

ONTWERP - UITVOERINGSRICHTLIJN
HISTORISCH METAAL (FERRO)

(URL 4012)

VERSIE 0.16

**Vastgesteld door het Centraal College van Deskundigen Restauratiekwaliteit voor
openbare inspraak op 24 maart 2017**

ALGEMENE INFORMATIE BIJ DEZE UITGAVE

De Uitvoeringsrichtlijn Historisch Metaal (ferro) (URL 4012) geeft voorschriften voor voorbereidende en uitvoerende werkzaamheden bij het onderhoud en restauratie van ferro metalen in monumenten en andere historische gebouwen en objecten.

Relatie met BRL 4000 Onderhoud en restauratie monumenten

Een bedrijf dat zich wil onderscheiden op het gebied van het onderhouden en restaureren van historisch metaal kan een certificaat behalen. Een opdrachtnemer moet voldoen aan de eisen in deze uitvoeringsrichtlijn en in de Beoordelingsrichtlijn Onderhoud en restauratie monumenten (BRL ERM 4000). Hij heeft het recht om het logo Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg te voeren

Voorgeschiedenis

Deze URL vervangt (samen met BRL ERM 4000) alle documenten van het Nederlands Gilde van Kunst-, Sier-, en Restauratiesmeden (NGK) over dit onderwerp. Versie 1.0 van deze uitvoeringsrichtlijn bevat onder meer de doorwerking van de Europese regelgeving (Verordening Bouwproducten), afstemming van begrippen met andere ERM-documenten en het invoeren van de restauratieladder.

Deze richtlijn kwam tot stand onder begeleiding van een werkgroep met daarin vertegenwoordigers van alle belanghebbenden: het Nederlands Gilde van Kunst-, Sier- en Restauratiesmeden (NGK), het Internationaler Fachverband Gestaltender Schmiede e.V. (IFGS), Vakgroep Restauratie, opdrachtgevers, architecten, overheid, adviseurs en de Stichting ERM. Zitting hadden: W. Hammer (Hammer Smeed- en Lastechniek), P. Klaasen (Smederij Klein Project), F. Kramer (Smederij Frits Kramer, J. Nijhof (Smederij Jurgen Nijhof), P. Tupker (Smederij Rein Tupker & zn), P. Vos (De IJzeren Vos, Paul Vos, de Smid van Maren Kessel), T. Waaijenberg (Smederij Waaijenberg), M. Wijnands (NGK), A.J. van Bommel (Rijksvastgoedbedrijf), E.J. Bos (BOEi), H. Ruissen (Rothuizen Architecten), S. van den Berg (Vakgroep Restauratie), M. van Hunen (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed), L. van der Gouwe (gemeente Borsele) en W. de Koning (Stichting ERM). M. Wijnands (NGK) trad op als rapporteur.

Beheer

Deze uitvoeringsrichtlijn wordt beheerd door de Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg (ERM). Het Centraal College van Deskundigen (CCvD) Restauratiekwaliteit, ondergebracht bij ERM, beheert deze uitvoeringsrichtlijn inhoudelijk. De actuele versie van deze uitvoeringsrichtlijn staat op de website van ERM (www.stichtingERM.nl) en is op elektronische wijze tegen ongewenste aanpassingen beschermd.

Het is niet toegestaan om wijzigingen aan te brengen in de originele en door het CCvD Restauratiekwaliteit goedgekeurde en vastgestelde teksten met het doel hieraan rechten te (kunnen) ontnemen.

© 2017 Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg

Vrijwaring

Behoudens in geval van opzet of grove schuld, is ERM niet aansprakelijk voor schade die bij de certificatie instelling, het uitvoerende (gecertificeerde) bedrijf of derden ontstaat door het toepassen van deze uitvoeringsrichtlijn of bij het gebruik van de bijbehorende certificaten.

Inhoudsopgave

1.	INLEIDING	6
1.1.	Onderwerp en toepassingsgebied	6
1.2.	Typering historisch metaal	7
2.	TERMINOLOGIE	8
2.1.	Algemeen	8
2.2.	Begrippen en definities	8
2.2.1.	Algemene begrippen en definities.....	8
2.3.	Specifiek voor deze URL geldende begrippen en definities.....	12
3.	EISEN AAN HET PROCES	22
3.1.	Algemeen	22
3.1.1.	Uitgangspunten bij beslissingen over onderhoud en restauratie.....	22
3.1.2.	Restauratiecategorieën	23
3.2.	Vorbereiding.....	24
3.2.1.	<i>Contractvorming</i>	24
3.2.2.	<i>Afbakening verantwoordelijkheid (instapmomenten)</i>	25
3.2.3.	<i>Advisering werkzaamheden</i>	25
3.2.4.	<i>Afwijkingen</i>	25
3.2.5.	<i>Opname en beoordeling bestaande situatie</i>	26
3.2.6.	<i>Constructieve veiligheid</i>	27
3.2.7.	<i>Vergunningen en aanvullende eisen</i>	27
3.2.8.	<i>Inspelen op onverwachte zaken en vondsten</i>	28
3.2.9.	<i>Overdracht en garantie</i>	28
3.3.	Vorbereidende werkzaamheden.....	28
3.3.1.	<i>Demontage ter plaatse</i>	28
3.3.2.	<i>Demontage in de werkplaats</i>	29
3.4.	Reinigen	30
3.4.1	<i>Algemeen</i>	30
3.4.2	<i>Mechanisch reinigen</i>	31
3.4.3	<i>Chemisch reinigen</i>	32
3.4.4	<i>Thermisch reinigen</i>	33
3.5.	<i>Verbindingstechnieken</i>	33
3.6.	Conserveren (restauratiecategorie 1)	40
3.6.1.	<i>Algemeen</i>	40
3.6.2	<i>Kathodische bescherming (KB)</i>	40
3.7.	Repareren (restauratiecategorie 2)	41
3.7.1.	<i>Algemeen</i>	41
3.7.2.	<i>Reparatie van onderdelen</i>	42

3.7.2.1.	<i>Reparatie door middel van lassen</i>	42
3.7.2.2.	<i>Reparatie met behulp van krammen</i>	46
3.8.	Kopiëren (restauratiecategorie 3a kopiëren)	46
3.8.1.	<i>Kopiëren ijzeren en stalen onderdelen</i>	46
3.8.2.	<i>Kopiëren gietijzeren onderdelen</i>	46
3.8.3.	<i>Kopiëren samengestelde elementen</i>	47
3.9.	Imiteren (restauratiecategorie 3b imiteren)	48
3.9.1.	<i>Imiteren ijzeren en stalen onderdelen</i>	48
3.9.2.	<i>Imiteren gietijzeren onderdelen</i>	48
3.9.3.	<i>Imiteren samengestelde elementen</i>	48
3.10.	Verbeteren (restauratiecategorie 3c verbeteren)	48
3.10.1.	<i>Verbeteren ijzeren en stalen onderdelen</i>	49
3.10.2.	<i>Verbeteren gietijzeren onderdelen</i>	49
3.10.3.	<i>Verbeteren samengestelde elementen</i>	49
3.11.	<i>Afwerken - beschermen tegen corrosie</i>	50
3.11.1.	<i>Algemeen en voorbehandelen</i>	50
3.11.2.	<i>Metallische laag</i>	51
3.11.3.	<i>Verfsysteem</i>	53
	Natlak-verfsysteem (met kwast, spuiten of dompelen) of poedercoaten	53
3.11.4.	<i>Duplex systemen</i>	55
3.11.5.	<i>Olie, was en vet</i>	56
3.11.5.1.	<i>Lijnolie</i>	56
3.11.5.2.	<i>Andere organische lagen</i>	56
3.11.6.	<i>Vergulden</i>	57
3.11.7.	<i>Opvullen van gaten</i>	57
3.12.	Montage	58
3.12.1.	<i>Transport</i>	58
3.12.2.	<i>Montage algemeen</i>	58
3.12.3.	<i>Bevestigingen met lood (in natuursteen wat daarvoor geschikt is)</i>	59
3.12.4.	<i>Bevestigingen met mortel</i>	59
3.12.5.	<i>Bevestigingen met andere materialen</i>	60
3.13.	Eisen aan de opleveringscontrole	60
3.13.1.	<i>Oplevering, garantie en nazorg</i>	60
4.	EISEN AAN TOEGEPASTE MATERIALEN	61
4.1.	<i>Algemeen</i>	61
4.2.	<i>Eisen aan materialen</i>	61
4.3.	<i>Eisen aan bevestigingsmiddelen</i>	61

5. KENNIS EN ERVARING	62
BIJLAGE 1: KEUZETABEL RESTAURATIECATEGORIEËN	64
BIJLAGE 2: REINHEIDSGRADEN	68
BIJLAGE 3: VERGUNNINGPLICHT - WETTEN EN VERORDENINGEN	71
BIJLAGE 4: LITERATUUR- EN BRONNENLIJST	74
BIJLAGE 5: VOORBEELDEN VAN VAKBEKWAAMHEIDSPROEVEN	75

1. INLEIDING

1.1. Onderwerp en toepassingsgebied

Deze uitvoeringsrichtlijn geeft voorschriften voor voorbereidende en uitvoerende werkzaamheden bij het onderhoud en restauratie van ferro metalen in monumenten en andere historische gebouwen en objecten in het binnen- en buitenklimaat.

Historisch ferro metaal

De samenstelling van historisch ferro metaal kan aanzienlijk afwijken van modern ferro metaal. Vanwege de cultuurhistorische betekenis van het materiaal en de verschijningsvorm geldt bij de restauratie van historisch metaal een wezenlijk andere benadering dan bij renovatie. Allerlei varianten en producten komen in de huidige bouw- en installatietechniek helemaal niet meer voor. Er is voor het bewerken van historisch ferro metaal dus een wezenlijk andere benadering nodig, die in deze uitvoeringsrichtlijn is uitgewerkt.

Historische objecten en constructies

De te restaureren objecten waar de URL rekening mee houdt, zijn zeer gevarieerd. Het kunnen objecten zijn die met de smeedhamer zijn vervaardigd, maar ook objecten die met behulp van meer industriële technieken, zoals een wals, pers, trekbank of in een gieterij, zijn vervaardigd. Speciale aandacht is uitgegaan naar historische verbindingen; het gaat dan om constructies waarbij klinknagels en boutverbindingen zijn gebruikt.

Proces: reinigen, herstel en afwerken

Deze URL beschrijft het gehele proces van voorbereiding (demontage, reinigen), herstel en afwerken, zoals het aanbrengen van een primer of grondlaag. Aanvullende afwerkingslagen of nabehandelingen worden niet in deze URL beschreven. Restauratie door conserveren kan ook inhouden dat er geen smeedhamer aan te pas komt: bijvoorbeeld door kathodische bescherming toe te passen.

Deze URL is van toepassing op de volgende STABU-hoofdstukken:

- hoofdstuk 25 Metaalconstructiewerk
- hoofdstuk 30 Kozijnen, ramen en deuren
- hoofdstuk 32 Trappen en balustraden
- hoofdstuk 36 Voegvulling
- hoofdstuk 43 Metaal- en kunststofwerk
- hoofdstuk 46 Schilderwerk

Niet in deze URL

Een aantal onderwerpen die samenhangen met historische metalen zijn niet in deze URL beschreven, maar in een andere URL:

Onderwerp	Vindplaats
Behandelen van non ferro metalen, damaststaal, Mokumegane, cortenstaal en lood.	Nog geen URL beschikbaar
Vergulden	URL 4009 Historisch Schilderwerk (par. 3.17 Aanbrengen van bladmetalen)
(de)montage van natuursteen	URL 4007 Steenhouwwerk
Metselwerk	URL 4003 Historisch Metselwerk
Onderhoud en restauratie van lood, koper en zink voor dakbedekking en goten met hemelwaterafvoeren, met uitzondering van gegoten (dak)goten	URL 4014 Historische dakbedekking
Onderhoud en restauratie aan glaspanelen in lood	URL4002 Glaspanelen in lood

1.2. Typering historisch metaal

Historisch ferro metaal wordt in deze uitvoeringsrichtlijn onderverdeeld in:

- ijzer en staal;
- gietijzer en –staal;
- verbindingstechnieken (samengestelde onderdelen).

2. TERMINOLOGIE

2.1. Algemeen

Voor termen en begrippen in de kwaliteitszorg voor monumenten geldt de website van de Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg (ERM) www.stichtingerm.nl.

Voor de algemene begrippen in de monumentenzorg die niet nader genoemd wordt in de onderstaande lijst wordt verwezen naar het boek 'Bouwkundige termen', van Haslinghuis en Janse, 5e druk, Leiden 2004.

Voor termen en begrippen bij de restauratie van smeedijzer wordt verwezen naar de uitgave van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 32-2003: Instandhouding van Smeedijzer in het exterieur.



Figuur 1 origineel - geheel gecorrodeerd, als voorbeeld gediend



Figuur 2 kopie van het origineel

2.2. Begrippen en definities

2.2.1. Algemene begrippen en definities

Begrippen en definities zoals onder meer genoemd in de BRL 'Onderhoud en restauratie van monumenten' (BRL ERM 4000):

Adviseur	Deskundige gericht op de instandhouding van het monument ten aanzien van bouwtechnische en/of bouwhistorische aspecten. ¹
Architect	In restauratie gespecialiseerde architect ² die is ingeschreven in het Architectenregister, beheerd door het Bureau Architectenregister (BA) of daarmee vergelijkbaar register in een lidstaat van de EU.
Bedrijfsopleidingsplan	Een periodiek te actualiseren document dat beschrijft welke kennis en kunde binnen het bedrijf aanwezig is, hoe deze kennis en ervaring op peil te houden, uit te wisselen en over te dragen, welke behoeften, tekorten, verbeterpunten en aandachtspunten er bestaan en hoe deze in te vullen, als uitvloeisel van het beleidsplan met de strategische- en operationele doelstellingen

¹ Bij voorkeur een adviseur die voldoet aan EMA-criteria. Adviseurs die erkend zijn op basis van de EMA voldoen aan de deskundigheidseisen die gelden voor het realiseren van de door ERM voorgestane restauratie-kwaliteit.

² Bij voorkeur een architect die voldoet aan GEAR-criteria. Architecten die erkend zijn op basis van de GEAR, voldoen aan de ambities en uitgangspunten die gelden voor het realiseren van de door ERM voorgestane restauratiekwaliteit.

	van het bedrijf en toegespitst op de bijzonderheden van het uit te voeren restauratiewerk.
Beoordelingsrichtlijn	In deze uitvoeringsrichtlijn is dat de Beoordelingsrichtlijn 'Onderhoud en (BRL) restauratie van Monumenten' (BRL ERM 4000).
Certificaat	De kwaliteitsverklaring zoals deze wordt afgegeven door de certificerende instelling (CI) aan een certificaathouder.
Certificaathouder	De rechtspersoon aan wie het certificaat is afgegeven.
Certificatie-instelling	Een door ERM aangestelde certificerende organisatie die de certificaten afgeeft aan de certificaathouders op basis van de ERM-richtlijnen
Compatibiliteit	Mate waarin de eigenschappen van het nieuwe materiaal is afgestemd op het bestaande. Een ingreep of behandeling mag geen schade (in technische of esthetische zin) toebrengen aan het aanwezige historische materiaal. De ingreep zelf dient binnen die randvoorwaarden zo duurzaam mogelijk te zijn.
Competentie	Aangetoond vermogen om kennis, vaardigheden en/of houding en persoonlijke kwaliteiten in voorkomende situaties op adequate, doelbewuste en gemotiveerde wijze proces- en resultaatgericht toe te passen.
Conserveren	Werkzaamheden aan (onderdelen van) een gebouw of object om verval te stoppen of dreigende aantasting te voorkomen met als doel zo veel mogelijk handhaven van de aangetroffen staat.
Externe kwaliteitsbewaking	Een certificerende instelling bewaakt als externe partij of het systeem (EKB) van interne kwaliteitsbewaking en de uitvoeringspraktijk van de organisatie aan de eisen van de BRL/erkenningregeling voldoen
Fabrikant	Een natuurlijke of rechtspersoon die een bouwproduct vervaardigt of laat ontwerpen of vervaardigen, en dat product onder zijn naam of merknaam verhandelt.
Herbehandelbaar(heid)	Herbehandelbaarheid betekent dat wanneer de behandeling is gedegradeerd tot een niet-acceptabel niveau, het mogelijk moet zijn om een nieuwe behandeling aan te brengen.
Hoofdaannemer	Een organisatie in het maatschappelijk verkeer die zelfstandig en voor eigen rekening en risico een bedrijf voert, eventueel met inschakeling van onderaannemers.
Imiteren	Vervaardigen van een nieuw onderdeel in de oorspronkelijke vorm met gebruikmaking van nieuwe technieken en oorspronkelijke of modernere materialen.

Instandhouding	Het proces van voorbereiding en uitvoering gericht op het fysiek handhaven en laten functioneren van gebouwen of objecten en hun onderdelen door middel van conserveren, onderhouden, repareren, kopiëren, imiteren en verbeteren.
Karakteristiek gebouw	Een gebouw of object, dat niet als monument is beschermd, maar een of object kenmerkend onderdeel vormt van een stads- of dorpsgezicht (naar het oordeel van burgemeester en wethouders).
Klein bedrijf	Certificaathouder die, gedurende het laatste jaar, een bepaald maximaal aantal mensjaren eigen medewerkers werkzaam heeft in de restauratie van monumenten. Hieronder vallen ook zelfstandigen zonder personeel (zzp) en ondernemers zonder personeel (ozp). Dit maximaal aantal medewerkers wordt in de BRL nader gespecificeerd.
Kopiëren	Vervaardigen van een nieuw onderdeel in oorspronkelijke vorm met gebruikmaking van oorspronkelijke technieken en oorspronkelijke of gelijke(soortige) materialen.
Kwalificatie	Bewijs van persoonlijke eigenschappen, opleiding, training en/of werkervaring.
Midden- en grootbedrijf	Certificaathouder die, gedurende het laatste jaar, een bepaald minimum aantal mensjaren eigen medewerkers werkzaam heeft in de restauratie van monumenten. Dit minimum aantal medewerkers wordt in de BRL nader gespecificeerd.
Monument	Een onroerend goed (gebouw of object) dat als beschermd is geregistreerd door rijk, provincie of gemeente. Onder monumenten vallen ook gebouwen en objecten die voorbescherming als monument genieten.
Onderhouden	Werkzaamheden aan (onderdelen van) een gebouw of object die in principe worden uitgevoerd met een regelmatige interval en voorzien in een periodiek voorzienbare behoefte, mede met als doel de uitstraling op peil te houden en ingrijpende werkzaamheden te voorkomen.
Oprachtgever	De opdrachtgever van het bedrijf. In het geval van een aannemer is dit doorgaans de principaal in het bouwproces, eventueel vertegenwoordigd door zijn architect of adviseur.
Prestatie	De mate waarin een eigenschap (bijvoorbeeld sterkte of waterdichtheid) voldoet aan de eis, uitgedrukt in een grenswaarde en gemeten, berekend of beproefd volgens de bij de eisen behorende bepalingsmethode. ³

³ Deze definitie wijkt af van de definitie in de *Bouwproducten Verordening (CPR)*. Wanneer een 'prestatie conform de CPR' wordt bedoeld, dan wordt dit vermeld.

Proefstuk	Een representatief voorbeeld op welke wijze het werk wordt geconserveerd, gerepareerd, gekopieerd, geïmiteerd of verbeterd met materialen in de juiste kwaliteit, vorm en samenstelling.
Projectplan	Een document dat de planmatige samenhang beschrijft van de specifieke maatregelen, voorzieningen en volgorde van activiteiten die nodig zijn voor de realisatie en de kwaliteitszorg van een project.
Reconstrueren	Het in een vroegere verschijningsvorm terugbrengen.
Renoveren ⁴	Het vernieuwen van een gebouw om het te laten voldoen aan eigentijdse eisen op het gebied van: veiligheid, functionaliteit, comfort en duurzaamheid (waaronder milieubelasting). Binnen deze BRL valt daaronder: verbeteren.
Repareren	Plaatselijke herstelwerkzaamheden waarbij zo weinig mogelijk materiaal wordt vervangen, veranderd of toegevoegd met gebruikmaking van oorspronkelijke of modernere reparatiematerialen.
Restauratie	In het algemeen het onderhouden, herstellen, aanpassen, verbeteren of in de oorspronkelijke staat terugbrengen van een monument of historisch (kunst)object.
Restaureren	Het uitvoeren van herstelwerkzaamheden aan gebouwen met monumentenstatus dan wel met een duidelijke cultuurhistorische waarde, die verder gaan dan normaal onderhoud en tot doel hebben het gebouw in goede staat te brengen met behoud van cultuurhistorische
Reversibiliteit	Een ingreep moet volledig omkeerbaar zijn. Of het gaat bij de ingreep om een herkenbare toevoeging, die dankzij de herkenbaarheid weer ongedaan kan worden gemaakt.
Scholingsplan	Een periodiek te actualiseren meerjarig document (ten minste voor twee jaar) dat beschrijft welke kennis en kunde bij het bedrijf aanwezig is, hoe deze kennis en ervaring op peil wordt gehouden en welk tekort aan kennis er is en hoe deze lacune wordt opgevuld.
Slopen	Als slopen (demonteren) worden alle activiteiten aangemerkt waarbij materiaal vernietigd of zodanig verwijderd wordt dat het niet meer of zeer beperkt ter plaatse voor hergebruik in aanmerking komt.

