwezige calciumsulfaat lost gewoon op in water. Gezien de enorme delicaatheid van het oppervlak is ook een tijdelijke bevochtiging met een lijmstrappo af te raden. Hetzelfde geldt voor het zeer oplosbare aluin. Enkel droog ontstoffen, zoals hierboven beschreven, kan

in eigen huis gebeuren. Als er meer interventie vereist is, moet u een restaurateur inschakelen. Ook *steenkarton*, dat zijn samenhang ontleent aan organische lijm, mag nooit vochtig worden gereinigd.

Het vochtig reinigen van ander steenmateriaal hangt meestal af van de graad van porositeit. Graniet, marmer en goed gesloten kalksteen kunnen doorgaans vochtig worden gereinigd. Andere soorten kunnen enkel vochtig worden behandeld als het vochtgehalte en de indringingswijze goed onder controle worden gehouden. Zo is het reinigen door dagenlange verneveling met water, wat eertijds als een van de veiligste methoden werd beschouwd, toch beter te vermijden wegens de verzwakking van vele materialen en het uitspoelen van de verzwakte geërodeerde zone.

MANIPULEREN

- ▶ Ontdoe u van ringen, polshorloge enz., om krassen op het delicate oppervlak te vermijden.
- ▶ Voor gevoelig en fragiel materiaal (gips, albast) moet u de handen vooraf goed wassen.
- ▶ Kijk goed hoe de objecten in elkaar zitten: zijn er losse onderdelen, breuklijnen, losse of verlijmde verbindingen?
- ▶ Verplaats losse onderdelen, zoals deksels, afzonderlijk.
- ▶ Til (kunst)stenen nooit op aan de wapening; zoek het zwaarste deel van het voorwerp, waar het zwaartepunt zich bevindt, en neem het daar vast terwijl u het overige gewicht evenwichtig opvangt.
- ▶ Verplaats kleinere en breekbare voorwerpen bij voorkeur in een recipiënt (lage bak met binnenin polyethyleenfolie, of een ondiepe doos).

PRESENTEREN

Als u een zwaar beeld op een sokkel moet plaatsen, vergewis u er dan tevoren van dat er voldoende standzekerheid is. Indien mogelijk worden de stukken los op hun sokkel opgesteld. Sommige stukken moeten voor hun definitieve opstelling aan een architecturale drager vastgehecht worden. Bij samengestelde stukken dient u rekening te houden met een mogelijk loskomen van oude verbindingen. Daarentegen is het aanbevolen een

zo klein mogelijk aantal verbindingen na te streven vanwege hun impact op het stuk zelf. Soms zal hierbij aan de rugzijde van het stuk een draagwapening worden voorzien om puntlasten te vermijden. In bepaalde gevallen zal een stabiliteitsstudie nodig zijn.

Controleer vooraf de draagmuren: ze moeten volkomen gezond zijn, zodat de stukken niet onder infiltratievocht en dergelijke kunnen lijden.

De opstelling moet ook altijd een vlot onderhoud en een controle van de toestand mogelijk maken. De aanwezigheid van natuurlijk licht is gunstig voor een permanente controle van de stukken.

Kleine, onregelmatig gevormde of onstabiele objecten kan u presenteren met behulp van een steunconstructie van polyethyleenplaat (zie hierboven: opberging en depotorganisatie).