⁴ *Onder renoveren wordt in het algemeen verstaan: het grondig opknappen en moderniseren van oude woningen, gebouwen of wijk. In de restauratiesector wordt renoveren ook wel gebruikt voor het opknappen van historische gebouwen zonder monumentenstatus. 'Restauratieprojecten' bij een monument of cultuurhistorisch belangrijk gebouw omvatten in toenemende mate ook werkzaamheden die als renovatie gekenschetst kunnen worden. Vooral ook wanneer er sprake is van ander of intensiever gebruik. Bijvoorbeeld werkzaamheden rond het isoleren en het gebruik van uit energetisch oogpunt betere installaties. Binnen deze BRL vallen daaronder: conserveren, repareren, kopiëren en imiteren.*

Uitvoeringsrichtlijn (URL)	Een document met uitvoeringstechnieken, methoden en de technische specificaties van materialen, gebruik van producten, verbindingen etc. Een uitvoeringsrichtlijn valt altijd onder een Beoordelingsrichtlijn en moet altijd in samenhang hiermee gelezen worden.
Verbeteren	Vervaardigen van een nieuw onderdeel in oorspronkelijke of aangepaste vorm met gebruikmaking van nieuwe technieken en oorspronkelijke of modernere materialen; waarbij de prestaties worden verbeterd ten aanzien van: veiligheid, functionaliteit, comfort en duurzaamheid (milieubelasting).
Vernieuwen	Het vervangen van het bestaande voor een nieuw vervaardigd onderdeel in een oude vorm. Vernieuwen kan door kopiëren, imiteren of verbeteren.
Vervangen	Het door nieuw gelijk(soortig) materiaal vervangen van een totaal aangetast onderdeel dat niet meer te conserveren, te repareren of opnieuw te gebruiken is.
Voorbescherming	Voorbescherming houdt in dat het vergunningstelsel van de Monumentenwet (voor archeologische monumenten) respectievelijk de Wabo (voor andere dan archeologische monumenten) gedurende de procedure tot aanwijzing als beschermd monument van overeenkomstige toepassing is.
Waardenstelling	Het vaststellen van de cultuurhistorische waarde (monumentale waarden) van gebouw of bouwdeel. De waardenstelling beargumenteert waarom bepaalde bouwdelen het behouden waard zijn. Hierbij worden vijf hoofdcriteria gehanteerd: cultuurhistorische waarden, architectuur- en kunsthistorische waarden, situationele en ensemblewaarden, gaafheid en herkenbaarheid en zeldzaamheid.
Werkplan	Een plan van aanpak (omschreven planning en werkwijze) voor in ieder geval de risicovolle en restauratie-specifieke onderdelen van het werk.

2.3. Specifiek voor deze URL geldende begrippen en definities

3D printen	3D printen (ook wel AM - Additive Manufacturing genoemd) is een technologie waarmee complexe producten uit één stuk kunnen worden gefabriceerd. <i>Toelichting:</i> <i>Het is een techniek waarbij een digitaal bestand omgezet wordt naar een tastbaar object. Het object wordt laagje voor laagje opgebouwd door de 3D-printer.</i>
Aankauwen	Bij deze techniek wordt een staaf door een gat in de strip gestoken en vervolgens wordt er met een centerpunt materiaal van de strip naar de staaf gedreven waardoor deze gefixeerd wordt.

Afwerken	Het behandelen van metalen om ongecontroleerde corrosie tegen te gaan. Conserveren heeft in deze URL de betekenis van de minst ingrijpende categorie van de restauratieladder, zie par. 3.1.2.
Anodiseren	Een oppervlaktebehandeling om metalen zoals aluminium te voorzien van een oxidelaag. Anodiseren gebeurt door middel van een elektrolytische behandeling. De oxidelaag is hard, poreus en slijtvast.
Base	Ook wel loog of alkali genoemd. In oplossing heeft een base een pH-waarde hoger dan 7.
Borax	Borax (Natriumtetraboraat of dinatriumtetraboraat, ook wel flux genoemd) is een kleurloos tot blauwig wit mineraal. <i>Toelichting:</i> <i>Bij verhitting ontleedt het kristal en het kristalwater verdampft. Bij verdere verhitting (boven 878°C) smelt het borax en wordt het helder. Borax is niet magnetisch of radioactief. Het mineraal is giftig en schadelijk voor de nieren en de lever van de mensen kan worden opgenomen via de (beschadigde) huid. Ook bij gewoon huidcontact kunnen overgevoelighedsreacties optreden.</i>
Cladden	Cladden (cladding) is het bedekken van een materiaal met een ander materiaal. Cladding onderscheidt zich van de andere verbindingstechnieken zoals lijmen of lassen, doordat bij het 'cladden' de verbinding ontstaat door het te bedekken materiaal onder hoge druk op het dragermateriaal te persen.
Corrosie	Onder invloed van water en zuurstof uit de lucht oxideert staal (versneld door zuur en zout). Er wordt een laagje ijzeroxide gevormd: roest, in de vorm van een uniform laagje of put- of spleetcorrosie. <i>Toelichting:</i> <i>Deze laag is zeer poreus en biedt dan ook geen bescherming en het roestproces gaat verder. Het ijzer ondergaat daarbij een omvangrijke volumevermeerdering (tot 7 keer zijn volume). Hierdoor ontstaan er niet alleen grote spanningen in het staalwerk zelf, maar ook op de omliggende materialen, met breuken, scheuren en barsten tot gevolg.</i> <i>De meest gevoelige punten bij metalen constructies van gietijzer, smeedijzer of staal zijn doorgaans die waar water en vuil kunnen blijven staan of binnendringen, zoals bevestigingspunten. Vaak zijn die plaatsen nauwelijks zichtbaar, zodat het roestproces al vergevorderd is voordat het ontdekt wordt.</i> <i>Corrosie van gietijzer. Onder invloed van zuurstof en water roest gietijzer. Afhankelijk van het soort gietijzer kan het gietijzer in alle richtingen vrij gelijkmatig rosten en ontstaat er een dichte corrosiestructuur of (voor bijvoorbeeld gietijzeren vensters met een hoog koolstofgehalte) roest het slechts oppervlakkig en roest niet door. Corrosieproblemen bij gietijzer worden vaak aangetroffen rondom de contactvlakken met stalen onderdelen. Dezen zetten uit waardoor het gietijzer breekt.</i> <i>Roesten veroorzaakt spanningen in het materiaal. Gietijzer is een bros materiaal waarvoor deze spanningen gevaarlijk zijn.</i>

Cortenstaal	<p>Cortenstaal, is een metaallegering, bestaande uit ijzer waaraan koper, fosfor, silicium, nikkel en chroom zijn toegevoegd.</p> <p><i>Toelichting:</i> <i>Cortenstaal is een ijzerlegering waarbij de oxidatielaag verdere verroesting vertraagt. De sterkte is vergelijkbaar met die van andere gelegeerde staalsoorten zoals roestvast staal, de rekenwaarde is circa 355 N/mm². De bruine roestkleur is het meest typische uiterlijke kenmerk. De roestkleurige en zeer dichte oxidehuid schermst het dieper liggende materiaal af van zuurstof, waardoor de oxidatie sterk vertraagt, hoewel in holten die vol staan met water de corrosie zich wel voortzet. Door de oxidehuid is het niet nodig het materiaal te schilderen.</i></p>
Damaststaal	<p>Damast wordt tegenwoordig als verzamelnaam gebruikt voor twee soorten staal: wootz (of ook wel bulat genoemd) en patroongelast ('patternwelded') staal.</p> <p><i>Toelichting:</i> <i>Beide vertonen patronen door kleurverschillen. Deze zijn echter door geheel verschillende productietechnieken verkregen. Om verwarring te voorkomen, wordt daarom ook niet meer gesproken van damast, maar of van wootz, of van patroongelast staal.</i></p>
Diffusieverzinken	<p>Zie sherardiseren.</p>
Dinitrol	<p>Roestbeschermingsmiddel op basis van aardolie als grondstof. Niet-uithardend / blijvend kleverig oppervlak.</p>
Draadspuiten – autogeen	<p>Een vorm van metalliseren.</p> <p><i>Toelichting:</i> <i>Het wordt ook wel draad-vlamspuiten genoemd. In een spuitpistool versmelt een draad van zink of aluminium onder toevoeging van een brandend gas-zuurstofmengsel. Met behulp van perslucht verstuift de metaalnevel als conserverende deklaag op ijzer- en staalconstructies.</i></p>
Draadspuiten – elektrisch	<p>Een vorm van metalliseren.</p> <p><i>Toelichting:</i> <i>In een spuitpistool door middel van een elektrische vlamboog versmelten van 2 elektrisch geleidende draden die door perslucht verstuiven als conserverende deklaag op ijzer- en staalconstructies.</i></p>
Duplex-systeem	<p>Een systeem om metalen, vooral ijzer en staal, langdurig te beschermen; het bestaat uit de combinatie van een thermische verzink- of metalliseerlaag en een verfsysteem.</p>
Ferro – metalen	<p>Materialen (doorgaans legeringen) waarbij ijzer (Fe) het voornaamste bestanddeel vormt. Op grond van hun magnetische eigenschappen worden kobalt, nikkel en gadolinium ook tot de ferrometalen gerekend. Alle overige metalen worden tot de non-ferrometalen gerekend..</p>

Galvanische corrosie	Ook wel contactcorrosie genoemd. Een vorm van corrosie waarbij geleidend contact tussen twee verschillende metalen ertoe leidt dat het minst edele metaal corrodeert; de mate van corrosie wordt sterk bepaald door het verschil in edelheid en de onderlinge oppervlakte verhouding.
Geklonken constructies	Metalen constructiedelen verbonden d.m.v. klinknagels.
Gereedschapstaal	Gereedschapsstaal heeft een koolstofpercentage tussen 0.6% en 1.5%. Het is een hoog gelegerde staalsoort met meer dan 5% aan legeringselementen. Gereedschapsstaal wordt ook wel snelstaal of High Speed Steel (HSS) genoemd, maar wordt voor restauratiewerk niet of nauwelijks toegepast.
Gietgallen	Holten en/of porositeiten inwendig of uitwendig in een gietstuk. <i>Toelichting:</i> <i>Gietgallen zijn lucht ophopingen of zandinsluitingen. Gietgallen ontstaan als gevolg van fouten in het gietproces. Gietgallen kunnen een gietstuk ontsieren of verzwakken. Een gietgal vertoont zich al put of gaatje in het materiaal. In een gietgal is een vergroot risico op putcorrosie.</i>
Gietijzer	Gietijzer is een in vormen gegoten legering van ijzer, koolstof (2 tot 4,5%), mangaan en silicium (0,5 tot 3,5%). <i>Toelichting:</i> <i>We onderscheiden grijs gietijzer met 2,5 tot 4% koolstof en wit gietijzer met 1,8 tot 3,6% koolstof. Grijs of lamellair gietijzer komt het meeste voor. Het breukvlak vertoont een grijze kleur, waaraan het zijn naam dankt. Vanwege de ruwheid en de vorm is het uiterlijk van een gietijzeren voorwerp duidelijk als zodanig te herkennen.</i> <i>Afhankelijk van de samenstelling en de nabehandeling is gietijzer rekbaar of smeedbaar. Wit gietijzer is in principe niet lasbaar. Het wordt tijdens de productie snel afgekoeld, waardoor ijzercarbiden ontstaan die het materiaal zeer hard en slecht bewerkbaar maken. Wit temper gietijzer is gietijzer dat getemperd is om de ijzercarbiden te ontbinden. Dat maakt het warm vervormbaar, het is goed smeedbaar, te bewerken en te lassen. De breukrek ligt rond 1,5%, waardoor het vrij bros is.</i> <i>Nodulair gietijzer is grijs gietijzer waaraan 0,1% magnesium is toegevoegd. Hierdoor vormt de koolstof zich tot grafietballetjes, nodulen genoemd. Dit zorgt voor een hoge taaiheid en treksterkte.</i> <i>Gietijzer is zeer goed op druk te belasten, maar de treksterkte is gering. Bij temperaturen boven de 500 graden Celsius verzwakt de structuur van gietijzer. Plotselinge temperatuurverschillen zoals van bluswater kunnen in gietijzer voor plotselinge breukvorming zorgen.</i> <i>Voor de samenstelling van gietijzer en dus eigenschappen als treksterkte en hardheid bestaan normen. Tevens bestaan normen (of protocollen) voor het proces of de methode hoe een gietijzeren object of hoe een mal te maken. Het wordt bij restauratie van het materiaal sterk aangeraden om vooronderzoek te doen naar de samenstelling van het aangetroffen gietijzer. Let op de samenstelling van toevoegingen van nieuw gietijzer, vooral wat betreft de praktische toepasbaarheid en veiligheid.</i>

Gutsen	Gutsen is het door middel van een gootvormige steekbeitel van staal wegsteken van materiaal zoals hout of linoleum.
IJzer (Fe)	Een veel voorkomend element dat gelegeerd met onder andere de elementen koolstof (C) en silicium (Si) toegepast wordt als smeedijzer, gietijzer en staal.
Klinken	Een techniek om onderdelen van een constructie aan elkaar te verbinden door middel van klinknagels. <i>Toelichting:</i> <i>Een klinknagel bestaat uit een metalen pen (steel) die voorzien is van een verdikt uiteinde; de zetkop. De meest toegepaste klinknagels hebben een ronde bolle of een verzonken zetkop. De kop die erop wordt geklonken heet de sluitkop, ook deze kan bol of plat uitgevoerd zijn. Meestal zijn bij historische staal constructie dikkere klinknagels toegepast die warm zijn geklonken. De steel van de klinknagel wordt door een exact passend gat gestoken. Geklonken onderdelen worden tegen elkaar geklemd doordat de klinknagel bij het afkoelen krimpt.</i>
Krammen	Vaak aangeduid met de Engelse term “stitching”. Een reparatiemethode die bestaat uit het aanbrengen van een serie krammen in gescheurd gietijzer. <i>Toelichting:</i> <i>Het repareren van gebarsten, gebroken en beschadigd gietijzer - desgewenst in situ - door middel van metalen krammen. Het betreft een methode die lijkt op het stikken van stof. De methode kan gebruikt worden zonder de noodzaak van het maken van lassen.</i>
Lanoline	zie Schapenvet.
Lassen	Een techniek waarbij metalen onderdelen verbonden worden door ze te laten samensmelten, meestal onder toevoeging van metaal van ongeveer dezelfde materiaalsamenstelling, waarbij continuïteit ontstaat tussen de te verbinden delen. <i>Toelichting:</i> <i>Anders dan bij solderen smelt bij lassen ook het materiaal van het werkstuk en zal het toevoegmateriaal zich vermengen met het moedermateriaal.</i>
Lasplan	Een vooraf bepaalde aanpak (met daarin beschreven o.a. lasmethode en toevoegmateriaal) om te lassen, theoretisch of proefondervindelijk vastgesteld. Uitgebreide lasplannen zijn meestal schriftelijk.

Metalliseren	<p>Metalliseren, ook wel schooperen of thermisch spuiten genoemd, is een techniek waarbij vloeibaar onedel metaal op een oppervlak wordt gespoten.</p> <p><i>Toelichting:</i> <i>Er vormt zich een dunne anodische laag die het onderliggende metaal kathodisch tegen corrosie beschermt; het onedele metaal offert zich geleidelijk op ter bescherming van het staal. Het onedele metaal kan bestaan uit zink, aluminium, zink-aluminium of aluminium-magnesiumlegering. Draad of poeder wordt in een metalliseerapparaat met een gasvlam of elektrische vlamboog tot smelten gebracht en vervolgens met perslucht op het te beschermen materiaal gespoten. Het onedele metaal vormt een goed gehechte, taaie en poreuze metallische laag, waarop een verfsysteem zich goed hecht.</i></p> <p><i>Zie ook Thermisch verzinken</i></p>
Moffelen	<p>Het onder hogere temperatuur (meestal 180 °C) uitharden of verharden van materialen zoals moffellakken (verf onder andere moffelprimers/-surfacers en moffellakken) en poederlakken. Het moffelproces vindt plaats in speciale moffelovens.</p>
Mokume-gane	<p>Een oude Japanse smeedtechniek die haar naam dankt aan haar uiterlijk: mokume betekent houtnerf en gane metaal.</p> <p><i>Toelichting:</i> <i>Het is een versierings-techniek die niet vaak in de edelsmeedkunst wordt toegepast, omdat zij erg arbeidsintensief is.</i></p>
Nakoken	<p>Nakoken is het dichtstuiken van een geklonken naad en of overlapping zodat deze waterdicht is.</p>
Owatrol	<p>Multifunctioneel penetrerend antiroestmiddel dat roestvorming stopt en nieuwe corrosie voorkomt.</p>
Pennen met spieën	<p>Een oude techniek waarbij aan staven een doorgestoken (conische) pen wordt gesmeed, die door het gat van een stijl steek en aan de achterzijde door middel van een spie wordt opgesloten. Voorbeelden zijn: hekwerken langs tuinen, parken, kerkhoven, grafmonumenten en stellingen van mechanische uurwerken.</p>
Poedercoaten	<p>Poederlakken, ook wel poedercoaten of poederverven genoemd, is een elektrostatisch verfproces waarbij met perslucht negatief geladen poeder (bestaande uit binder, pigmenten en vulstoffen) op een positief geladen werkstuk verstoven wordt. Hierdoor blijft het poeder tijdelijk plakken, waarna het in een oven gesmolten of gemoffeld wordt.</p> <p><i>Toelichting:</i> <i>Poederlak wordt in z'n breedste vorm toegepast op verschillende metalen variërend van dun plaat- en profielmateriaal tot en met zwaar constructiestaal. Dit proces is niet geschikt voor restauratiewerk van gesmede objecten. Smeeddetails zijn als gevolg van poedercoaten niet meer zichtbaar en het proces is niet geschikt voor langdurige conservering voor buitenobjecten.</i></p>

Primer Een primer is een eerste laag materiaal op een ondergrond (substraat) die zorgt voor een optimale hechting tussen de ondergrond en de volgende (lak- of lijm)lagen. Bij metalen hebben deze meestal ook roestwerende eigenschappen.

Puddelijzer Puddelijzer is (smeed)ijzer dat d.m.v. een puddeloven uit ruwijzer wordt bereid; het ijzer wordt daarbij niet geheel vloeibaar.

Toelichting:

Door dit proces wordt het koolstofgehalte in het ruwijzer dermate sterk verlaagd dat het staal smeedbaar wordt. Doordat het niet vloeibaar wordt tijdens de productie heeft een soort vezelachtige structuur die karakteristiek is en na corrosie vaak zichtbaar wordt. Het is een eerste industriële techniek om smeedijzer te produceren op grotere schaal en wordt tegenwoordig alleen nog in musea soms getoond. Puddelijzer wordt nog in Engeland vervaardigd. Let hierbij op de afmetingen. Deze zijn in inches aangegeven.



Figuur 3 puddelijzer

Reinheidsgraad IJzer en staal ontdoen van roest tot een bepaalde reinheidsgraad, uitgedrukt in Sa 1 t/m Sa 3 of St 1 t/m St 3 zie ook bijlage 2.

Reinigen – chemisch Metalen ontdoen van roest, oxiden, walshuid, vet of andere aanslag door middel van zuren of logen.

Reinigen – handmatig Metalen ontdoen van roest, oxiden, vet of andere aanslag door middel van schuren of borstelen met een staalborstel of koperborstel.

Reinigen – thermisch IJzer en staal ontdoen van roest door middel van afbranden, ook wel vlamreinigen genoemd.

Rivet Een rechthoekige pen die, als onderdeel van een (kruis)verbinding door een gat gestoken kan worden; de pen kan worden geborgd door een gat met spie, aankauwen of uitsmeden.

Sherardiseren Ook wel diffusieverzinken genoemd. Het aanbrengen van een zinklaag door het tezamen verhitten van producten en zinkpoeder in een oven ter bescherming tegen corrosie.

Schapenvet Vet als roestbeschermingsmiddel voortkomend uit de wol van schapen.

- Schooperen** De term schooperen is genoemd naar de Zwitser Max Ulrich Schoop (1870-1956), die dit proces aan het begin van de twintigste eeuw uitvond. Het wordt ook wel metalliseren genoemd, zie daar voor de beschrijving van het proces. Oorspronkelijk bestond de schoopeerlaag uit zink.
- Smeedijzer** In Nederland gebruikelijke benaming voor al het laag gelegeerd of ongelegeerd ijzer dat smeedbaar is. Ook bekend onder naam "welijzer". Het heeft een laag koolstofgehalte en bevat slechts weinig mangaan, silicium, fosfor en zwavel.
- Smeedwerk** Het mechanisch vervormen (door middel van hameren, slaan of persen) van verhitte metalen. Hierbij wordt een stuk metaal in vuur verhit en vervolgens in de juiste vorm gebracht door middel van een smidshamer met behulp van een aambeeld.
- Solderen en hard solderen** Een techniek om metalen onderdelen met elkaar te verbinden door een metaallegering (het soldeer), met een lager smeltpunt dan de te verbinden onderdelen.

Toelichting:

Men spreekt van hardsolderen (ook braseren genoemd) als er met een brander gesoldeerd wordt bij een temperatuur boven 450 °C. Dit kan bij tinlegeringen met een simpele butaanbrander. Bij hardsolderen met een messing-, zilver- of aluminiumlegering gebruikt men een butaangas/zuurstof of een acetyleen/zuurstofbrander. Ook met bijvoorbeeld inductiesolderen kan worden hardgesoldeerd. Bij messingsoldeer wordt als vloeimiddel een omhulsel van flux (een witachtig poeder) gebruikt. De keuze voor het gebruikte soldeer wordt vooral bepaald door de te verbinden materialen. Wil men twee koperen delen met elkaar verbinden, dan kiest men gewoonlijk voor een soldeer dat hoofdzakelijk uit koper bestaat, met zilver en fosfor als toegevoegde legeringselementen. Een voordeel van dit soldeer is dat het zelffluxerend is, dit wil zeggen dat er geen extra flux hoeft te worden toegevoegd. Wil men twee stalen delen solderen, dan kiest men gewoonlijk voor messing. Is een van de delen van roestvast staal, dan kiest men voor zilversoldeer. Bij laagsmeltend soldeer (circa 620 °C) kan dat 55-60% zijn. Voor 2012 gebruikte men vaak cadmium in deze soldeerlegeringen, maar tegenwoordig is dat verboden vanwege de giftigheid van dit materiaal. Men dient bij solderen met een goede afzuiging te werken, want de dampen van de flux zijn schadelijk.

- Staal** Staal is een legering bestaand uit ijzer (Fe) en koolstof (C). De term staal wordt met name gebruikt voor ijzerlegeringen met een zodanig beperkt koolstofgehalte (typisch minder dan 1,9%) of gehalte aan toevoegingen als chroom, dat ze sterker en taaier zijn.

Toelichting:

We kennen ook de C-stalen welke gebruikt worden voor producten die harder moeten zijn zoals gereedschappen. Als het koolstofgehalte hoger ligt dan 0,3% dan is het staal hardbaar indien men het snel af laat koelen in onder andere water, olie of lucht. Aan staal kunnen diverse legeringselementen worden toegevoegd om onder andere de hardheid, buigzaamheid, slijtvastheid en corrosie bestendigheid te beïnvloeden zoals nikkel of chroom, molybdeen, vanadium. Een voorbeeld is roestvast staal, hetgeen roestvast is door een gehalte van minimaal 12% chroom. Het staal wat tegenwoordig wordt geproduceerd wijkt af van het staal dat vaak in monumenten is gebruikt. Zo kan bij een restauratie bijvoorbeeld een constructie van puddelijzer worden aangetroffen of staal met

een laag koolstofgehalte en een klein restant aan slak, waardoor het goed smeedbaar is. Puddelijzer wordt tegenwoordig nauwelijks nog geproduceerd. In de volksmond wordt staal met een lager koolstofgehalte dan 0,3 % vaak met ijzer aangeduid.

Stralen

Reinigingstechniek waarbij een straalmiddel met hoge luchtdruk tegen een oppervlak wordt gespoten om het metaal tot de gewenste reinheidsgraad te ontdoen van roest, oxides of conserveringslagen. Bovendien wordt het oppervlak opgeruwd, waardoor de aanhechting van poeder en lak verbetert.

Toelichting:

Let op met het ongewenst verwijderen van patinalagen. Werpstralen is een straaltechniek waarbij het straalmiddel met behulp van een soort schoepenrad (turbine) tegen het oppervlak wordt geworpen.

Straalmiddelen

Een middel om te stralen.

Toelichting:

Er kunnen verschillende straalmiddelen worden gebruikt zoals: aluminiumoxide (korund), olivinezand, glaspereels, ijzergrit of calciumcarbonaat. Een straalmiddel kan reactief zijn of inert; een inert straalmiddel reageert niet met vocht of met het te reinigen metaal.

Keuze straalmiddel is bijvoorbeeld afhankelijk van kwetsbaarheid ondergrond, wijze van conservering. Sommige straalmiddelen kunnen roesten en roest bevorderen als ze achterblijven (zoals ijzergrit).

Tectyl

Roestbeschermingsmiddel op basis van aardolie als grondstof. Uithardend en droog oppervlak.

Temperijzer

Wit gietijzer waarin de carbiden getemperd zijn, waardoor het ijzer vormbaar en lasbaar is.

Toelichting:

Temperen is een Engelse uitdrukking voor ontlaten van materiaal; daarbij wordt het ijzer minder hard (bros) en taaier. Men maakt onderscheid in wit en zwart temperijzer. Temperijzer noemt men ook wel smeedbaar gietijzer en ontstaat door het gloeien van witgietijzer met een laag koolstofgehalte (2,2 – 2,9 %) zonder decarbusering (=reductie van het koolstofgehalte).

Thermisch spuiten

Zie metalliseren.

Thermisch verzinken Het aanbrengen van een beschermende zinklaag.

Toelichting:

Thermisch verzinken is een techniek waarbij staal wordt ondergedompeld in een bad vloeibaar zink van 520 °C. De hierdoor gevormde goed afsluitende zinklaag en de tussen het staal en zink gevormde tussenlaag beschermen het staal tegen roestvorming. De zinklaag beschermt ook bij kleine beschadigingen dankzij de kathodische werking van het staal ten opzichte van het onedele zink. Voor een goede hechting wordt het stalen onderdeel doorgaans eerst gereinigd of ontvet door middel van onderdompeling in een zuurbad. Vervolgens het materiaal spoelen in water, in een flux bad dompelen en drogen. Flux is een beschermmiddel om oxidatie te voorkomen en een goede hechting te verkrijgen. Een aanvullende bescherm laag is niet nodig maar wel mogelijk. Dit wordt een duplexstelsel genoemd, zie daar.

Zie ook Metalliseren.

Verzinken	Verzinken is het aanbrengen van een dun laagje zink op een metalen voorwerp, zie 'thermisch verzinken', .
Vuurlassen	Ook wellen genoemd, naar het Engelse firewelding. Zie 'wellen'.
Walshuid	Een walshuid is een dunne oxidelaag. De walshuid heeft andere eigenschappen dan het onderliggende metaal en kan scheuren en losraken wat nadelig is voor de conservering.
Wapperen/aanstralen	Wanneer met stralen de druk lager wordt gezet en er slechts lichtjes over het materiaal wordt gegaan, spreekt men van aanstralen. Dit wordt ook wel "wapperen" genoemd. Dit correspondeert doorgaans de SA-kwaliteitsnorm SA1. Dit wordt vooral veel gebruikt om (thermisch)verzinkt materiaal te reinigen. Dit houdt in dat de zinklaag van zinkzouten en andere verontreiniging wordt ontdaan. Bovendien wordt het oppervlak opgeruwd, waardoor de aanhechting van poeder en lak verbetert..
Wolvet	Zie Schapenvet.
Wellen	Een zeer oude en klassiek techniek waarbij onderdelen van smeedijzer of smeedstaal onder zeer hoge temperatuur met elkaar versmolten worden.

Toelichting:

Deze techniek wordt ook "vuurlassen" genoemd. Indien het nodig is kan er gebruik gemaakt worden van een beschermmiddel om verbranding van het materiaal te voorkomen. Bijvoorbeeld zand (expliciet kalkvrij), borax (flux) of een ander middel. Voorbeelden van geweld verbindingen zijn: torenkruizen die uit vier staven aaneen geweld zijn; gevelankers met krullen.

3. EISEN AAN HET PROCES

3.1. Algemeen

3.1.1. Uitgangspunten bij beslissingen over onderhoud en restauratie

Deze paragraaf bevat de uitgangspunten bij het vooraf nemen van beslissingen door de opdrachtgever over onderhoud en restauratie van monumenten. Voor andere partijen kan de paragraaf een hulpmiddel zijn bij overleg met de opdrachtgever.

Restauratie van cultureel erfgoed is alleen zinvol als dit de betekenis ervan, wat betreft onder meer (cultuur)historische, esthetische of architectonische waarden, blijvend in stand houdt of versterkt. Essentieel hierbij is dat erfgoed op een verantwoorde wijze wordt beheerd. Het gaat bij restaureren en beheren om het zo veel mogelijk vertragen van de tand des tijds. De tand des tijds dwingt tot regelmatig ingrijpen, waarbij in beginsel geldt: conserverend herstel.

Bij ingrepen gelden onderstaande uitgangspunten. Deze uitgangspunten gelden zowel voor het ge- bouw of object als geheel, als voor een onderdeel daarvan.

De eerste stap bij restauratie is waardenstelling (herkennen en erkennen van waarden) door gekwalificeerd personeel of een ingehuurde adviseur. De waardenstelling moet aantoonbaar en toetsbaar zijn.

De tweede stap bij restauratie is het bepalen in welke mate wordt ingegrepen en hoe.

Elke ingreep is in meer of mindere mate een aantasting van cultuurhistorische waarde(n). Eisen die gesteld moeten worden aan een ingreep zijn:

- beperk de omvang van de ingreep tot 'zo veel als noodzakelijk is en zo weinig als mogelijk is';
- voer de ingreep degelijk uit, om (opnieuw) ingrijpen zo veel mogelijk te voorkomen of zo lang mogelijk uit te stellen;
- de ingreep moet passend (compatibel) zijn binnen de gegeven situatie (invloed op fysische processen mag niet tot schade leiden, reparaties moeten zwakker zijn dan het origineel, tenzij dit een constructieve vereiste is);
- vervang bij voorkeur met hetzelfde materiaal (of materiaal met dezelfde eigenschappen) en/of dezelfde techniek.

Dit heeft als consequentie dat bij ingrepen beoordeeld dient te worden of een maatregel

- compatibel⁵ is en
- herbehandelbaar⁶ of
- omkeerbaar (reversibel)⁷

Op basis van bovenstaande is een voorkeursvolgorde te definiëren voor ingrepen bij restauratie. Hierbij hanteren we onderstaande hiërarchie van restauratiecategorieën: de zogenaamde 'restauratieladder'. Daarbij heeft een bepaalde regel uit oogpunt van onderhoud en restaureren steeds de voorkeur boven de regel eronder (zie tabel 1). Welke restauratiecategorie van toepassing is, hangt af van de fysieke samenhang en de historische waardenstelling van het betreffende bouwdeel.

⁵ *Compatibiliteit: Een ingreep of behandeling mag geen schade (in technische of esthetische zin) toebrengen aan het aanwezige historische materiaal. De ingreep zelf dient binnen die randvoorwaarden zo duurzaam mogelijk te zijn.*

⁶ *Herbehandelbaarheid: Een ingreep of behandeling moet herhaalbaar zijn na degradatie van de ingreep tot een onacceptabel niveau.*

⁷ *Reversibiliteit: Een ingreep moet volledig omkeerbaar zijn. Of het gaat bij de ingreep om een herkenbare toevoeging, die dankzij de herkenbaarheid weer ongedaan kan worden gemaakt.*


De genoemde restauratiecategorïën zijn die zoals vastgelegd in de BRL 'Onderhoud en restauratie van monumenten' (BRL ERM 4000, 6.1.1).

De hier beschreven uitgangspunten vormen overigens ook een goed uitgangspunt bij ingrepen bij gebouwen en objecten zonder de status van beschermd monument.

Tabel 1: Hiërarchie van restauratiecategorïën (restauratieladder)

1. CONSERVEREN / ONDERHOUDEN	
2. REPAREREN	
3. VERNIEUWEN	a. KOPIËREN
	b. IMITEREN
	c. VERBETEREN

VOORKEURSVOLGORDE



Toelichting bij Tabel 1

In deze hiërarchie van restauratiecategorïën ('restauratieladder') gaan conserveren, onderhoud en repareren voor vernieuwen. Het materiaal is immers de fysieke drager van de historische waarde. Als conserveren of onderhoud onvoldoende is, gaat men over tot repareren. Indien onderdelen niet meer gerepareerd kunnen worden, volgt vernieuwen.

Dit betekent dat alleen vernieuwing plaatsvindt bij:

- bedreiging van het voortbestaan (het verval van gebouw of gebouwdeel kan niet gestopt worden);
- bij technisch falen van een constructie, materiaal of afwerking (er moet bij vernieuwen – althans voor de professional– herkenbaar zijn dat sprake is van 'later werk').

Bij vernieuwen zijn er drie opties: kopiëren, imiteren en verbeteren. Als traditionele technische middelen niet toereikend blijken om een monument te restaureren (kopiëren), dan is het aanvaardbaar

om een beroep te doen op bewezen moderne conserverings- en constructiemethoden (imiteren). Het verbeteren van (onderdelen van) monumenten is alleen van toepassing indien een gebruikersdoel hierom vraagt (bijvoorbeeld eisen die voortvloeien uit het veilig kunnen gebruiken van een monument) en de waardenstelling hiervoor de ruimte geeft.

Zie voor meer informatie verder de BRL 'Onderhoud en restauratie van monumenten' (BRL ERM 4000, 6.1.1).

3.1.2. Restauratiecategorïën

Zie voor algemene specificaties omtrent restauratiecategorïën hetgeen is omschreven in de ERM- beoordelingsrichtlijn (BRL ERM 4000).

Specifiek voor historisch metaal gelden verder de volgende definities:

1. *Conserveren*: de aangetroffen toestand consolideren, dit zijn ingrepen gericht op het remmen van verval, zoals door ontroesten, verwijderen van oude verfsystemen (na documenteren) en aanbrengen van een nieuw verf- of duplexsysteem;
2. *Repareren*: ingrepen gericht op het herstellen van schade, zoals oplassen, het inlassen van relatief kleine stukken metaal, nieuwe klinknagels aanbrengen bij een brug, de onderkant van een hekwerk repareren of de onderkant van een stalen kozijn repareren;

3. Vernieuwen:

- a. *Kopiëren*: aanbrengen (aanvullend of vervangend) van hergebruikt materiaal of metaal met dezelfde samenstelling als het oorspronkelijke materiaal. Toepassen van oorspronkelijke verbindingstechnieken zoals wellen, klinken en knelbanden.
- b. *Imiteren of reconstrueren*: aanbrengen (aanvullend of vervangend) van metalen met een andere samenstelling dan het oorspronkelijke werk. Gebruik van verbindingstechnieken die qua beeld lijken op oorspronkelijk maar uitgaan van andere materialen en technieken. Bijvoorbeeld bij een verbindingstechniek gebruik maken van een lasverbinding in plaats van een gewelde verbinding.
- c. *Verbeteren*: hierbij blijft het beeld zo veel mogelijk gehandhaafd, maar worden aanvullende eigenschappen toegevoegd. Door de detaillering aan te passen of andere materialen of technieken toe te passen gaat het prestatieniveau omhoog (zoals constructieve sterkte, levensduur of isolatiewaarde. Zoals het aanbrengen van extra scharnieren om het extra gewicht van een kozijn geschikt voor dubbel glas op te vangen.

In bijlage 1 'Keuzetabel restauratietechnieken' zijn deze categorieën gekoppeld aan ingreep mogelijkheden.

3.2. Voorbereiding

3.2.1. Contractvorming

Voorafgaand aan de werkzaamheden zijn er goedkeurmomenten wat betreft opname, specificaties en procedures rond onverwachte zaken, rapportage en eindverantwoording. Leg deze vast in offerte en opdrachtbevestiging. Verwijs wat betreft werkzaamheden in de offerte naar de restauratiecategorieën zoals omschreven onder 3.1.2 (en in Tabel 1).

Als de werkzaamheden plaatsvinden zonder tussenkomst van een architect, adviseur of (hoofd)aannemer, valt de uitvoering van het historisch metaal onder verantwoordelijkheid van de opdrachtnemer. Deze doet een opname zoals omschreven onder 3.2.5.

Indien een architect of adviseur het restauratie- of instandhoudingsplan opstelt, moet het uitvoerend bedrijf vooraf het restauratie- of instandhoudingsplan beoordelen op uitvoerbaarheid en (laten) toetsen aan deze URL, aan de hand van relevante delen uit bestek, werkomschrijvingen en tekeningen. Het uitvoerend bedrijf controleert daarnaast of het metaal van de vereiste kwaliteit kan leveren.

Als dat niet mogelijk is of hierover twijfel bestaat, meldt de opdrachtnemer dit vóór het indienen van een offerte aan de opdrachtgever.

De opdrachtnemer legt naast de opname, zie 3.2.5, in de offerte duidelijk het volgende vast:

- welke materialen van het te vervangen of te verwijderen historisch metaal noodzakelijkerwijs vervangen moeten worden;
- welke onderdelen in eigendom blijven van opdrachtnemer of de opdrachtgever;
- op welke wijze en voor wiens rekening waardevolle onderdelen worden opgeslagen;
- afwijkingen van de situatie, werkomschrijving, bestek en/of tekeningen worden schriftelijk gemeld aan de opdrachtgever en waar nodig opgenomen in het contract;
- welke bij de constructie passende metalen toegepast gaan worden.

3.2.2. Afbakening verantwoordelijkheid (instapmomenten)

Een opdracht kan op verschillende momenten in het proces kan worden verleend. De opdrachtnemer kan alleen verantwoordelijkheid nemen voor het deel van het proces waarbij hij betrokken is. Deze beperking geldt ook voor het realiseren van de uitgangspunten van het werk.

3.2.3. Advisering werkzaamheden

Als zonder tussenkomst van een derde partij werkzaamheden worden uitgevoerd voor een opdrachtgever, behoort het adviseren over de omvang van de werkzaamheden en toe te passen materialen tot de verantwoordelijkheid van de opdrachtnemer. De opdrachtgever bepaalt echter of het advies niet, gedeeltelijk of geheel wordt opgevolgd.

Daarbij dient ten minste, voor zover relevant, aandacht te worden besteed aan de volgende inhoudelijke aspecten:

- bestek- of werkomschrijvingen, ondersteund door werktekeningen, schetsen of foto's, waaruit de vereiste detaillering duidelijk blijkt;
- ter beoordeling van de vastgestelde werkwijze wordt bij ingrepen aan cultuurhistorisch zeer waardevol historisch metaal vooraf een proefstuk opgezet. Na de beoordeling wordt de definitieve werkwijze bepaald;
- (product)specificaties van de toe te passen materialen en restauratie technieken;
- Conserveringsmethode inclusief de bijbehorende specificatie zoals kwaliteitseisen, garantie kwaliteitsbewaking en opleverdossier;
- hulpmiddelen die voor de uitvoering van het werk noodzakelijk zijn;
- hulpconstructies ten behoeve van stabiliteit en het voorkomen van vervorming, zoals het stutten en stempelen van aanliggende bouwdelen, voor zover dit niet uitgevoerd wordt door de hoofdaannemer;
- kwaliteit van aanwezig historisch metaal en her te gebruiken metaal door middel van de keuze van de restauratiecategorie;
- afwerking en aansluitingen op bestaand werk;
- eventueel aanvullende eisen.

Als bovengenoemde werkzaamheden al zijn verricht door de architect, adviseur of aannemer, dan wordt gecontroleerd of voldoende duidelijk is of gewerkt is op basis van de principes van de restauratieladder voor een correcte uitvoering van de werkzaamheden. Als dit niet het geval is, dan wordt dit schriftelijk meegedeeld aan de opdrachtgever.

3.2.4. Afwijkingen

De opdrachtgever kan toestemming verlenen af te wijken van deze URL. In dat geval worden in de werkomschrijving en/of in het bestek de afwijkingen vermeld, of in ieder geval schriftelijk vastgelegd in:

- een nota van inlichtingen bij een bestek of werkomschrijving; of
- een goedgekeurd verslag van een werkoverleg of bouwvergadering; of
- een ander document zoals een opdracht of een contract.

Indien het werk vergunningplichtig is (zie paragraaf 3.2.7), zal het afwijken van deze URL voor aanvang van de werkzaamheden ook met de vergunningsverlener worden besproken.

Wanneer in het bestek, werkomschrijving, opdracht of contract geen eisen staan vermeld wat betreft het historisch metaal, legt het uitvoerend bedrijf materiaalspecificaties, etc. schriftelijk vast in een document aan de opdrachtgever dan wel hoofdaannemer.

3.2.5. Opname en beoordeling bestaande situatie

De opname en beoordelingen vinden plaats op verschillende momenten in het uitvoeringsproces. Bijvoorbeeld als eerste op locatie en vervolgens na de eerste straalbehandeling. Voer voor de eerste straalbehandeling eerst een kleuronderzoek uit, voor zover van toepassing. Vervolgens pas stralen voor een diepgravender beoordeling. Voor zover geen of onvoldoende gegevens aangereikt zijn door de opdrachtgever, architect of adviseur, wordt door de opdrachtnemer, voor zover van belang, aangegeven welke aspecten nader onderzocht of aangegeven moeten worden. Na een eerste visuele inspectie moet worden beoordeeld en vastgelegd welke zaken opgenomen en gedocumenteerd moeten worden voor reiniging en demontage en welke zaken na reiniging. Voor reiniging zie paragraaf 3.4. Veel punten kunnen pas na grondige reiniging worden opgenomen.

Deze opname betreft de volgende aspecten:

- aangeven of het historische metaal een cultuurhistorische betekenis heeft, indien dit niet door een andere partij gedaan is/wordt zoals een bouwhistoricus of architect;
- opmeten en documenteren van het historische metaal dat aangetast is, inclusief kleuronderzoek indien noodzakelijk. Speciale aandacht verdienen oude afwerklagen of conserveringslagen. Indien er kleurhistorisch onderzoek (KHO) is uitgevoerd dan ten alle tijd het onderzoek afdekken op een daartoe geëigende wijze. Indien geen KHO verricht is, wordt sterk aangeraden een of meerdere afdekplaatjes aan te brengen opdat plaatselijk de historische verflagen behouden blijven;



Figuur 4 afdekplaatje bij kleurhistorisch onderzoek

- waar nodig markeren van zeer waardevol historisch metaal dat gespaard moet worden en extra aandacht nodig heeft, bijvoorbeeld in de vorm van (tijdelijke)bescherming;
- op tekening, schetsen of afbeeldingen aangeven van de omvang en type van de aantasting van het historische metaal;
- onderzoek naar de oorzaak van aantasting, bijvoorbeeld lekwater, corrosie, galvanische corrosie, vervorming door overbelasting, slijtage, beschadiging, bezwijken door externe oorzaken, vandalisme;
- indien relevant⁸ het (laten) onderzoeken en analyseren van de fysische eigenschappen van het bestaande historische metaal; bijvoorbeeld in relatie tot de lasbaarheid en op mechanische eigenschappen;

⁸ Wanneer de eigenschappen van het bestaande werk duidelijk zijn (bijvoorbeeld in het geval van relatief modern werk) of de inspanning van het onderzoek niet in verhouding staat tot de omvang van het werk kan de opdrachtnemer in samenspraak met de opdrachtgever en de adviseur of architect (indien betrokken) beslissen geen nader onderzoek te (laten) uitvoeren.