MEER

BEKNOPTE LITERATUURLIJST

- T. PROUDFOOT, 'Stonework', in: *The National Trust manual of housekeeping: the care of collections in historic houses open to the public*. Oxford, 2006, p. 136 – 147
- T. PROUDFOOT, 'Pasterwork', in: *The National Trust manual of housekeeping: the care of collections in historic houses open to the public*. Oxford, 2006, p. 160 – 167
- T. PROUDFOOT & S. DAVISON, 'Stone, plaster and terracotta', in: *The National Trust manual of housekeeping: the care of collections in historic houses open to the public*. Oxford, 2006, p. 272 - 283.
- L. DE CLERCQ, *De assimilatie van enkele zachte Franse kalksteensoorten in het midden van de 19de eeuw in België en hun conservering*, in M & L, 22/4, Brussel, 2003, p. 54 - 70.
- W. C. FOCK, *Eredoeken in geperst brokaat, Brokaatimitaties op de koorzuilen in de Pieterskerk Leiden*, Leiden, 2003.
- A. PIEN & R. DE BRUYN, *Waterwerende oppervlaktebehandeling*, wtcb, Technische voorlichting 224, Brussel, 2002.
- G. BARTHE E.A., *Le Plâtre, l'art et le matière*, Parijs, 2001.
- R. DRESEN, M. DUSAR & F. DOPERÉ, *Atlas Natuursteen in Limburgse Monumenten*, Genk, 2001.
- M.-TH. BAUDRY, *Sculpture, méthode et vocabulaire*, Parijs, 2000.
- H. DE CLERCQ, E. DE WITTE, R. DE BRUYN & A. PIEN, 'Restauratie van buitenmuren: steenversteviging', in: *wtcb*, tijdschrift, 1999, 3, 3-10.
- C. CORVAIA EN I.M. GODFREY, Stone, in: *A practical Guide to the Conservation and Care of Collections*, Perth, 1998, 103-111.

Techniques et pratique de la Chaux, Ecole d'Avignon, Parijs, 1998.

A. BLÜHM E.A., *The Colour of Sculpture (1840-1910)*, Zwolle, 1996.

Methods of evaluating products for the conservation of porous building materials in monuments, iccrom, International Colloquium, Rome, juni 1995.

E. GROESSENS, *La diffusion du marbre de Rance en France*, in *Carrières et constructions en France et dans les pays limitrophes*, II, Comité des travaux historiques et scientifiques, Actes du 117e congrès national des sociétés savantes, Clermont-Ferrand, 26-30 octobre 1992, Paris 1993, 193 – 211.

M. KOLLER, *Zur Gusssteintechnik in der Spätgotik, Sculptures médiévales allemandes*, Parijs, 1993, 79-100.

N. PENNY, *The materials of sculpture*, New Haven-Londen, 1996.

G.S. WHEELER, *Stone objects*, in *Caring for your Collections*, New York, 1992, 122-127.

J. ASHURST & F.G. DIMES, *Conservation of building and decorative stone*, Londen, 1990.

C. CNUUDE, J.J. HAROTIN & J.-P. MAJOT, *Stenen en marmers van Wallonië*, Brussel, 1990.

P. VIERL, PUTZ UND STUCK, *Herstellen, Restaurieren*, München, 1984.

R. WIHR, *Restaurierung von Steindenkmälern*, München, 1980.

G. SCHERF, *Clodion et la sculpture française de la fin du XVIIIe siècle*, Actes du Colloque organisé au musée du Louvre, Paris 1993, met bijdragen over Terra Cotta in oplage.

M. DE CEUKELAIRE, F. DOPERÉ, R. DRESEN, M. DUSAR, E. GROESSENS, E.A., *Belgisch marmer*, Gent, 2014

LINKS

Canadian Conservation Institute, 'Care of Argillite', CCI notes, 12/1, 1992.

http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/12-1_e.pdf

Canadian Conservation Institute, 'Care of Objects made of Plaster of Paris', CCI notes, 12/2, 2002. <http://www.cci-icc.gc.ca/resources-ressources/ccinotesicc/12-2-eng.aspx>

Website Victoria & Albert museum:

<http://www.vam.ac.uk/content/articles/c/caring-for-plaster>

<http://www.vam.ac.uk/content/articles/c/cleaning-marble>

Conserveograms van The National Park Service (VS). afleveringen 15/1 (Care of alabaster): <http://www.cr.nps.gov/museum/publications/conservoogram/15-01.pdf>, en 15/2 (Dusting guidelines) <http://www.cr.nps.gov/museum/publications/conservoogram/15-02.pdf>

Met dank aan prof. Dr. R. Nijs (U.G.), Dr. M. Duser (Geologische dienst), Dr. E. De Witte (K.I.K.), de heer L. Schelfhout en prof. Dr. Ir. D. Van Gemert

Colofon

AUTEUR: Lode De Clerq

REDACTIE: Leon Smets, Annemie Vanthienen, Birgit Geudens

VORMGEVING: Silke Theuwissen

FOTO'S: Lode De Clerq, tenzij anders vermeld

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER:

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

D/2014/11.524/15

Brussel, augustus 2014