- per onderdeel wordt bepaald wat geconserveerd, gerepareerd of vernieuwd kan of moet worden en wat de omvang hiervan is;
- bij vernieuwen (kopiëren, imiteren of verbeteren) worden de maatvoering en detaillering zodanig vastgelegd dat deze kunnen dienen als onderlegger voor de beoogde aanpassingen en als historische documentatie;
- bij het vaststellen van tekortkomingen die opnieuw en versneld leiden tot aantasting of degradatie, wordt gekeken naar een aanpassing van de constructie of detaillering. Denk bijvoorbeeld aan het voorkomen van inwatering;
- bij alle voorstellen tot ingrepen dient de vraag te worden beantwoord of en in welke mate de oorzaak van de schade hierdoor wordt weggenomen;
- bij het sterke vermoeden dat het historische metaal in het verleden een afwerking of bewerking heeft gehad, aangeven of deze hersteld moet worden;
- afwerkklagen die weggenomen worden (bijvoorbeeld door stralen) (laten) documenteren.

De opdrachtnemer dient er zeker van te zijn dat met de opgegeven specificaties de vereiste kwaliteit kan worden vervaardigd. Bij geconstateerde afwijkingen ten aanzien van de bestaande situatie, werkomschrijving, bestek en/of tekeningen, dient dit schriftelijk te worden vastgelegd naar de opdrachtgever dan wel te worden opgenomen in het contract.

3.2.6. Constructieve veiligheid

Bij het herstel van metalen constructies zoals liggers, kolommen en spanten kan de constructieve veiligheid in het geding zijn. Ook kunnen zwaardere eisen gesteld worden in verband met een functionele aanpassing. Het volgende is hierbij van belang:

- controleren of liggers, spanten of kolommen voldoen aan de gewijzigde functionele eisen. In dit geval zal een constructeur met kennis van monumentale metaalconstructies de constructie moeten doorrekenen op basis van de nieuwe functionele eisen aan de hand van de van toepassing zijnde Eurocodes. Doorgaans hanteert men voor het beoordelen van bestaande constructies en verbouw de NEN 8700. Voor nieuwbouw wordt verwezen naar de Eurocodes. Het bouwbesluit 2012 verwijst hier ook naar. De NEN 8700 serie moet in samenhang met de Eurocodes worden gebruikt. Laat deze werkzaamheden uitvoeren door of in opdracht van de opdrachtgever.
- bij verzwaring of aanpassing van constructies een duidelijke tekening met berekening volgens de van toepassing zijnde Eurocodes laten maken door een constructeur met ervaring in historische metaalconstructies. Laat deze werkzaamheden uitvoeren door of in opdracht van de opdrachtgever.

3.2.7. Vergunningen en aanvullende eisen

Voordat met de uitvoering van de restauratie van historisch metaal wordt begonnen, moet bepaald worden of de werkzaamheden al dan niet vergunningplichtig zijn (zie bijlage 3). Indien hierover bij de opdrachtnemer twijfel bestaat wordt de opdrachtgever geadviseerd dit bij de gemeente na te gaan.

Als een omgevingsvergunning is vereist en deze niet door de opdrachtgever is verzorgd, wijst de opdrachtnemer de opdrachtgever of diens gemachtigde er aantoonbaar op dat deze verantwoordelijk is voor het (laten) verzorgen van de omgevingsvergunning.⁹

Bij restauratie van historisch metaal kunnen gewijzigde eisen zodanig hoog zijn dat geen sprake meer kan zijn van kopiëren maar van imiteren of verbeteren om aan de eisen te kunnen voldoen. Dit wordt vooraf gemeld.

⁹ Informatie over de vergunningplicht van werkzaamheden staat op www.monumententoezicht.nl. Van het Bouwbesluit 2012 kan ontheffing verleend worden als monumentale waarden in het geding zijn. Zie hiervoor BRL 4000, bijlage 4 Wet- en regelgeving (informatief) en de bijlage bij deze URL.

3.2.8. Inspelen op onverwachte zaken en vondsten

Ook kunnen zich tijdens de uitvoering van het werk onverwachte zaken voordoen waardoor afgeweken moet worden van de vooraf vastgelegde restauratiecategorie, bijvoorbeeld van repareren van historisch metaal naar het volledig vernieuwen van historisch metaal, of het afwijken van de vergunning. Dit dient met de opdrachtgever afgestemd te worden (afwijkende zaken). In geval van het afwijken van de vergunning dient de opdrachtgever dit terstond aan de vergunningverlener te melden.

3.2.9. Overdracht en garantie

Restauratie van historisch metaal vindt plaats binnen een keten waarin wordt samengewerkt met andere gekwalificeerde bedrijven. Als historisch metaal in rechtstreekse opdracht van de eigenaar (opdrachtgever) wordt uitgevoerd, geleverd en/of geplaatst, worden garanties verstrekt zoals genoemd in §3.13.1.

3.3. Voorbereidende werkzaamheden

De voorbereiding bestaat uit:

- Demontage ter plaatse (zie par 3.3.1) of
- Demontage in de werkplaats (zie par 3.3.2)

Proefstuk

Fijn uitgewerkte (smeedijzeren) onderdelen kunnen gemakkelijk beschadigd raken. Het is aan te raden een proefstuk op te zetten voor over te gaan gaat tot behandeling.

Om tot een goede beoordeling te komen van de werkzaamheden te komen is het vaak noodzakelijk eerst te reinigen. Zie daartoe paragraaf 3.4 Reinigen.

3.3.1. Demontage ter plaatse

Demonteren is doorgaans niet eenvoudig omdat het (giet)ijzerwerk stevig verankerd is in natuursteen of metselwerk.

Om zo weinig mogelijk oorspronkelijk materiaal verloren te laten gaan, wordt gestreefd naar het verkrijgen van zo groot mogelijk te vervoeren onderdelen of constructies. Deze werkwijze wordt vooraf vastgelegd. Voor het demonteren of uitnemen van historisch metaal geldt het volgende:

- ga ten eerste na of er stabiliteitsproblemen kunnen ontstaan als gevolg van de demontage;
- demonteer het metaal alleen indien dit noodzakelijk is;
- stel een labelschema op en label de onderdelen;
- uitnemen van gedeelten van het bestaande historisch metaal op zodanige wijze dat het omringende werk niet beschadigd wordt. Indien nodig dient het omringende werk deugdelijk afgeschermd te worden;
- om stofbelasting te verminderen worden gruis en andere losse delen tijdens het werk afgezogen. Indien het niet anders kan dan dient met over te gaan op het wegvegen. In uiterste gevallen dient het onderhanden werk natgehouden worden waarbij men rekening dient te houden met de vorming van corrosie;
- voor hergebruik bestemde materialen worden zorgvuldig gedemonteerd en gemarkeerd;
- het metaal dient voor hergebruik dient zorgvuldig beschermd tegen weersinvloeden te worden opgeslagen zodanig dat materiaal niet onbedoeld verdwijnt. Met name diefstal gevoelige onderdelen zoals koper verdienen speciale aandacht;
- voorkom breuk bij het vervoeren met name bij gietijzer;
- het losmaken en demonteren van onderdelen uit muren, kolommen en voetblokken mag in principe alleen plaatsvinden door uitboren of uithakken. Hierbij dient het meest waardevolle zo volledig mogelijk behouden te blijven;

- pas als uithakken of uitboren van het lood niet lukt, kan het bevestigingspunt doorgezaagd (bij voorkeur met een handzaag) of doorgeslepen worden (bij voorkeur met een dunne slijpschijf). Omringend materiaal dient voldoende te worden beschermd tegen vliegroest en vonken. Het doorslijpen of doorzagen van bevestigingspunten kan namelijk schade geven in de vorm van bruinverkleuringen door ijzerdeeltjes die zich hechten aan het omringende materiaal. Bij slijpen, zagen en/of knippen van brons, koper of messing kan een groene verkleuring ontstaan op het omliggende materiaal door de oxidatie van het weggeslepen materiaal;
- het afbranden van bevestigingspunten met een thermische scheider (zoals een snijbrander) is alleen in uitzonderlijke gevallen toegestaan indien er geen andere mogelijkheden voorhanden zijn. Het is alleen toegestaan na overleg met het bevoegd gezag of de opdrachtgever of diens deskundig adviseur. In dat geval zijn ook voorzorgsmaatregelen verplicht om schade aan omliggend materiaal, zoals natuursteen te voorkomen;
- slijpen wordt in beginsel afgeraden. Er is immers kans op schade van de aanliggende bouwdelen maar het neemt ook te veel materiaal weg;
- bijzondere aandacht voor brandgevaar. Vooral in een omgeving waar oud (droog) hout voorkomt;
- dek de omringende bouwdelen goed af indien slijpen noodzakelijk is;
- slijp de verbindingen alleen los indien het metaal zover is doorgeroest dat hergebruik niet meer mogelijk is.

Signalering

De uitvoering volgt de met de opdrachtgever overeengekomen werkwijze. Wanneer het een vergunningplichtige activiteit betreft, informeert de opdrachtnemer de opdrachtgever zoveel mogelijk voordat de betreffende werkzaamheden starten indien:

- de schade aan het historische metaal veel groter blijkt dan opgegeven;
- de gekozen werkwijze door omstandigheden niet uitvoerbaar blijkt, bijvoorbeeld wanneer achter verflagen meer is weggeroest dan eerst is ingeschat;
- tussentijdse wijzigingen worden voorgesteld die een kwaliteitsvermindering of risico's voor de toekomst inhouden;
- tussentijdse wijzigingen worden voorgesteld die van invloed zijn op de kosten;
- de voorgeschreven werkwijze de oorzaak niet wegneemt of zal leiden tot vervolgschade.

Over het vervolg van de werkzaamheden worden schriftelijke afspraken gemaakt.

Werkzaamheden worden niet gestart voordat alle betrokken partijen hun goedkeuring voor deze nieuwe afspraken hebben gegeven.

3.3.2. Demontage in de werkplaats

De demontage bestaat normaliter uit het losmaken van stropen, banden, klinknagels, spieverbindingen, etc. in de werkplaats.

- bepaal op basis van de complexiteit van het object en de gebruikte oude methoden van smeden of construeren de wijze van demonteren;
- de demontage verloopt in principe in de omgekeerde volgorde van het samenstellen van de oorspronkelijke delen;
- delen die vervangen dienen te worden, mogen worden geofferd bij de demontage, indien dit de demontage vereenvoudigt;
- Slijp lassen weg van bijvoorbeeld een eerdere reparatie of slecht uitgevoerde restauratie.

3.4. Reinigen

3.4.1 Algemeen

Doel van een eerste reiniging (ook wel voorstralen genoemd) is het mogelijk maken van een opname en beoordeling van het smeedwerk of de constructie, het creëren van een veilige werkomgeving en is noodzakelijk voor het goed kunnen uitvoeren van herstel. Vlak voor het aanbrengen van de conserverings- en afwerklaag is ook een grondige reiniging nodig; daaraan moeten soms specifieke eisen worden gesteld afhankelijk van het type beschermlaag.

Voor het reinigen van ijzer en staal geldt het volgende:

- de aangetroffen oppervlakte structuur van het te conserveren metaal mag niet worden aangetast. Let er bij smeed- en gietwerk op dat detaillering en scherpste niet verloren mogen gaan en er mag geen (onnodig) materiaalverlies optreden.
- alleen die delen reinigen die overeengekomen zijn conform opdracht, bestek, tekening, schetsen of foto's;
- de vereiste toestand van de ondergrond wordt in reinheidsgraden uitgedrukt Sa 1 t/m Sa 3 voor stralen en St 2 t/m St 3 voor handreinigen, zie bijlage 2.
- reinigen volgens de opgegeven of overeengekomen reinheidsgraad St 2 t/m St 3 en Sa 1 t/m St 3. Indien niet voorgeschreven dan gelden de eisen zoals voorgeschreven in de tekst.
- Zorg ervoor dat op het moment van applicatie van de eerste verlaag het metaal aan alle oppervlakte-eisen voldoet (reinheid, ruwheid, zichtbare vervuiling, niet zichtbare vervuiling). De tijd tussen reinigen en conserveren in de werkplaats is afhankelijk van klimatologische omstandigheden. Vaak is dat ten hoogste 24 uur. Voorkom dat er vliegroeest ontstaat. Bij een hoge luchtvochtigheid zal er eerder vliegroeest ontstaan dan bij een lage luchtvochtigheid, zorg ervoor dat de luchtvochtigheid lager is dan 70%. Indien vliegroeest wordt aangetroffen voor het conserveren, dient eerst opnieuw gereinigd te worden en dient de conservering direct na reiniging aangebracht te worden. Verwijder altijd de walshuid.
- Volg de kenmerkenbladen van de verfleverancier
- Bij voorkeur vindt het stralen en de vervolgbehandeling niet plaats in dezelfde ruimte
- Zorg door middel van de juiste straalbehandeling ná restaureren ervoor dat de juiste ondergrond (reinheid en ruwheid) verkregen wordt als voorbehandeling voor het afwerken (metalliseren of primerlaag). Voer dit uit in nauw overleg en op advies van de specialisten. Dit is noodzakelijk voor het afleveren van een kwalitatief hoogwaardig product. Indien niet in de werkplaats geconserveerd kan worden moet gezorgd worden voor omstandigheden die overeenkomen met die in de werkplaats, let vooral op temperatuur en luchtvochtigheid.

Reinigen van historisch metaal kan op de volgende manieren plaatsvinden:

	Hoe	Voordelen	Nadelen	Risico's	Vooraf reinigen	Definitief reinigen
Mechanisch reinigen (par 3.4.2)	Stralen <i>(Mechanisch reinigen - machinaal)</i>	stralen geeft de meest efficiënte manier		Pas op met kwetsbare oppervlakten en onderdelen	Geschikt	Geschikt
	Handmatig (staalborstel) <i>(Mechanisch reinigen handmatig)</i>	Kan eenvoudig op locatie worden uitgevoerd			geschikt	ongeschikt
Chemisch reinigen (par 3.4.3)	Met zuren of logen	Goede voorbehandeling voor verdere afwerkingsbewerking	Niet gebruiken bij poreus metaal, metaal met holtes of bij verbindingen	Persoonlijke veiligheid	geschikt	geschikt
Thermisch reinigen (par 3.4.4)	Met brander, oven of in het (smids)vuur	Op locatie uit te voeren	Alleen geschikt als eerste reiniging	Let erop verbindingen als soldeerverbinding en niet teveel te verhitten	geschikt	ongeschikt

3.4.2 Mechanisch reinigen

Mechanisch reinigen kan zowel handmatig als machinaal worden uitgevoerd en met verschillende gereedschappen zoals een (naalden-bik)hamer, staalborstel, schuurpapier, en een machine met een roterende staalborstel. Let hierbij wel op de hechting van de conserveringslaag, zo geeft een staalborstel mogelijk niet voldoende oppervlakte ruwheid voor een goede hechting.

Bij zwaar verroeste delen kan het nodig zijn om als eerste staphandmatig met een (bik)hamer of machinaal met een naald(bik)hamerde dikste roestlagen los te kloppen. Daarna dient het oppervlak verder gereinigd te worden met een staalborstel of door stralen.

Handmatig

Deze wijze van reinigen wordt alleen uitgevoerd als het gaat om kleine reparaties ter plaatse, tenzij anders overeengekomen.

- Uitvoeren met behulp van een staalborstel of machinaal door een roterende staalborstel.
- De reinheidsgraad moet ten minste St 3 zijn of voldoen aan de voorschriften van de verfleverancier of het metalliseerbedrijf. Met name voor metalliseren is ook de ruwheid van belang waardoor handmatig en thermisch reinigen niet geschikt zijn als voorbehandeling.

Stralen

Binnen de staalconservering is stralen de meest efficiënte en voorkomende wijze van reinigen, zeker als het gaat om grote metalen constructies en voorwerpen. Het stralen wordt meestal uitgevoerd door gespecialiseerde bedrijven. Soms wordt staal eerst met werpstralen gereinigd zodat het grotendeels schoon is, maar dat is niet geschikt voor fijne onderdelen. Voor een overzicht van de reinheidsgraden zie bijlage 2.

Hiervoor gelden de volgende eisen:

- Fijn uitgewerkte smeedijzeren onderdelen kunnen gemakkelijk beschadigd raken. Het straalmiddel mag niet zo grof zijn of de druk niet zo hoog dat het oppervlak beschadigd of vervormd. De oorspronkelijke oppervlakte structuur (textuur), en moet herkenbaar (zichtbaar) blijven. De oorspronkelijke oppervlakte structuur (textuur), zoals bewerkings- of smeedsporen mogen niet wijzigen en moet herkenbaar blijven. Het is dan zeker aan te raden een proefstuk op te zetten voor men overgaat tot de behandeling;

- Stralen moet in een afgeschermd omgeving gebeuren onder zodanige klimatologische omstandigheden dat vocht geen invloed kan hebben op het gestraalde oppervlak;
- fijne en gedetailleerde voorwerpen of onderdelen stralen met bijvoorbeeld glasparels, olivine zand bij relatief lage druk of walnootschalen;
- Indien straalmiddel in of tussen de staalconstructie kan achterblijven moet met een inert straalmiddel worden gewerkt; andere straalmiddelen kunnen nieuwe roestvorming veroorzaken;
- Stralen van smeedijzer moet worden uitgevoerd met een inert straalmiddel;
- Stralen van roestvaststaal moet worden uitgevoerd met een inert straalmiddel, zoals RVS grit, (edelkorund), glasparels of nieuw grit om te voorkomen dat RVS in contact komt met gewoon staal, dit om roestvorming te voorkomen.
- De reinheidsgraad moet ten minste Sa 2,5 zijn of voldoen aan de voorschriften van de verfleverancier of het metalliseerbedrijf

3.4.3 Chemisch reinigen

Onder chemisch reinigen worden verschillende soorten behandelingen verstaan, zoals ontvetten en beitsen, met elke hun eigen doel. Het is vaak een voorbehandeling voor het aanbrengen van een conserveringssysteem bij nieuw vervaardigde constructies en voorwerpen die vervolgens thermisch verzinkt worden. Het is dus van toepassing voor categorie 1 Conserveren en categorie 3 Vernieuwen (kopiëren, imiteren, verbeteren).

Metaal kan worden ontroest door beitsen, daarvoor worden vaak de beitszuren zwavelzuur, zoutzuur en fosforzuur gebruikt. Door beitsen kan ook de walshuid worden verwijderd. Het staal reageert echter in meer of mindere mate met deze beitszuren, indien de reactie te sterk is kan een sterke verruwing van het metaaloppervlak optreden. Door zogenaamde beitsrem of inhibitor toe te voegen aan het beitszuur is de reactiesnelheid van de ongewenste reactie van het staal belangrijk te vertragen. Voor het staal te beitsen is het belangrijk het metaal eerst alkalisch te ontvetten om een gelijkmatige beitswerking over het gehele oppervlak te bewerkstellingen. Alkalisch reinigen is tegenwoordig de meest gebruikte chemische reinigingsmethode. Bij alkalisch reinigen worden vet en andere niet hechtende verontreinigingen verwijderd. De reinigende werking berust op de gedeeltelijke verzeping en het emulgeren van vetten en het suspenderen van vaste verontreinigingen. De reinigingsvloeistof bestaat uit een waterige oplossing van hydroxyden, natriumcarbonaat en fosfaten waaraan onder meer bevochtigers, detergenten (zepen), en complexvormers aan zijn toegevoegd. Hierbij zijn bewerkingsstijd, temperatuur en agitatie (b.v. roeren, sproeien, mechanische hulpmiddelen) belangrijke parameters.

Chemisch reinigen kan ook worden gebruikt om oude verfsystemen te verwijderen, dus om onderdelen te 'ontlakken' met afbijtmiddelen.

- het verwijderen van vuil, vet en olie van metaaloppervlakken voordat deze een verdere behandeling ondergaan door middel van alkalische reinigingsmiddelen of logen;
- na beitsen dient het zuurproces te worden geneutraliseerd en moeten zuur-, zout- en reinigingsresten door spoelen in (warm)waterbaden worden verwijderd;
- let met het gebruik van zuren op dat het niet in poreuze materialen, zoals welijzer, kan dringen.
- denk om persoonlijk veiligheid, pak gereinigd materiaal niet aan met blote handen, draag schone handschoenen, gebruik tangen of ophanghaken.

Voor het chemisch reinigen zijn vrijwel geen normen beschikbaar.

Wel voor het aanbrengen van conversielagen, die een hechtingsverbetering geven voor het aanbrengen van (poeder)coatings en afhankelijk van het type, ook verbetering van corrosiewering kunnen geven.

Ter plaatse (indien de te behandelen delen niet gedemonteerd kunnen worden) kan ook gereinigd worden d.m.v. hogedruk waterstralen, stoomcleanen enz. Al dan niet met toegevoegd "straalmiddel".

3.4.4 Thermisch reinigen

Onder thermisch reinigen wordt verstaan het met een brander, oven of in het (smids)vuur afbranden van vervuilingen. Deze methode kan effectief zijn voor het verwijderen van bijvoorbeeld verfrestanten, vet en olie. Het is niet effectief voor het verwijderen van roest. Het is met name geschikt voor gebruikt op locatie, voor kleine onderdelen waar snel een eerste reiniging noodzakelijk is.

Thermisch reinigen is effectief als voorbehandeling voor de eerste straalbehandeling, verhitte verflagen laten makkelijk los.

Na het thermisch reinigen is het oppervlakte glad, borstelen met een staalborstel maakt het oppervlakte weer ruwer (zorgt voor betere hechting).

Let op de volgende zaken:

- het metaal mag niet degraderen of vervormen door te hoge afbrandtemperaturen. Maximale temperatuur 600C;
- let erop aanwezige verbindingen zoals gesoldeerde verbindingen niet te heet te maken
- let erop oude conserveringslagen niet te verliezen, zoals loodmenie. Het kan moeilijk zo niet onmogelijk zijn die plekken nog te bereiken. Let er ook op het eventueel aanwezige lood niet te verliezen.
- na het afbranden of vlamreinen eventuele brandresten mechanisch (staalborstel of roterende staalborstel) verwijderen;
- denk om persoonlijke veiligheid, zorg voor goede ventilatie en afzuiging zodat giftige dampen die kunnen ontstaan als bijvoorbeeld olie, vet of verfresten op het metaal aanwezig zijn worden afgevoerd.
- Thermisch reinigen is bedoeld als eerste reiniging, het is geen geschikte laatste reinigingsmethode voor het aanbrengen van de afwerkingslaag.

Voor thermisch reinigen is de norm NEN-EN-ISO 8501-1 beschikbaar.

3.5. Verbindingstechnieken

Deze paragraaf beschrijft verschillende verbindingstechnieken en de eisen die gesteld worden aan de reparaties van objecten die door middel van verbindingstechnieken samengesteld zijn, vaak van verschillende metalen.

Het gaat om de volgende verbindingstechnieken:

Verbindingstechniek	Variante van die verbindingstechniek
1. Doorgestoken verbindingen	Aangekouwde verbinding (staaf door strip)
	Aangegoten verbinding (staaf door strip)
	Pennen met spieën / pen- en gatverbinding (hoekverbinding)
2. Stropverbindingen	
3. Draaibare verbindingen (bouten)	

Verbindingstechniek	Variante van die verbindingstechniek
4. Klinkverbindingen	Klinken
	Breekmoeren
	Klinkbouten
5. Las- en soldeerverbindingen	Lasverbindingen
	Handgesoldeerde verbindingen
	Gewelde verbindingen

Uitgangspunt is dat de oorspronkelijke verbindingstechniek moet worden gerespecteerd. Niet alleen de vormgeving van de onderdelen op zich, maar ook de verbindingen laten duidelijk zien hoe het werk is gemaakt en bepalen dus mede de authenticiteit en karakteristiek van het werk. Alleen als dit technisch niet mogelijk is of als er andere zwaarwegende argumenten zijn om hier van af te wijken, kan voor een andere verbindingstechniek worden gekozen, na overleg met de opdrachtgever en bevoegd gezag (zie ook par 3.2.4.)

Het lassen van verbindingen die oorspronkelijk niet zijn gelast moet worden beschouwd als 'laatste redmiddel', en alleen worden toegepast indien er geen alternatieven zijn.

1. Doorgestoken verbindingen

Aangekouwde verbinding (staaf door strip)

Bij deze techniek wordt een staaf door een gat in de strip gestoken en vervolgens wordt er met een centerpunt materiaal van de strip naar de staaf gedreven waardoor deze gefixeerd wordt. Let op de strakke passing. Een techniek die vooral veel bij hekken werd toegepast.

Herstel

Repareren van een aangekouwde verbinding is mogelijk maar niet eenvoudig, vaak is er na het reinigen zoveel ruimte tussen strip en staaf aanwezig dat aankauwen tegenvalt. Als het mogelijk is om de onderdelen weer op dikte te brengen door ze op te stuiken heeft dat de voorkeur, als dit niet mogelijk is omdat de betreffende spijlen dan te kort worden dan kunnen de spijlen gefixeerd door materiaal in de ontstane ruimte te drijven, je kunt dan denken aan hele kleine stalen spietjes/spieën, of een zachter metaal zoals lood of zink. Een tweede probleem wat kan optreden is dat onderdelen, bijvoorbeeld spijlen van een hek, tijdens nastralen, metalliseren of spuiten kunnen verschuiven omdat de te bewerken delen nog een aantal keren worden verplaatst en opgehangen. Het is van belang dat gecontroleerd wordt of alle spijlen vastzitten.

Aangegoten verbinding (staaf door strip)

In horizontale liggers zijn vaak gaten gehakt of geponst waar de spijlen doorheen zijn gestoken. Door het hakken van de gaten en vervolgens het opstuiken kan de ligger plaatselijk verbreed zijn. Het hakken van gaten wordt uitgevoerd met een beitel. Eerst maakt men een sleuf in het ijzer en vervolgens stuikt men het ijzer op, waardoor de sleuf steeds verder open gaat staan. Vervolgens drijft men een pen in het gat die het de gewenste vorm geeft en werkt men de ligger af.

De restruimte wordt na het doorsteken volgegoten met lood dat na afkoeling (en dus krimpen) wordt aangedreven. De spijlen werden bovendien vast gekookt, dat wil zeggen dat met een kookbeitel een braam in de spijl geslagen werd bij het gat, zodat de spijl niet meer kon verschuiven.



Figuur 5 Aangetaste aangegoten verbinding

Herstel

Verwijder eventueel aanwezige corrosie in de verbinding.

Indien voldoende lood nog aanwezig is en de kier maximaal 0,5 mm is, kan dit lood nog aangekauwd worden (zorg er dan ook voor het lood aan de onderkant van de verbinding naar boven te drijven om en geen gleuf aan de bovenkant te laten bestaan om inwatering aan te vermijden).

Indien de staaf te veel materiaal verloren heeft kan de staaf worden opgelast of kan een nieuw stuk staaf er tussen gelast worden. Giet vervolgens met lood aan.

Pennen met spieën / pen- en gatverbinding (hoekverbinding)

Een verbinding waarbij een passende pen pas door of in een gat is gestoken.

Herstel

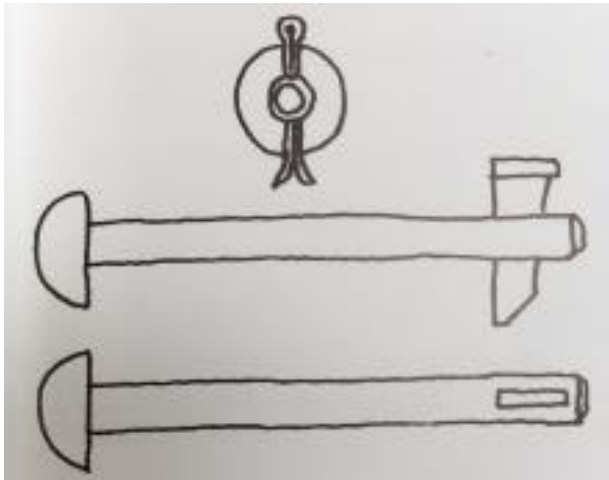
Maak (smeed) een nieuwe spie of pen naar oorspronkelijke afmeting (of zoveel groter als het gat groter geworden is). Door een nieuwe spie of pen wat groter te smeden is deze verbinding meestal weer goed passend te maken.

Als de speling tussen pen en gat te groot geworden is, kan - afhankelijk van de mogelijkheden die het werkstuk biedt - het gat kleiner gesmeed worden. Stuik de pen vervolgens op. Pas als deze werkwijze niet mogelijk is kan de pen opgelast worden.



Figuur 6 Pen met spie

PM tekeningen invoeren



Figuur 7 Spiebout met splitpen

2. Stropverbindingen

Een strop is een gesmeed bandje van hetzelfde smeedijzer waarmee twee of meerdere gesmede onderdelen met elkaar verbonden kunnen worden. De strop is eventueel in verschillende profielen te smeden zoals bijvoorbeeld halfrond, halfovaal of trapeziumvormig.



Figuur 8 maken van een strop

Herstel

Een vergane strop is eenvoudig te vervangen door deze los te halen met een tang of slijptol en nieuw aan te brengen. Repareren van een strop is te tijdrovend en brengt weer risico 's van bijvoorbeeld slechte hechting van 'nieuw op oud' met zich mee.

3. Draaibare verbindingen (bouten)

Een bout bestaat uit een ronde steel met schroefdraad en hebben een vierkante, zeskante of bolle kop. Op de bout wordt een moer gedraaid. Er bestaan verschillende soorten schroefdraad waarbij sommige soorten historisch gezien karakteristiek kunnen zijn en een cultuurhistorische waarde kunnen hebben.

Bij boutverbindingen wordt de steel op afschuiving en/of trek belast, vandaar dat gestreefd werd naar een symmetrische verbinding. Schroefbouten zijn van oudsher toegepast voor scharnierverbindingen zoals vakwerkspanten.

Zowel de kop als het type schroefdraad kunnen dus karakteristiek zijn voor bouwtijd en land. De meest voorkomende type historische draad is Engelse draad (BSW).

Herstel

De meeste bouten zijn nog verkrijgbaar en in bijzondere gevallen nieuwe conform de originele maken.

Waardevolle cultuurhistorische draad (BSW) moet gehandhaafd blijven, optappen van Engelse (BSW) draad naar metrische draad is nadrukkelijk niet toegestaan.

4. Klinkverbindingen

Klinken

Een techniek om onderdelen van een constructie aan elkaar te verbinden door middel van klinknagels. Een klinknagel bestaat uit een metalen pen (steel) die voorzien is van een verdikt uiteinde; de zetkop. De meest toegepaste klinknagels hebben een ronde bolle of een verzonken zetkop. De kop die erop wordt geklonken heet de sluitkop, ook deze kan bol of plat uitgevoerd zijn.

Meestal zijn bij historische staal constructie dikkere klinknagels toegepast die warm zijn geklonken. De steel van de klinknagel wordt door een passend gat gestoken. Geklonken onderdelen worden tegen elkaar geklemd doordat de klinknagel bij het afkoelen krimpt.

Klinknagels kunnen ook verzonken (gesoevereind) zijn zodat een of beide uiteinden van de klinknagel zich vast kunnen zetten.

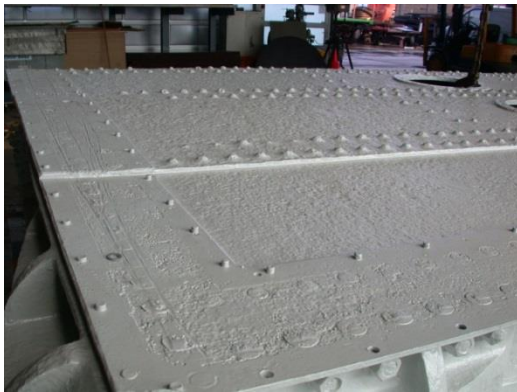
Herstel

Restauratiebedrijven kunnen nog altijd klinknagels aanbrengen, zowel op grote als op kleine schaal. Kleinere klinknagels (in beperkte aantallen) kunnen prima door een smid in zijn werkplaats worden aangebracht. In Nederland zijn enkele bedrijven die materiaal en apparatuur hebben om op grote schaal (zwaardere) klinknagels aan te brengen, bijvoorbeeld bij een brug.



Figuur 9 Apparatuur voor het aanbrengen van zwaardere klinknagels

Verwijder de klinknagel (door middel van boren of met een snijbrander – let in dat geval erop het omliggende materiaal niet te beschadigen). Breng vervolgens de nieuwe klinknagel aan. Het kan voorkomen dat slechts de klinknagel koppen ontbreken. Constructief herstel is niet nodig is als het onderliggende materiaal niet aangetast is en aan de verbinding geen constructieve eisen worden gesteld. In dit geval is het voldoende de klinknagel te conserveren.

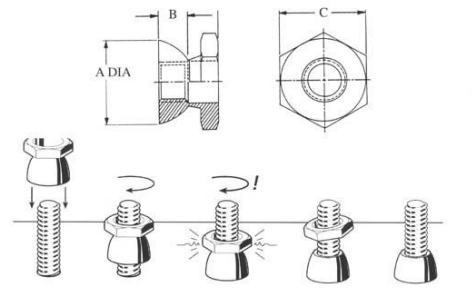


Figuur 10 ontbrekende of beschadigde klinknagel koppen

In bepaalde situaties kan het terugbrengen van klinknagels niet mogelijk zijn door technische, economisch of praktische redenen. Zorg ervoor dat de uitstraling van deze verbinding zo waarheidsgetrouw op een klinknagelverbinding lijkt. Hieronder worden enkele mogelijkheden vermeld.

Breekmoeren

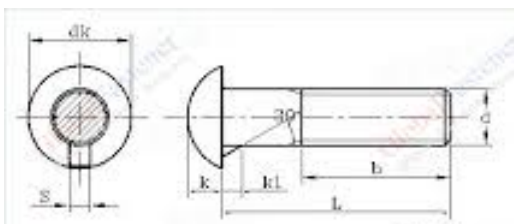
Een breekmoer is een geschikte verbindingmethode indien traditioneel klinkwerk om een dringende technische, economisch of praktische reden niet toepasbaar is.



Figuur 11 breekmoer

Nokbouten (DIN607)

Door het uiterlijk van de bolle kop lijkt een nokboutverbinding op een klinknagelkop, aan de andere kant blijft de moer zichtbaar.



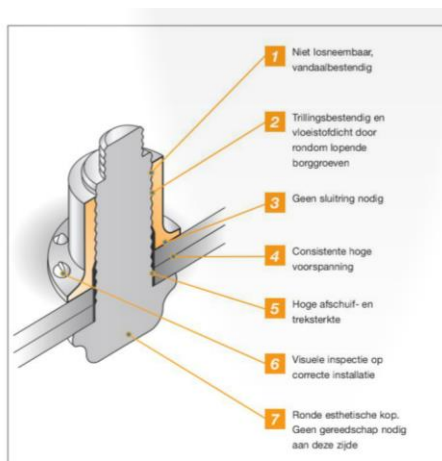
Figuur 12 Nokbout



Figuur 13 alternatief voor nokbout

Klinkbouten

Een onderhoudsvrij alternatief voor grote aantallen en snelle –pneumatische- montage. Met een eenvoudig voorontwerp en nabehandeling kan hetzelfde uiterlijk gecreëerd worden als bij authentieke klinknagels maar met een grotere constructieve werking. Let erop dat de nabewerking de verbinding verzwakt.



Figuur 14 klinkbout

5. Las- en soldeerverbindingen

Lasverbindingen

Voor lasverbindingen zie par 3.7.2

Hardgesoldeerde verbindingen

Hardsolderen is een techniek om metalen onderdelen met elkaar te verbinden door middel van een materiaal, meestal een metaallegering (het soldeer), met een lager smeltpunt dan de te verbinden delen, door middel van een brander, bij een temperatuur boven 450 °C.

Herstel:

Neem de verbinding uit en reinig hem. Hardsoldeer de verbinding opnieuw.

Gewelde verbindingen

Wellen was voordat men het lassen introduceerde, een veelgebruikte techniek om ijzeren delen te verbinden. De te wellen onderdelen kregen eerst een bepaalde vorm om een goede verbinding te kunnen maken. De uiteinden werden bijvoorbeeld geplet of de één werd geplet en de ander kreeg een split, waardoor de onderdelen in elkaar grijpen. Vervolgens werd het ijzer op welhitte gebracht (tegen het punt aan waarop het ijzer 'verbrandt') en werden de onderdelen aan elkaar gedreven.

Herstel:

Let op: Een oorspronkelijke gewelde verbinding opnieuw alleen wellen indien het een niet belangrijke constructieve verbinding betreft.

Deze techniek kan alleen toegepast worden als het betreffende onderdeel gedemonteerd kan worden voor bewerking in de werkplaats.

De te wellen delen moeten goed gereinigd worden (verwijder alle roest) voor het opnieuw te wellen.

3.6. Conserveren (restauratiecategorie 1)

3.6.1. Algemeen

Conserveren van historisch metaal bestaat uit acties die gericht zijn op het remmen van verval, zoals ontroesten, reinigen en het aanbrengen van een verfsysteem. In enkele situaties kan het ijzer worden beschermd met kathodische bescherming.

Voor het afwerken van ijzer en staal, zie paragraaf 3.11 Afwerken. Voor ijzer en staal geldt dat:

- de conservering wordt minimaal uitgevoerd tot en met het aanbrengen van de primer, afhankelijk van de afspraak die opdrachtgever en opdrachtnemer daarover maken;
- het aanbrengen van een vervolg verfsysteem wordt uitgevoerd volgens (een nog op te stellen aanvulling van) URL4009;
- het reinigen in beginsel niet op de bouwplaats wordt uitgevoerd, tenzij onderdelen niet gedemonteerd worden.

3.6.2 Kathodische bescherming (KB)

Algemeen

Om ijzer en staal tegen corrosie te beschermen kan, als alternatief voor het behandelen met een roestwerende producten, in bepaalde situaties kathodische bescherming worden toegepast.

Kathodische bescherming (KB) is een elektrochemische techniek waarmee de corrosie van metalen onderdelen die omgeven zijn door een geleidend materiaal kan worden vertraagd of gestopt. Het geleidende materiaal kan water zijn, maar ook vochtig materiaal zoals aarde, beton, metselwerk of natuursteen. Het principe van KB berust op het negatiever maken van de potentiaal van het corroderende ijzer of staal, door middel van het aanbrengen van een elektrisch veld. Het spanningsverschil wordt aangelegd tussen het te beschermen ijzeren onderdeel een, meestal meerderen, elektroden (anoden) die zich in de directe omgeving bevinden van het ijzer. Door het lager worden van de potentiaal van het te beschermen onderdeel wordt de oxidatiereactie (aan dat onderdeel) verhinderd. KB leidt er ook toe dat de pH rondom het ijzer geleidelijk stijgt en dat agressieve chloride ionen worden weggedreven waardoor de omgeving minder corrosief wordt.

Voor het effectief beschermen van het ijzer zijn onder meer de volgende factoren van belang: het contact tussen het ijzer en het omliggende materiaal, de stroomverdeling rondom het ijzer, type en locatie anoden, continuïteit van het te beschermen ijzer, geleidbaarheid omgeving (elektrolytische geleiding). Ook de visuele impact van de KB installatie (met bedrading) moet worden beoordeeld.

Type KB-systemen

Er bestaan twee typen systemen:

- Passief KB-systeem met opofferingsanoden (zink en/of aluminium legering);
- Actief KB-systeem met opgedrukte stroom met inerte anoden (titaan, koolstof, geleidende mortel/verf) .

Normen en praktische afwegingen

Voor staal in metselwerk zijn geen specifieke normen, maar de volgende normen kunnen worden toegepast:

- NEN-EN 12696 Kathodische bescherming van staal in beton
- NEN-EN 12954 Kathodische bescherming van metalen constructie in grond of in het water.

In het algemeen geldt dat het ontwerpen, installeren en onderhouden van kathodische beschermingsinstallaties werk voor specialisten is. Dit geldt zeker ook voor een KB installatie op staal in metselwerk.

Beheer en onderhoud

Omdat het corrosieproces zal terugkeren als de KB niet goed functioneert, zal de functionaliteit regelmatig gecontroleerd moeten worden. Bij een actief systeem dient minimaal elk kwartaal de werking van de gelijkrichter te worden gecontroleerd. Verder dienen er elke 6 maanden potentiaalmetingen te worden uitgevoerd.

Het systeem kan worden voorzien met een telemetrie, een bewaking op afstand, waarbij de werking van het KB systeem bij wijze van spreken dagelijks gecontroleerd kan worden. Eén keer per jaar is controle ter plaatse nodig.

3.7. Repareren (restauratiecategorie 2)

3.7.1. Algemeen

Hieronder vallen ingrepen gericht op het herstellen van schade, zoals door oplassen, het inlassen van relatief kleine stukken metaal, een enkele nieuwe klinknagel en bijvoorbeeld het vernieuwen van de onderkant van een bestaand hekwerk.

Respecteer de historisch juiste verbindingmethode. Ga eerst na of het te restaureren object ter plekke gerepareerd kan worden. Indien dit niet mogelijk is omdat de werkzaamheden te omvangrijk zijn, het object demonteren en naar de werkplaats vervoeren, zie par. 3.3.1 en 3.3.2 Demontage.

Ga het volgende na:

- is repareren ter plaatse mogelijk of alleen na demontage;
- Is op basis van eigen opname of aangeleverde tekeningen, schetsen of foto's duidelijk wat gerepareerd moet worden;
- Is repareren mogelijk op basis van de oorspronkelijk gehanteerde technieken zoals wellen, pennen met spieën, klink- of boutverbindingen.

Voordat de het object de definitieve conserveringsbewerking ondergaat, kan het noodzakelijk zijn tussentijds bepaalde delen te conserveren. Plekken die na verbinden niet of lastig te bereiken zijn, moeten voor het samenvoegen worden behandeld tegen roestvorming, bijvoorbeeld door deze delen in een lijvige verf te zetten. Pas daarna, terwijl de verf nog nat is, worden ze weer met elkaar verbonden op dezelfde manier als in het oorspronkelijke werk.

3.7.2. Reparatie van onderdelen

3.7.2.1. Reparatie door middel van lassen

De techniek lassen kan bij reparatie op verschillende manieren worden ingezet. Het kan een belangrijke bijdrage leveren aan het behoud van oorspronkelijk materiaal. Echter, het kan ook afbreuk doen aan cultuurhistorische waarden als de techniek niet op de goede manier wordt gebruikt. Als eerste zal de lasbaarheid van het metaal onderzocht moeten worden, daarvoor is identificatie belangrijk. Ook is het essentieel dat de lasmethode aansluit bij het soort metaal, zo vraagt smeedijzer een andere lasmethode en andere lastoevoegmiddelen dan gietijzer. Lassen die constructief van belang zijn moeten beproefd worden.

Herstel

Smeed indien nodig een onderdeel bij (inboeten). Las het onderdeel vervolgens in. Werk de las netjes af door smeden (geeft een authentieker uiterlijk dan slijpen).

Overwegingen bij uitvoeren laswerk

Lassen is een techniek waarbij constructiedelen verbonden worden door materiaal plaatselijk vloeibaar te maken onder toevoeging van lasmateriaal van de juiste samenstelling (zie NEN-EN-ISO4063). Voor het uitvoeren gelden de volgende uitgangspunten:

- bij het repareren van in oorsprong niet gelast metaal is laswerk in beginsel niet toegestaan. Het mag wel indien oorspronkelijke technieken niet geschikt zijn en soms is het wenselijk indien meer oorspronkelijk metaal behouden kan blijven. Laswerk pas uitvoeren na goedkeuring van de opdrachtgever en vergunningverlener;



Figuur 15 ingelast stuk getordeerde spijl

- het dichtlassen van verbindingen in smeedijzer en gietijzer is niet toegestaan tenzij daar uitdrukkelijke redenen voor zijn en mits dit met de opdrachtgever is overeengekomen;
- Ernstig geroest materiaal is vrijwel niet meer te lassen, aangezien de materiaalstructuur zich deels heeft omgezet in oxide. Ook beschermstoffen zoals teer, menie, verf en zink kunnen in de materiaalstructuur getrokken zijn, en geven verontreiniging in de las. Daardoor kan een zwakkere verbinding ontstaan.

Werkwijze laswerk

- indien laswerkzaamheden noodzakelijk zijn aan verbindingen die oorspronkelijk niet waren gelast, is nader overleg noodzakelijk met de opdrachtgever – deskundige adviseur en het bevoegd gezag dat de vergunning heeft verleend.
- Als lassen onontkoombaar is, moet de las zo afgewerkt worden dat de ingreep niet zichtbaar is. De las moet dus vanuit de kern van het materiaal opgebouwd worden.

- het metaal grondig reinigen voor het lassen (zie NEN-EN-ISO 3834). Bij het lassen van gietijzer na het voorslijpen eerst altijd het geslepen deel verspanen (vijlen en/of frezen), omdat bij het slijpen in de toplaag grafiet vrijkomt, wat de lasnaad breekbaar maakt. Gutsen is ook een mogelijkheid.
- Bij het slijpen van aluminium zet zich slijpmateriaal af op het oppervlak, wat zorgt voor verontreiniging in de las.
- laswerkzaamheden mogen alleen in duidelijk omschreven situaties uitgevoerd worden en er zal tevoren een lasplan moeten worden opgesteld. Bijvoorbeeld als substantieel meer oorspronkelijk materiaal behouden kan blijven en als het onevenredig veel demonteren van onderdelen vermeden kan worden. In een lasplan moet ten minste aangegeven worden:
 - waar de lassen komen (plaats en grootte);
 - de afmetingen van de las, de a-hoogte bij hoeklassen;
 - indien de veiligheid in het geding is, voer een metallurgisch onderzoek uit op de breeksterkte van de las;
 - de lasmethode;
 - voorbereiding van de lasnaad;
 - afkeurcriteria na de 100% visuele controle;
 - reparatiecriteria;
 - extra werkzaamheden als voor- of nawarmen, lasvolgorde, wel of niet voorhechten;
 - extra maatregelen om brand en/of beschadiging van het gebouw of object en het werk te voorkomen.

Metaal-identificatie

Voor het toepassen het juiste materiaal en de juiste techniek is identificatie van het materiaal erg belangrijk. Enkele aandachtspunten:

- Stel eerst de gebruikte materiaalsoort vast na het verwijderen van oude beschermlagen. In de praktijk wordt nog regelmatig de fout gemaakt dat, als men een "gietnaad" ziet, dit als gietijzer of gietstaal wordt geïdentificeerd, terwijl dit ook een matrijsnaad van smeedijzer of smeedstaal kan zijn.
- Indien twijfel bestaat over de chemische samenstelling kan men een klein deel van het materiaal laten onderzoeken. Met spectraalanalyse en met andere element analyse technieken kan door een gespecialiseerd laboratorium de chemische samenstelling worden bepaald.
- Met röntgenonderzoek of ultrasoon onderzoek kunnen eventuele gebreken worden aangetoond zoals scheuren in het metaal, onvolkomenheden (holten) in het lasproces of de lasrups
- Indien aanvullend metallurgisch onderzoek nodig is, stellen opdrachtgever en opdrachtnemer gezamenlijk met het metallurgisch laboratorium een meetplan op.
- Op basis van de identificatie van het materiaal, kan door een lasdeskundige een lasplan worden opgesteld.

Lassen aan smeedijzer

Als lassen van smeedijzer noodzakelijk is dan geldt de volgende werkwijze:

- identificeer het soort smeedijzer (niet te verwarren met staal) omdat de keuze van het lasproces hiervan afhankelijk is. Smeedijzer is zeer goed lasbaar. Historisch gelamineerd metaal dat delamineert, kan echter slecht of niet lasbaar zijn door een hoog siliciumgehalte. Let ook op het zwavel- en fosforgehalte; beide mogen niet meer zijn dan 0,05% en samen niet meer dan 0,1%. Het koolstofgehalte mag niet hoger dan 0,2% zijn.

- De meest geschikte lasprocessen zijn (de opdrachtgever bepaalt volgens de lascodes beschreven in NEN-EN-ISO4063 het juiste lasproces):
 - booglassen met beklede electrode (111);
 - TIG lassen met massieve draad of staaf (141); TIG (afkorting voor Tungsten Inert Gas) is een vorm van elektrisch booglassen en dankt zijn naam aan de Engelse naam voor wolfram (Tungsten) en het gebruik van een inert gas als beschermgas.
 - MIG lassen gasbooglassen met afsmeltende massieve elektrode onder bescherming van een inert gas (131):
 - Mag lassen gasbooglassen met afsmeltende massieve elektrode onder bescherming van een actief gas (135):
 - Gasbooglassen met een gevulde draadelektrode onder bescherming van een actief gas (136);
 - Gasbooglassen met een metaalpoeder gevulde draadelektrode onder bescherming van een actief gas (138);
 - autogeen lassen met zuurstof-acetyleen gasmengsel (311) of druklassen met mechanische energie / wellen(4/44); processen.

Het toevoegde materiaal moet smeedijzer of ongelegeerd staal (S235 of S275) zijn, anders wordt er legeringsmetaal en koolstof toegevoegd, wat voor smeedijzer onwenselijk is.

Aangezien het lassen van smeedijzer tegenwoordig bijna niet meer voorkomt, zal het lastig zijn om het juiste lasmateriaal te verkrijgen.

N.B. Voor autogeen lassen zijn lasstaven van zuiver ijzer te verkrijgen, die ook voor het TIG proces bruikbaar zijn. Ook enkele leveranciers van ijzer leveren het juiste lasmateriaal voor hun product.

Lassen aan profielstaal

De meest gangbare constructiestaalsoorten, koud- of warmgewalst zijn goed te lassen. Let wel op de eisen aan materiaal en uiterlijk zoals opgesteld in par. 3.7.2. In de praktijk is voor het lassen aan profielstaal voldoende ervaring aanwezig. Dit wordt in deze URL niet verder uitgewerkt.

Lassen aan gietstaal en gietijzer

De meest gangbare soorten gietstaal kunnen op de zelfde wijze als smeedstaal worden gelast. Let wel op de eisen aan materiaal en uiterlijk zoals opgesteld in par. 3.7.2. Hierbij is wenselijk dat de las langzaam kan afkoelen, om spanningen in het materiaal te voorkomen.

Het lassen van gietijzer is in veel gevallen goed mogelijk, mits het volgende in acht wordt genomen (naast de eisen geformuleerd in par. 3.7.2):

- Draag er zorg voor dat objecten voorverwarmd worden voordat gelast wordt;
- Warm lassen:
 - Kleine onderdelen kunnen volledig opgewarmd tot 500 à 600°C in een oven. Geïsoleerd afkoelen na het lassen is noodzakelijk, bij voorkeur nagegloeid in een oven (mits voldoende vermogen) om de spanningen weg te laten vloeien
 - Grotere onderdelen kunnen met behulp van lasdekens voorverwarmd worden.
 - Indien constructieve eisen worden gesteld aan het onderdeel is het aan te raden een proefstuk te maken of een proef te nemen

- Grote onderdelen koud lassen:
 - Soms is een werkstuk zo groot van afmeting dat volledig verwarmen niet mogelijk is, dan is koud lassen de enige optie. Als het mogelijk is om toch plaatselijk 100 of 150°C of meer voor te verwarmen dan is dat mooi meegenomen en verhoogt de kans op succes. Zorg dat tijdens het lassen deze temperatuur niet wordt overschreden. Zie hiervoor NEN-EN 1011-8.
 - het toegepaste lasproces is meestal het elektrodeproces. Als we de onderdelen direct met elkaar verbinden passen we een elektrode toe die vrijwel geheel uit nikkel bestaat. Indien gietijzer koud gelast moet worden moet gebruik worden gemaakt van nikkel als lasmateriaal omdat dit de kleinste kans geeft op krimpspanningen en scheurvorming. De volledige nikkel kerndraad heeft de grootste ductiliteit, daardoor is de kans op scheuren dan ook het kleinst. Voor tempergietijzer ofwel smeedbaar gietijzer of gietijzer aan staal is een elektrode met een behoorlijke legering aan ijzer een betere keuze. Afhankelijk van opmenging en uitvoering van het lassen mag verwacht worden dat de mechanische eigenschappen (zoals treksterkte en elasticiteit) van een verbinding gelast met een nikkel/ijzer elektrode, hoger zijn.
- Gietijzer is goed te lassen met het proces volgens NEN-EN-ISO 4063 13x

Toelichting: Lasbaarheid van gietijzer

- *Nodulair gietijzer is grijs gietijzer. Dit materiaal wordt op dezelfde wijze gelast als grijs gietijzer.*
- *'Verbrand' gietijzer is niet lasbaar. Door een te hoge temperatuur zijn de ijzermoleculen verbrand en blijft koolstof over.*
- *Gietijzer met diep ingedrongen vet is niet lasbaar, omdat bij voorverwarmen het vet verdampt en koolstof achterlaat. Herstel is mogelijk door het gebruik van krammen ('stitching').*
- *Gietijzer wat langere tijd ondergedompeld is geweest in zout water (chloriden) is mogelijk slecht lasbaar.*
- *Als het vermoeden bestaat dat gietijzer slecht lasbaar is wordt een metallurgisch onderzoek aanbevolen*

Voor een degelijk resultaat moet het volgende in acht worden genomen:

- Gietijzer kan in principe het beste worden gelast met een beklede elektrode (111) met speciale gietijzerelektrodes (verkrijgbaar voor vrijwel elke specifieke toepassing). In het verleden werd dit vaak met een nikkelelektrode gedaan, wat niet altijd een bevredigend resultaat geeft, aangezien veel nikkelelektrodes ook een gehalte aan chroom bevatten wat de las weer extra hard maakt. Gietijzer kan ook autogeen gelast worden met speciaal toevoegmateriaal.
- Gietijzer kan ook hard gesoldeerd worden waardoor er minder spanning in het materiaal ontstaat. Dit wordt veel gedaan bij gietijzeren scharnieren.
- Bij het lassen van gietijzer moet zoveel mogelijk segregatie of ontmenging met het basismetaal worden voorkomen. Dit bereikt men door met een verhoudingsgewijs lage lasstroom te werken, een korte lasboog, korte lasrupsen van maximaal 5 centimeter. Bij meerdere lagen elke las uit hameren en grondig borstelen. Het bepalen van de juiste lasvolgorde is erg belangrijk, om krimpspanning zo veel mogelijk te voorkomen.
- Bij koud lassen van gietijzer is het wenselijk om voor te verwarmen tot 150 °C.

3.7.2.2. Reparatie met behulp van krammen

Het repareren van gebarsten, gebroken en beschadigd gietijzer - desgewenst in – situ - door middel van metalen krammen (of brugverbindingen). Het betreft een methode die lijkt op het stikken ('stitching') van stof. Deze methode kan worden gebruikt wanneer lassen niet mogelijk of wenselijk is. Het betreft met name gietijzer.



Figuur 16 Repareren van gietijzer met behulp van krammen



Figuur 17 Repareren van gietijzer met behulp van krammen

3.8. Kopiëren (restauratiecategorie 3a kopiëren)

3.8.1. Kopiëren ijzeren en stalen onderdelen

Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

Ijzeren en stalen onderdelen worden alleen vervangen als het oorspronkelijk onderdeel niet meer kan worden gerepareerd of niet meer voldoet aan hogere constructieve eisen of huidige veiligheidsvoorschriften.

- Onderdelen maken conform origineel. Oorspronkelijk gewelde verbindingen alleen wellen indien geen constructieve eisen worden gesteld.
- Het oorspronkelijke onderdeel dient als model te worden gebruikt, tenzij het niet beschikbaar is of niet meer geschikt kan worden gemaakt om als model te fungeren.

3.8.2. Kopiëren gietijzeren onderdelen

Gietgallen

In het nieuwe onderdeel mogen geen of in beperkte mate gietgallen voorkomen. Zie hiervoor par 3.11.7.



Figuur 18 gietgallen

Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

- Gietijzeren onderdelen worden alleen vervangen als het oorspronkelijk onderdeel niet meer kan worden gerepareerd of niet meer voldoet aan hogere constructieve eisen of huidige veiligheidsvoorschriften.
- Onderdelen worden gegoten in grijs gietijzer, lamellair of nodulair. Indien mechanische eisen aan het onderdeel worden gesteld moet nodulair gietijzer worden toegepast vanwege hogere taaiheid en treksterkte. Beide materialen vallen onder de categorie 'kopiëren'. Wit gietijzer wordt alleen in uitzonderlijke situaties toegepast, na overleg met opdrachtgever.
- Het oorspronkelijke onderdeel dient als model te worden gebruikt, tenzij het niet beschikbaar is of niet meer geschikt kan worden gemaakt om als model te fungeren.
- Indien nodig moet het onderdeel worden bijgewerkt om een goede mal te kunnen maken; waarbij detaillering van het onderdeel en karakter van het oppervlak niet te veel mag wijzigen ('kopiëren' en 'imiteren'), tenzij dat juist is vereist ('verbeter'). Gietgallen moeten wel worden dichtgezet.
- indien het oorspronkelijk onderdeel direct wordt gebruikt om een gietmal te maken (door de vorm in gietzand te drukken) zal het nieuwe onderdeel een fractie kleiner (circa 1%) zijn door krimp. In de meeste gevallen is dat geen probleem en wordt daarom als acceptabel beschouwd, tenzij hierover andere afspraken worden gemaakt. Er zijn situaties waar de krimp niet acceptabel is zoals bij het vernieuwen van gietijzeren kruisrollen in een molenkap, dan moet een mal op schaal worden gemaakt.

3.8.3. Kopiëren samengestelde elementen

Daar waar nieuwe (constructiedelen) worden gelast aan oude delen moeten lasmateriaal en lastechniek aansluiten bij het oude materiaal; de las of verbindingstechniek mag het oude materiaal niet verzwakken of aantasten. Zo mag het niet leiden tot bijvoorbeeld verslechtering van mechanische eigenschappen in de warmte beïnvloede zone rond de las. Op de overgang moet de oorspronkelijk verbindingstechniek worden gerespecteerd.

Onderdelen en constructies kunnen zijn opgebouwd uit verschillende standaard (genormeerde) ijzerproducten (handelswaar), zoals profielen, staven, buizen, strippen, plaatijzer, etc. en met verschillende technieken met elkaar zijn verbonden zoals las-, bout of klinkverbindingen. De detaillering van de ijzerproducten, zoals plaatmateriaal, hoek- of INP-profiel zijn karakteristiek zijn voor de bouwtijd. Zo heeft een negentiende eeuwse INP-profiel een andere vorm dan een twintigste eeuwse profiel.

Nieuwe onderdelen moet worden samengesteld uit dezelfde standaard profielen als het oorspronkelijk onderdeel en onderling verbonden met de oorspronkelijk verbindingstechnieken (categorie 'kopiëren').

Indien huidige profielen een afwijkende maat of detaillering hebben moeten indien beschikbaar oud materiaal worden (her)gebruikt of moeten nieuwe profielen worden aangepast.

3.9. Imiteren (restauratiecategorie 3b imiteren)

Bij deze categorie moeten keuzen vooraf worden besproken met de opdrachtgever en indien er sprake is van een vergunning met het bevoegd gezag.

3.9.1. Imiteren ijzeren en stalen onderdelen

Indien bij een kopie gebruikt wordt gemaakt van bijvoorbeeld een ander materiaal (oorspronkelijk materiaal is niet meer verkrijgbaar) of een andere methode, dan is het onderdeel een imitatie. Het uitgangspunt is dat het oorspronkelijke uiterlijk behouden blijft.

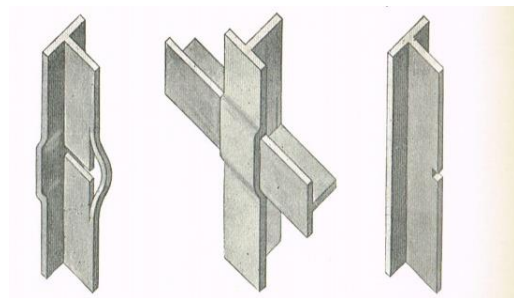
3.9.2. Imiteren gietijzeren onderdelen

Indien nodig wordt het onderdeel bijgewerkt om een goede mal te kunnen maken; waarbij detaillering van het onderdeel en karakter van het oppervlak niet te veel mag wijzigen ('kopiëren', zie paragraaf 3.8.2 en 'imiteren'), tenzij dat juist is vereist ('verbeteren'). Gietgallen moeten wel worden dichtgezet. Zie paragraaf 3.11.7.

Indien het oorspronkelijke onderdeel niet meer beschikbaar is moet in overleg met de opdrachtgever (en mogelijk ook met het bevoegd gezag) worden bepaald welke vorm het nieuwe onderdeel krijgt.

3.9.3. Imiteren samengestelde elementen

In deze categorie gaat het erom een oorspronkelijke verbinding visueel te imiteren, er mag gebruikt worden gemaakt van moderne technieken of materialen. Een voorbeeld is het imiteren van een Fenestra verbinding.



Figuur 19 oorspronkelijke Fenestra verbinding

Werkwijze:

Om deze verbinding te imiteren moeten de verbindingen contra gelast worden. Op het knooppunt een plaatje lassen, netjes geslepen, waardoor het oorspronkelijke uiterlijk zo dicht mogelijk is benaderd.

3.10. Verbeteren (restauratiecategorie 3c verbeteren)

Deze categorie betreft aanpassingen ten opzicht van het origineel die prestatieverhogend werken, terwijl het uiterlijk zoveel mogelijk conform het origineel is. Prestatieverhogend kan zijn:

- Minder corrosiegevoeligheid
- Bestand tegen hogere mechanische belasting
- Minder schade aan omliggend materiaal zoals metselwerk
- Grotere veiligheid
- Tegengaan van koudebrug (thermische verbetering)

Bij deze categorie moeten keuzen vooraf worden besproken met de opdrachtgever en indien er sprake is van een vergunning met het bevoegd gezag.

3.10.1. Verbeteren ijzeren en stalen onderdelen

Werkwijze:

Het vervangen van een stuk staal door RVS om de corrosiegevoeligheid te verbeteren. Zoals bij de poten van een hek die in natuursteen staan of bij traliehekwerken die in metselwerk verankerd worden.

3.10.2. Verbeteren gietijzeren onderdelen

Indien nodig moet het onderdeel worden bijgewerkt om een goede mal te kunnen maken; waarbij detaillering van het onderdeel en karakter van het oppervlak niet te veel mag wijzigen ('kopiëren', zie paragraaf 3.8.2 en 'imiteren'), tenzij dat juist is vereist ('verbeter'). Gietgallen moeten wel worden dichtgezet. Zie paragraaf 3.11.7.

Van oorsprong gietijzeren onderdelen kunnen in principe in sommige situaties worden nagemaakt in andere metalen zoals aluminium, brons of giethars. In dat geval is sprake van 'imitatie' en dat is alleen toegestaan met toestemming van de opdrachtgever (en indien het aansluit bij een mogelijk verleende vergunning)

Er kunnen situaties zijn waarbij in verband met hoge mechanische eisen het de voorkeur heeft gietijzer te vervangen door gietstaal of brons om corrosie te verminderen. Bijvoorbeeld bij ander en zwaarder gebruik van het oorspronkelijk monument of het vervangen van een onderdeel van grijs gietijzer door lamellair gietijzer. Ook kan het nodig zijn om de detaillering van het onderdeel aan te passen. In dat geval is sprake van 'verbeteren'.

3.10.3. Verbeteren samengestelde elementen

Deze categorie betreft prestatieverhogende verbeteringen aan samengestelde onderdelen. Hieronder een drietal voorbeelden.



Figuur 20 Sluisdeur, hersteld en verzaamd i.v.m. hogere veiligheidseisen, waarbij oorspronkelijke delen zijn gehandhaafd



Figuur 21 Brug versterkt i.v.m. zwaarder verkeer, waarbij oorspronkelijke delen zijn gehandhaafd

Ook het aanbrengen van een brandwerende (opschuimende) verf op gietijzeren kolommen is een voorbeeld van verbetering.

3.11. Afwerken - beschermen tegen corrosie

3.11.1. Algemeen en voorbehandelen

IJzer en staal dat niet of onvoldoende is beschermd met een conserverings- of afwerklaag zal in de buitenlucht snel door corrosie worden aangetast. Door het te behandelen en af te sluiten van de buitenlucht, gaat men roestvorming tegen.

Het is belangrijk contactvlakken voor het aanbrengen of samenstellen per onderdeel roestwerend te behandelen. Bij beschadigingen van de coating wordt het beschadigde deel handmatig of mechanisch geschuurd tot een egaal oppervlak waarbij de overlappingsen worden opgeruwd. Het conserveringssysteem wordt overeenkomstig de oorspronkelijke opbouw hersteld. Dit kan ter plaatse gebeuren, in de werkplaats of door degene die de conserveringslaag oorspronkelijk heeft aangebracht.

Er zijn zes soorten behandelingen te onderscheiden. Het aanbrengen van een:

Behandeling	Variant
Metallische laag aanbrengen (zie par 3.11.2)	Metalliseren (ook wel schooperen, thermisch spuiten genoemd)
	Aanbrengen van zinklagen (thermisch; centrifuge; continu thermisch verzinken; Sherardiseren; zinkspuiten; elektrolytisch verzinken; Mechanisch verzinken)
Verfsysteem aanbrengen (zie par 3.11.3)	Natlak (met kwast, via spuiten of dompelen)
	Poedercoatings (gebakken)
Duplex-systeem aanbrengen (zie par 3.11.4)	Organische deklagen (natlak of poedercoating) aangebracht op thermisch verzinkte of gesherardiseerde producten.
	In de erfgoedsector wordt de combinatie van een schoopeerlaag met een verflaag ook vaak duplexsysteem genoemd
Was, olie of vet aanbrengen (zie par 3.11.5)	Lijnolie
	Andere organische lagen (schapenvet /Wolvet/Lanoline; Owatrol; 'Tectyl'; Dinitrol)
Vergulden (zie par 3.11.6)	
Gaten opvullen (zie par 3.11.7)	

Voor kathodische bescherming zie paragraaf 3.6.2.

Voorbehandelen

Eén van de belangrijkste zaken bij oppervlakbehandelingen is het verkrijgen van een goede ondergrond voor de gewenste oppervlakbehandeling.

Voorbehandelen heeft tot doel:

- het verwijderen van tal van stoffen die op het oppervlak zitten en die storende invloed kunnen hebben op de hechting en het uiterlijk van het laksysteem;
- het egaliseren van het oppervlak, zodat het laksysteem dat wordt aangebracht na het drogen of uitharden desgewenst een egaal oppervlak heeft;
- het zodanig modificeren van het oppervlak dat het een chemische of mechanische verankering biedt voor het laksysteem. Deze verankering wordt in het algemeen verbeterd door, middels schuren/opruwen het contact oppervlak te vergroten.

De **voorbereidingsmethoden** worden onderverdeeld in drie categorieën:

- reinigen en ontvetten
- mechanisch voorbereiden
- chemisch voorbereiden.

Bij het chemisch voorbereiden wordt gebruik gemaakt van dompelbaden of sproeitunnels waarbij voorwerpen kortere of langere tijd worden behandeld met vloeistof. Uitzonderd van eventuele afgedichte hollen moet het gehele oppervlak van het voorwerp in aanraking zijn met de vloeistoffen van de behandelingsreeks.

3.11.2. Metallische laag

Een manier om metalen te beschermen tegen corrosie is verzinken; het aanbrengen van een dun laagje zink op een metalen voorwerp. Thermisch verzinken is een techniek waarbij staal wordt ondergedompeld in een bad vloeibaar zink (zie hiervoor NEN-EN-ISO 1461). De hierdoor gevormde goed afsluitende zinklaag en de tussen het staal en zink gevormde tussenlaag (zink-ijzer legeringslagen) beschermen het staal tegen roestvorming. De zinklaag beschermt ook bij kleine beschadigingen dankzij de kathodische werking van het zink ten opzichte van het edeler staal.

Metalliseren

Metalliseren, ook wel schooperen of thermisch spuiten genoemd, is een techniek waarbij vloeibaar onedel metaal op een oppervlak wordt gespoten (zie hiervoor NEN-EN-ISO 2063). Veel gebruikte materialen zijn zink (zink schooperen), een legering van zink-aluminium of aluminium magnesium (Thermal Spray Aluminium (TSA)). Er vormt zich een dunne laag die het onderliggende metaal kathodisch tegen corrosie beschermt; het onedele metaal offert zich geleidelijk op ter bescherming van het staal (in geval van beschadigingen tot de ondergrond).

Eisen aan het metalliseren

Voor het metalliseren gelden de volgende eisen:

- historisch ijzer en staal mag niet thermisch verzinkt worden. Door het open karakter van het ijzer dringt het zuur van het vooraf reinigen diep in de poriën van het ijzer en blijft in het materiaal achter. Hierdoor zal van binnenuit weer aantasting (roestvorming) plaats vinden. Daarnaast doet thermisch verzinken afbreuk aan de uitstraling van historisch metaal. Verzinkt ijzer en staal laten zich niet door elke verfsoort overschilderen.
- IJzer en staal in restauratiecategorie 3 Vernieuwen kan en mag wel thermisch verzinkt worden.
- Gemetalliseerd metaal dient nog van een verfsysteem te worden voorzien. Zie paragraaf 3.11.5 voor duplex systemen.

Bijzonderheden

- In nader overleg kan besloten worden het blanke ijzer of staal niet te metalliseren maar op een traditionele manier te behandelen (bijvoorbeeld vertinnen of insmeren met lijnolie en daarna voorzien van een laagje ijzermanie) en met verschillende verflagen af te werken.

Aanbrengen van zinklagen

Zinklagen kunnen op ijzer en staal worden aangebracht volgens de volgende methoden: thermisch verzinken; centrifuge verzinken; continu thermisch verzinken; Sherardiseren; spuiten van zinkdraad of zinkpoeder; elektrolytisch verzinken; mechanisch verzinken.

Verzinken (zonder verdere aanduiding) betekent slechts: het aanbrengen van een laag zink, zonder daarmee een bepaalde applicatiemethode aan te geven.

Benamingen als: vuurverzinken, volbadverzinken, galvaniseren, warm galvaniseren en verzinken zijn onjuist respectievelijk onvolledig en moeten in onder meer bestekken, offertes en correspondentie niet worden gebruikt.

- Thermisch verzinken (discontinu)

Het thermisch verzinken is een dompelproces, waarbij objecten gedurende korte tijd bij 445-465 °C in vloeibaar zink worden gedompeld. Daarbij vormen zich op het ijzer- of staaloppervlak lagen van zink-ijzerlegeringen, afgedekt door een zinklaag. De gezamenlijke laagdikte ligt veelal tussen 50 en 150 µm. Het zinklaaggewicht varieert van 350 tot 1050 g/m².

- Centrifuge verzinken

Centrifuge verzinken is eveneens een thermisch verzinkproces. Alleen kleine delen – zoals bouten, moeren, draadeinden en schetsplaten – kunnen op deze wijze thermisch worden verzinkt. De materialen worden, nadat ze zijn voorbehandeld, in korven verzinkt. Nadat de korven uit het zinkbad komen, worden ze in een centrifuge geplaatst. Deze slingert het niet-gereageerde zink weg. De verkregen zinklaagdikte is daardoor iets dunner dan bij discontinu thermisch verzinken.

Soms wordt het zinkbad tot boven de 530 °C verwarmd. Er is dan sprake van het zogeheten deltaverzinken.

De minimaal toegestane laagdikte na centrifugeverzinken ligt vast in NEN-EN-ISO 1461. Alleen artikelen met schroefdraad zijn apart genormeerd in NEN-EN-ISO 10684.

- Continu thermisch verzinken

Naast het discontinu verzinken is het continu verzinkproces van belang voor nieuw staal. Bij continu thermisch verzinken wordt staalband of staaldraad continu verzinkt, waarbij zinklagen ter dikte van 15-30 µm worden verkregen. De handel vermeldt voor continu verzinkte coils en platen het zinklaaggewicht per m² dubbelzijdig oppervlak, in tegenstelling tot wat bij discontinu verzinkte voorwerpen gebruikelijk is. In de praktijk ligt het dubbelzijdig zinklaaggewicht tussen 200 en 450 g/m². Het meest toegepaste continu thermisch verzinkte materiaal heeft een zinklaaggewicht van 275 g/m²; dit is ongeveer 19 µm per plaatszijde.

Aanduidingen als 'gegalvaniseerde plaat' en 'verzinkte plaat' zijn verkeerd en moeten worden vervangen door continu-thermisch verzinkte of Sendzimir-verzinkte plaat volgens NEN-EN 10346.

- Sherardiseren

Het Sherard-verzinken is een diffusieproces, waarbij op stalen en gietijzeren voorwerpen zink-ijzerlegeringslagen worden verkregen door het inwerken van zinkstof bij 380-410 °C in een roterende trommel. Daarbij wordt een laagdikte van 15-25 µm verkregen. Dit proces, dat een zeer slijtvaste en roestwerende laag geeft, wordt voornamelijk toegepast op kleine massa-onderdelen. De Nederlandse norm voor Sherard-verzinken is NEN-EN 13811.

- Zinkspuiten

Het spuiten van zink geschiedt door middel van draad (schooperen) of poeder (schoriseren) met behulp van metalliseer-pistolen op vooraf blank gestraalde ijzer- en staaloppervlakken. Daarbij kunnen in het algemeen zinklaagdikten van 25-250 µm worden verkregen.

Metalliseren is als aanduiding te algemeen en heeft betrekking op het spuiten van allerlei metaallagen. Het is dus raadzaam één van de eerder genoemde namen te gebruiken conform NEN-EN-ISO 2063.

- Elektrolytisch verzinken

Bij dit galvanische proces worden langs elektrochemische weg zinklagen neergeslagen op het metaaloppervlak. Deze zinklagen variëren meestal in dikte van 1-25 µm en vertonen – als gevolg van de nabehandeling – vaak een transparant groengele, strogele of metalliek blauwe tint. Ook wordt continu elektrolytisch verzinkte staalplaat geleverd met een uiterst dun zinklaagje van 1-3 µm. Dergelijke zinklaagjes dienen als tijdelijke roestwering bij opslag binnenshuis van dergelijke platen en daaruit gefabriceerde onderdelen vóórdat deze producten met luchtdrogende verven of met moffellakken worden gespoten. Voor elektrolytisch verzinken geldt NEN-EN 10152.

- Mechanisch verzinken

Mechanisch verzinken is een verzinkproces waarbij langs mechanische weg op kleine metalen onderdelen zink wordt aangebracht. De onderdelen worden na een chemische voorbehandeling samen met glaskorrels, water en chemicaliën in een roterende meerhoekige trommel gestort. Tijdens het draaien wordt een speciaal chemisch product toegevoegd waardoor een koperlaagje op het metallisch blanke staal neerslaat. De koperlaag vormt de basis voor de hechting van de zinklaag. Hierna worden hulpstoffen en zinkpoeder toegevoegd. Door de draaiende beweging van de trommel hameren de glasparels het zinkpoeder op het oxidevrije oppervlak. Daardoor ontstaat een zeer gelijkmatige zinklaag op de onderdelen. De laagdikte is vooraf te bepalen en kan variëren van 3-85 µm. Als nabewerking kunnen de onderdelen nog worden gechromateerd of geolied.

Het mechanisch verzinken wordt toegepast op verbindingsartikelen zoals bouten, moeren, beugels en hang- en sluitwerk volgens NEN-EN-ISO 12683.

3.11.3. Verfsysteem

Onder een verfsysteem verstaat men het samenstel van lagen dat de complete bedekking uitmaakt, inclusief de voorbehandeling.

De verflagen die op het voorbehandelde oppervlak worden aangebracht, bestaan – over het algemeen – uit grondlagen, tussenlagen en toplagen.

- Een grondlaag/primer in een verfsysteem moet goed hechten op de ondergronden (metalen, kunststoffen), moet corrosiewering geven indien toegepast op metaal en geschikt zijn om een volgende verflaag op aan te brengen. Hoofddoel van de grondlaag is zorgen voor een goede hechting met de tussenlaag.
- Tussenlagen (midcoats) worden aangebracht om de vereiste laagdikte te halen (ten bate van de beschermende werking) en om oneffenheden van het grondmetaal op te vullen zodat een mooi strak verfsysteem ontstaat. Tussenlagen zijn niet altijd nodig. Hoofddoel van de tussenlaag is de corrosiewerende bescherming (door afsluiten van de omgeving).
- De toplaag van een verfsysteem moet aan veel eisen voldoen. Omdat dit de laag is die men ziet, moet hij de gewenste kleur en glans hebben, maar bovendien moet hij geruime tijd mooi blijven. Daarom moet een toplaag bestand zijn tegen slijtage en voldoende krasvast zijn. De toplaag moet ook de onderliggende lagen tegen schadelijke invloeden van buiten beschermen. Hoofddoel van de toplaag is de gewenste kleur- en slijtvastheid en bescherming tegen UV straling.

Natlak-verfsysteem (met kwast, spuiten of dompelen) of poedercoaten

In de praktijk bestaan twee systemen (natlakken en poedercoaten), vaak is de voorkeur bij monumenten het gebruik van natlakken.

Natlakken zijn vloeibare producten die organische deklagen vormen en worden in het dagelijks leven verven, lakken of coatings genoemd. Natlakken bestaan voor een groot deel of zelfs

volledig uit een of meer (kunst)harsen, bindmiddelen genoemd. Hun functie is tweeledig, namelijk het vormen van een goed hechtende – film op de ondergrond en het binden van de overige niet-vluchtige bestanddelen.

Poedercoatings bestaan uit epoxy, polyester of epoxy-polyester. Verkrijgbaar in veel soorten en kleuren. Mede door het feit dat de kwaliteit van poederlak goed is en het product vrij is van oplosmiddel is het in veel gevallen een alternatief voor natlakken.

Eisen

Aan de te poedercoaten voorwerpen worden diverse eisen gesteld. Hun vorm moet zodanig zijn dat zich op het gehele oppervlak een poederlaag kan afzetten waarvan de dikte niet te veel varieert. Om problemen bij het moffelen te voorkomen, mag de metaaldikte niet te sterk uiteenlopen in verband met een gelijkmatige opwarming. Daarnaast moet de temperatuurbestandheid van de voorwerpen goed zijn.

Herstellen van defecten

Defecten in lagen van poederlakken kunnen in sommige gevallen worden hersteld met speciale natlakken. Dan is het gebruikelijk om het voorwerp, nadat het plaatselijk is bijgeschuurd, in zijn geheel over te spuiten. De kwaliteit van de reparatie-laag mag uiteraard niet onderdoen voor die van de poederlak. In de meeste gevallen is het echter nodig om de defecte laag geheel te verwijderen en daarna het voorwerp opnieuw af te werken.

Gangbare verwijderingsmethoden zijn chemisch ontlakken, pyrolyse-ontlakken, wervelbed-ontlakken en stralen.

Afweging natlak of poedercoaten

Bij de keuze van een natlak of poederlak spelen verschillende zaken een belangrijke rol zoals ondergrond, constructie, visuele eisen, functionele eisen, klimatologische invloeden, mechanische invloeden en de gewenste levensduur van het product.

Voordelen natlakken: het is dezelfde techniek die oorspronkelijk werd gebruikt. De verf “volgt” het materiaal en geeft daarmee het historische ijzer de authentieke uitstraling. Daarnaast is het eenvoudig aan te brengen, in veel gevallen eenvoudig te repareren en verkrijgbaar in een vrijwel onbeperkt aantal kleuren. Daarnaast is er een groot aantal glansgraden, diverse oppervlaktestructuren en diverse oppervlakte-effecten. Veel soorten bieden een uitstekende bescherming tegen aantasting door chemicaliën en corrosie.

Nadelen natlakken: veel natlakken zijn oplosmiddelhoudend (op de watergedragen verven na – deze bevatten organische oplosmiddelen). In twee opzichten zijn organische deklagen de mindere van metallische en keramische deklagen: temperatuurbestandheid en hardheid.

Enkele belangrijke voordelen van poederlakken zijn:

- er kan in één keer veel laagdikte worden aangebracht;
- goede mechanische bestendigheid;
- geen gebruik van oplosmiddelen;
- product is na moffelen direct klaar en hoeft niet meer te drogen.

Voor het uiterlijk van historische waardevolle onderdelen is een kwastapplicatie aan te bevelen. Bij voorkeur geen rol gebruiken.

Bij voorkeur poedercoaten niet toepassen bij historisch waardevolle onderdelen.

Voor het aanbrengen van natlakken gelden ook onderstaande aanvullende eisen:

- Al het nieuw te leveren en opnieuw te gebruiken ijzer en staal, voor zover niet anders omschreven, voor het monteren of aanbrengen behandelen met een grondlaag (primer), zie de paragraaf over Reinigen 3.4;

- Als bij het vervoer, bij monteren of welke andere handeling dan ook, conserveringslagen beschadigen: de beschadigde gedeelten ter plaatse ontroesten en conserveren in overleg met de opdrachtgever;
- Loodmenie voor professioneel gebruik is nog vrij verkrijgbaar. Het kan en mag alleen verwerkt worden met de kwast en toepassing van de juiste (persoonlijke) beschermingsmiddelen. Het mag niet verneveld worden;
- Het gebruik van koolteer is niet toegestaan in verband met het vrijkomen van PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen).

In het algemeen is de reparatie met natlak op gepoedercoate producten meer zichtbaar dan op oorspronkelijk van natlak voorziene producten. Daarentegen zien gepoedercoate producten er in het algemeen strakker uit (geen kwaststrepen e.d.).

3.11.4. Duplex systemen

Een duplex-systeem is de combinatie van een verfsysteem op verzinkt of gesherardiseerd staal. Een verfsysteem (organische deklaag) kan bestaan uit één of meerdere lagen poederlak of een natlaksysteem.

Zowel de zinklaag als het verfsystemen beschermen los van elkaar het staal goed tegen corrosie; beide systemen samen bieden een extra lange bescherming doordat het verfsysteem de zinklaag beschermt tegen verwerking en de zinklaag het verfsysteem beschermt tegen onderroest. Daarbij is er sprake van een synergetisch effect, ofwel een langere beschermingsduur dan de som van elk systeem apart. Daarbij hanteert men wel de volgende empirische formule (D = levensduur):

$D_{\text{duplex}} = 1,3 \text{ tot } 2,5 (D_{\text{thermisch verzinkt staal}} + D_{\text{verf}})$

De hogere initiële kosten voor een duplex-systeem worden door de lange beschermingsduur en de zeer lage onderhoudskosten ruimschoots terugverdiend.

Voorbehandeling

Onder deklaag gereed (coating gereed) maken wordt verstaan de mechanische nabewerking van het zinkoppervlak voorafgaande aan het voorbehandelen, zodanig dat verdikkingen, zinkdruppels, punten e.d. die schadelijk zijn voor het verfsysteem, zijn verwijderd. Bij het deklaag gereed maken kunnen verschillende afwerkingsniveaus worden overeengekomen. Hierover moeten tussen de betrokkenen afspraken gemaakt worden.

Het zinkoppervlak kan op twee manieren worden voorbehandeld: mechanische voorbehandeling (licht aanstralen) of chemische voorbehandeling. Soms wordt een combinatie van deze voorbehandelingen voorgeschreven.

De soorten deklagen

Er zijn zeer veel typen organische deklagen op de markt. Een groot aantal daarvan is ook toepasbaar op thermisch verzinkt materiaal. Veel toegepaste typen zijn:

Natlak: vinylsystemen, epoxysystemen, acrylaatsystemen, epoxyprimer +polyurethaandeklaag en epoxyprimer +polysiloxaandeklaag.

Poederlak: polyester, epoxy, epoxy/polyester, epoxyprimer + polyester toplaag, en polyurethaan. Voor binnentoepassing worden nagenoeg alleen 1-laags systemen voorgeschreven. Voor buitentoepassing wordt minimaal een 2-laags systeem met voldoende laagdikte sterk aanbevolen.

De norm

Het duplex-systeem is genormaliseerd in de EN 15773 (voor poederlaksystemen), de NEN 5254 (voor natlaksystemen) en ook omschreven in de BPR 1197 (natlak en poederlaksystemen). In deze documenten is vastgelegd welke afspraken er gemaakt moeten worden tussen de verschillende betrokken partijen (opdrachtgever, toeleverancier, thermische verzinkerij, poeder- of natlakkers, verf of poederleverancier).

Daarnaast zijn door de branche-organisaties van de verzinkers en de (poeder)coaters kwaliteitseisen opgesteld waarin de eisen aan het duplex-systeem en de te maken afspraken zijn vastgelegd.

Uitvoering en afspraken

Het aanbrengen van de organische deklaag kan in de fabriek of op locatie gebeuren. De levensduur van een organische deklaag wordt in hoge mate bepaald door de voorbehandeling van het zinkoppervlak en de applicatieomstandigheden. Het zinkoppervlak dient te voldoen aan de eisen van EN-ISO 1461, die tevens vermeldt dat de verzinkerij vooraf geïnformeerd moet worden dat er een organische deklaag wordt aangebracht. Tegelijkertijd moet afgesproken worden wie het verzinkte materiaal deklaag gereed maakt (verzinkerij, opdrachtgever of applicatiebedrijf¹⁰)

3.11.5. Olie, was en vet

3.11.5.1. Lijnolie

Lijnolie is zeer geschikt om metaal tegen roesten te behandelen. Gekookte lijnolie droogt sneller dan de rauwe olie. Gekookte lijnolie is verwarmd tot ten hoogste 280 °C. Tijdens het verwarmingsproces worden zeer geringe hoeveelheden metaalverbindingen toegevoegd (mangaan en kobalt). Het zijn deze verbindingen die zorgen voor snellere droging en betere weers- en vochtbestendigheid van gekookte lijnolie ten opzichte van ruwe lijnolie. Door de mangaan en kobalt toevoegingen is de olie giftig. Het spreekt vanzelf dat verwerking bij voorkeur buiten de werkplaats gebeurt, want de dampen van de olie zijn zeer brandbaar. Hou daarom een deksel bij de hand, om - zodra de vlam in de olie slaat - de pot te sluiten en daardoor het vuur te doven.

Lijnolie kan uitstekend voor smeedwerk in pandig worden gebruikt als conservering. Indien het smeedwerk aan de buitenlucht is blootgesteld, zal de lijnolie door de weersinvloeden op de middellange termijn geen voldoende bescherming meer geven.

Bij het toepassen van lijnolie geldt:

- Zorg voor een vetvrij, schoon, droog en draagkrachtig metaaloppervlak. Loszittende, gebladderde, of gebarsten lagen verwijderen;
- IJzer en staal eerst voorzien van een roestwerende primer;
- Gebruik gekookte lijnolie (deze hardt sneller uit) en zorg dat deze niet geoxideerd is (opslaan op een donkere koele plaats). Lijnolie eventueel voorzien van 2% siccatief (= toevoeging om de droogtijd te verkorten). Een hoger gehalte aan siccatief levert een hogere glans.
- Breng de lijnolie zo aan dat over het hele metaaloppervlak een egale en dunne laag ontstaat;
- Laat daarna de lijnolie zo lang drogen dat deze uithardt;

Lijnolie is gevoelig voor broei. Gereedschappen en doeken moeten zorgvuldig worden opgeslagen (niet op een prop) om ontbranding te voorkomen.

3.11.5.2. Andere organische lagen

Andere organische lagen dan lijnolie zijn:

- Schapenvet /Wolvet/Lanoline
- Owatrol
- 'Tectyl'
- Dinitrol

¹⁰ Tekst is ontleend aan <http://www.zinkinfobenelux.com/publicaties/duplexsysteem>

Schapenvet/Wolvet/Lanoline

Wolvet of lanoline is het vet dat voorkomt in de wol van schapen.

Roestbeschermingsmiddelen, die op basis van lanoline (wolvet) worden samengesteld en geen oplossingsmiddelen bevatten, hebben zich in de scheepvaartindustrie al decennialang en wereldwijd bewezen als effectieve roestbescherming.

Al eeuwen geleden werden metalen werktuigen, zoals harnassen, zwaarden en gereedschappen, met wolvet behandeld, waardoor deze tot op heden bewaard zijn gebleven.

Owatrol

Owatrol is een waterdun roestwerend middel dat roestvorming stopt en nieuwe corrosie voorkomt.

Owatrol dringt door tot in het niet aangetaste metaal, isoleert het de ondergrond en verdrijft vocht en lucht.

Toepassingen:

- hechtlaag, d.w.z. rechtstreeks op roest aan te brengen, waarna de primer goed hecht.
- als additief voor verf.

Gebruik:

Reinig het werkstuk of ontdoe het van roest en vervolgens Owatrol aanbrengen. Herhaal de behandeling indien niet het gewenste resultaat bereikt is.

Bijzonderheden: Owatrol beschermt het metaal niet tegen zout water.

Tectyl

Product op basis van aardolie voor bescherming tegen roestvorming (anti roest, lost roest niet op) veelal met een spuitpistool aangebracht Het kan doordringen tot in de kleinste gaatjes en poriën. Het hardt uit en laat een droog oppervlakte achter.

Dinitrol

Een zelfde soort middel als tectyl alleen hardt deze stof niet uit en blijft kleverig.

3.11.6. Vergulden

Torenhanen en -kruisen worden vaak (gedeeltelijk) verguld met bladgoud. Een mengsel van gebrande oliën (eventueel licht gekleurd in gele tinten) als ondergrond fungeert als hechtingslaag voor het bladgoud. Vergulden wordt verder beschreven in URL 4009 Historische Schilderwerk, par. 3.17 'Aanbrengen van bladmetalen'

3.11.7. Opvullen van gaten

Opvullen van gaten (indien noodzakelijk): materiaal eerst stralen, eventueel eerst een laag primer of schooperen, dan plamuren (indien noodzakelijk), schuren/afwerken, en vervolgens spuiten.

Een aandachtspunt is de conservering van gietijzer. In gietijzer kunnen gietgallen (een holte in het gegoten materiaal) ontstaan.

Kleine gaten kunnen worden dichtgezet met bijvoorbeeld epoxy of urethaan (vermijd polyester plamuur) of aluminium plamuur;

Gebruik voor grotere gaten een speciale plamuur (bijvoorbeeld tweecomponenten plamuur, zoals epoxy plamuur).

3.12. Montage

3.12.1. Transport

- Verpakking, opslag en transport mogen de eigenschappen van de grondstoffen en materialen niet nadelig beïnvloeden.
- Tijdens transport en gedurende opslag dienen maatregelen te zijn genomen om de historische metalen afdoende te beschermen tegen beschadiging.
- Metalen moet voldoende worden beschermd tegen vocht en bevriezing. Tenzij anders bepaald wordt metaal tijdens transport en opslag beschermd tegen regen, opspattend water en andere directe of indirecte weersinvloeden die van negatieve invloed op de kwaliteit van de onderdelen kunnen zijn.
- Op een pallet gestapelde kwetsbare onderdelen moeten door een beschermend materiaal van elkaar gescheiden zijn. Deze beschermende materialen mogen geen schade veroorzaken aan het werk. Spanbanden mogen niet van roestend metaal zijn en op kwetsbare hoeken van een werkstuk moet gebruik gemaakt worden van hoeklijnen. Bij verticaal transport van stukken die zwaarder zijn dan 25 kg kan wanneer de omstandigheden dat toelaten gehesen worden met nylon banden.
- Bij aankomst op de werkplaats dient gecontroleerd te worden of de kwaliteit van de onderdelen overeenkomt met de kwaliteit die door de directie is omschreven.
- Bij aankomst op de bouwplaats dient gecontroleerd te worden of de kwaliteit van de onderdelen, de aard en uitvoering van de bewerkingen en de vorm en de maat van de werkstukken overeenkomt met wat geleverd moest worden.
- Als bij aankomst op de bouwplaats blijkt dat werkstukken qua kwaliteit, aard of uitvoering van de bewerkingen en/of vorm en maat niet overeenkomen met wat geleverd moest worden, dan worden de betreffende werkstukken van de bouwplaats afgevoerd.
- Bij elke levering wordt door de aannemer een «paklijst» aan de directie overhandigd.

3.12.2. Montage algemeen

Indien mogelijk alleen die verbindingsmaterialen toepassen die bestand zijn tegen corrosie of die door behandeling ervan bestand zijn gemaakt tegen corrosie. Bij voorkeur de oorspronkelijk gehanteerde verbindingstechniek toepassen.

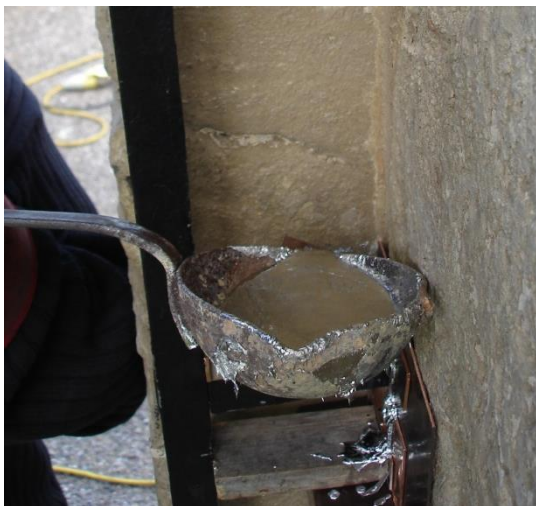
- bij het tegen elkaar monteren van onderdelen moet op het raakvlak van elk der onderdelen een extra lijvige (dikke) verf worden aangebracht. Deze laag moet bij het tegen elkaar monteren van de onderdelen nog nat zijn;
- klinkverbindingen die voorzien zijn van een loodstrook tussen de verbinding eveneens voorafgaande aan het klinken voorzien van een lijvige (dikke) verflaag tenzij dit door warm klinken niet kan. In dat geval zal een voor de omstandigheden geschikte conserveringsmethode gebruikt moeten worden;
- de klinkverbindingen moeten waterdicht zijn, de naden dienen voor zover nodig nagekookt te worden.
- Montage met behulp van pluggen en/of chemische verankering uitsluitend toepassen als de oorspronkelijke verbindingsmethode technisch niet deugdelijk of effectief blijkt.
- Bij voorkeur bevestigingsmiddelen toepassen exact overeenkomstig het historisch juiste model of toepassing.
- Bij de montage van een (groot) samengesteld onderdeel kan spanning optreden in het materiaal of de (historische) verbindingen. Daardoor kan schade ontstaan aan de verbinding zelf of conservering (haarscheurtjes). Hijspunten moeten voldoende worden gespreid over de constructie. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van bijvoorbeeld een evenaar. Het is aan te bevelen de verbindingen na montage te controleren en conservering indien nodig te herstellen.

3.12.3. Bevestigingen met lood (in natuursteen wat daarvoor geschikt is)

Veel smeedwerk en gietijzer wordt bevestigd of verankerd in natuursteen zoals duimen in duimblokken of balusters in stoep- en traptreden of –platen door het aangieten met lood.

Hiervoor geldt de volgende werkwijze:

- smeedwerk en gietijzer alleen aanbrengen bij droog weer (minimaal 4 uur geen regen en geheel droge materialen) en een luchttemperatuur van minimaal 10 °C;
- het gat voor de bevestiging wordt zorgvuldig gereinigd en daarna geheel gedroogd;
- als de natuursteen te koud is, dan de plaats van het te bevestigen onderdeel vlak voor het gieten met een föhn verwarmen tot circa 25 °C (handwarm) voor het goed laten vloeien van het lood;
- lood verwarmen tot een hete dun vloeibare massa. Het verwarmen en aangieten mag alleen in de open buitenlucht uitgevoerd worden in verband met het gevaar van loodvergiftiging;
- na het plaatsen van het te bevestigen onderdeel het gat zodanig aangieten dat geen luchtinsluitingen ontstaan. Zorg voor voldoende lood zodat het lood boven het steenoppervlak uitsteekt t.b.v. afwatering;
- het lood na afkoeling nadrijven en het overtallige lood afhakken met een beitel zodanig dat het loodoppervlak minimaal 1 mm hoger ligt dan het natuursteen om waterplas vorming tegen het smeedwerk te voorkomen (afwateren naar het steenachtig materiaal).



Figuur 22 Lood gieten

3.12.4. Bevestigingen met mortel

Smeedwerk en gietijzer worden bevestigd of verankerd in gebakken metselwerk. Hiervoor geldt de volgende werkwijze:

Metalen onderdelen welke in metselwerk geplaatst worden dienen op afdoende wijze geconserveerd te zijn. Met loodmenie of andere wijze als dit overeen moet komen met de oorspronkelijke wijze van conservering. Conservering naar goed en deugdelijk werk. De staanders worden gesteld en het metselwerk wordt rondom de staanders aangewerkt. Het stelgat al metselende vol en zat aanwerken met mortel. De bovenzijde van het stelgat afvoegen en de voeg iets schuin aflopend aanbrengen in verband met afwatering. Een zichzelf goed verdichtende mortel verdient de voorkeur.

Vetbanden: ijzer geconserveerd met vetbanden en verankerd met mortel in steenachtig materiaal is niet helemaal gefixeerd en kan bewegen. Dit zorgt ervoor dat de conserveringslaag

beschadigd kan raken. Om dit te voorkomen worden vetbanden toegepast om zodoende corrosie te voorkomen..

3.12.5. Bevestigingen met andere materialen

Bevestiging is ook mogelijk met:

- pluggen en keilbouten;
- epoxy;
- chemische ankers;
- lijmen.

Bevestiging in hout is mogelijk door het gebruik van onder andere:

- Spijkers
- Schroeven
- Bouten
- Draadnagels
- Vierkante moeren met bijbehorende bout
- Gesmede spijkers met bijvoorbeeld vierkante koppen (gesmede spijkers kunnen worden voorzien van een kop in diverse vormen al naar gelang de opdrachtgever dit wenst dan wel dat nagemaakt wordt wat aangetroffen is). Voorbeeld: Piramidevormige nagelkop als sierelement in houten poorten.

Indien oorspronkelijk gesmede spijkers zijn gebruikt, dan verdient het de voorkeur deze te hergebruiken en als dat niet meer mogelijk is te vervangen door gesmede spijkers (bijvoorbeeld met een vierkante kop indien dat oorspronkelijk ook werd toegepast). Het visuele aspect is van groot belang.

3.13. Eisen aan de opleveringscontrole

3.13.1. Oplevering, garantie en nazorg

De opdrachtnemer heeft omschreven hoe het opleverproces wordt ingevuld. Hij beschikt over een opleveringsdossier waarin in ieder geval de volgende aspecten zijn opgenomen:

- het gespecificeerde proces-verbaal van oplevering;
- de te verstrekken garantieverklaring;
- produkteigenschappen van verwerkte materialen en conserveringslagen;
- documenten waaruit de herkomst van de historische materialen blijkt;
- de contractuele bepalingen betreffende de nazorg;
- revisiegegevens;
- onderhoudsovereenkomst.

En voor zover relevant:

- onderzoeksrapporten.

4. EISEN AAN TOEGEPASTE MATERIALEN

4.1. Algemeen

Indien voor de betreffende materialen en of grondstoffen een bouwproductnorm (EN) bestaat, dienen de materialen en grondstoffen daaraan te voldoen en te zijn voorzien van de CE-markering en bijbehorende prestatieverklaring. Op grond van artikel 5 van de CPR¹¹ kan uit overweging van behoud van monumentale waarde, gebruik worden gemaakt van bouwproducten zonder CE-markering.

4.2. Eisen aan materialen

Voor ijzer en staal dat wordt toegepast, gelden de volgende eisen:

- nieuw toe te passen constructiestaal dat aan constructieve eisen moet voldoen (draagconstructies als staanders, spanten, windverbanden etc.) aan de EN-NEN 10025, kwaliteit S275 JR (of S275 J2 voor constructies in de buitenlucht). Constructiestaal dat niet aan constructieve eisen moet voldoen kan volstaan met de kwaliteit S235 JR. Alle balkprofielen worden standaard in de kwaliteit S235JR geleverd. In het bestek S235JR te gebruiken. Als de opdrachtgever om andere kwaliteiten vraagt tot en met S 355 dat moet dat apart vermeld worden in het werkomschrijving.

Voor smeedijzer dat wordt toegepast, gelden de volgende eisen:

- nieuw te gebruiken smeedijzer voldoet aan kwaliteit S235 JR.

Voor gietijzer dat wordt toegepast, gelden de volgende eisen:

- Nieuwe continu gegoten of in vormen gegoten grijs gietijzer of nodulair gietijzer worden toegepast in de kwaliteit GG 25 (Grijs gietijzer) volgens de NEN-EN 1561 of GGG 40 (nodulair gietijzer) volgens EN-NEN 1563.

Bijzonderheden

- Bij aankoop van standaard uitgangsmaterialen zoals staal en RVS dient bij de verkoper of fabriek een 2.2 certificaat (staal) of 3.1 certificaat (RVS) aangevraagd te worden, indien de opdrachtgever dat voorgeschreven heeft (traceerbaarheid).

4.3. Eisen aan bevestigingsmiddelen

PM Opsomming van NEN-EN-normen voor bevestigingsmiddelen

¹¹ CPR art. 5 onder a stelt dat geen CE-markering nodig is wanneer 'het bouwproduct afzonderlijk of als maatwerk is vervaardigd in een niet-serieus productieproces, overeenkomstig de nationale regels'.

5. KENNIS EN ERVARING

Binnen het team op locatie is toereikende kennis aanwezig toegespitst op de eisen en uitvoering van werkzaamheden met betrekking tot de restauratie van historisch metaal zoals in deze URL is benoemd.

Het team bezit de kennis en ervaring voor het uitvoeren van werkzaamheden die voldoen aan de criteria zoals vastgelegd in het:

- Beroepscompetentieprofiel (BCP) Smeden voor de restauratiesmid. Het BCP Smeden is ontwikkeld door Kenteq (nu SBB).
- Beroepscompetentieprofiel niveau 2 Constructiewerker voor de metaalbewerker.

Het team bezit kennis van en ervaring met de volgende disciplines en heeft daarvoor eigen personeel in dienst:

Kaderfunctie voorbereiding

- Is in staat van objecten de cultuurhistorische waarden te onderkennen en is op de hoogte van diverse bouwstijlen die in Nederland voorkomen;
- Heeft kennis van voor het werk relevante wet- en regelgeving over bouwen en monumenten, werkt en denkt op mbo niveau 4;
- Heeft kennis van uitvoeringstechnische aspecten betreffende:
 - Historisch metaal
 - Historisch smeedwerk
 - Historische en moderne afwerkingslagen en -systemen
- Begroot en plant de werkzaamheden.

Taken:

- Communiceert en informeert bij de uitvoering van onderhoud en restauratie van het werk;
- Voert de technische en historische opname van uit te voeren werk uit;
- Werkt volgens relevante vergunningen, richtlijnen en deze uitvoeringsrichtlijn;
- Maakt een technisch en historisch verantwoord plan van aanpak voor het onderhoud en/of restauratie van historisch metaal;
- Consulteert specialisten/deskundigen.

Kaderfunctie uitvoering

- Idem als Kaderfunctie voorbereiding echter zonder plannen en begroten.

Metaalbewerker (ter aanvulling op het BCP)

- Heeft materiaalkennis (van bijvoorbeeld ijzer, staal, tin, brons en koper) en kan verschillende materialen onderscheiden en de bewerkingsmethode daarop aanpassen (zoals het zagen, slijpen, buigen en lassen);
- Kan diverse reparatietechnieken praktisch toepassen zoals:
 - Lassen
 - Aanhalen;
- Is op de hoogte van andere materialen en technieken zoals:
 - Gieten
 - Vergulden
 - Patineren
 - Puddelijzer (en andere zachte staalsoorten als boterijzer)
 - Stralen, metalliseren, afwerkklagen aanbrengen, verzinken en galvaniseren;

en weet wanneer een specialist ingeschakeld moet worden.

Restauratiesmid (ter aanvulling op het BCP Smeden)

- Is in staat van objecten de cultuurhistorische waarden te onderkennen en is op de hoogte van diverse stijlen die in Nederland voorkomen, zoals de klassieke oudheid, romaans, gotisch, barok, rococo, renaissance, art nouveau, art deco en moderne stijlen van na circa 1915;
- Heeft begrip van historisch toegepaste constructiemethoden;
- Heeft materiaalkennis (van bijvoorbeeld ijzer, staal, tin, brons, messing en koper) en kan verschillende materialen onderscheiden en de bewerkingsmethode daarop aanpassen (zoals het zagen, slijpen, buigen en lassen);
- Kan diverse smeedtechnieken praktisch toepassen zoals:
 - Het kunnen smeden van diverse stijlen (zoals bovenstaand vermeld);
 - Klinkverbindingen maken (zowel constructief als waterdicht);
 - Specialistisch gereedschap bedoeld voor restauratiewerkzaamheden zoals ponsjes, drijvertjes, beitels en mallen kunnen maken;
 - (hulp)gereedschappen zoals onderzadel, bovensvulders, boven- en ondermatrijs op de juiste manier kunnen gebruiken;
 - Het op de juiste manier harden van metalen voor praktisch gebruik;
- Is in staat te smeden objecten te tekenen/printen op ware grootte;
- Kan diverse reparatietechnieken praktisch toepassen zoals:
 - Lassen;
 - Aanhelen;
 - Vuurlassen/wellen;
- Is op de hoogte van andere materialen en technieken zoals:
 - Gieten van metalen zoals gietijzer, brons, aluminium, lood en tin;
 - Vergulden;
 - Brons, koper en messing smeden en restaureren;
 - Puddelijzer, boterijzer;
 - Patineren;
 - Stralen, metalliseren, afwerkklagen aanbrengen, verzinken en galvaniseren;
 - Additive manufacturing (3D printen);

en weet wanneer een specialist ingeschakeld moet worden.

BIJLAGE 1: KEUZETABEL RESTAURATIECATEGORIEËN

Deze bijlage hoort bij paragraaf 3.1.

Deze keuzetabel bevat de uitgangspunten bij het vooraf nemen van beslissingen door de opdrachtgever over onderhoud en restauratie van monumenten en bij het (laten) schrijven van een bestek, inclusief de voorkeursvolgorde voor het kiezen van een restauratiecategorie (zie Figuur 1 in par. 3.1.1).

Zie voor de omschreven restauratiecategorieën de BRL 'Onderhoud en restauratie van monumenten' (BRL ERM 4000, 6.1.1). In paragraaf 3.1.2 en deze Bijlage 1 is voor historisch metaal in deze URL uitgewerkt wat een restauratiecategorie inhoudt.

Wanneer van een werk is bepaald van welke restauratiecategorie hierbij sprake is, volgt uit onderstaande tabel welke werkzaamheden daarbij mogelijk aan de orde komen.

In onderstaande tabel zijn ook bewerkingen opgenomen die deel uitmaken van de standaardwerkzaamheden van een smid, maar beschreven staan in andere richtlijnen dan deze URL. Hierbij wordt verwezen naar de betreffende richtlijn.

Zie voor de omschreven restauratiecategorieën de BRL 'Onderhoud en restauratie van monumenten' (BRL ERM 4000, 6.1.1).

Toelichting

0 = nul, 'niet van toepassing'; dit wil zeggen: bij een werk in deze categorie (bijvoorbeeld 'Conserveren') zal geen sprake zijn van deze werkzaamheden of deze zijn niet te verenigen met deze categorie.

T = 'ja, toegestaan'; dit wil zeggen: van deze werkzaamheden kan sprake zijn bij een werk in deze categorie.

V: 'ja, verplicht'; dit wil zeggen: deze werkzaamheden zijn verplicht bij een werk in deze categorie.

N: 'nee, niet toegestaan'; dit wil zeggen: deze werkzaamheden zijn niet toegestaan bij een werk in deze categorie

nr	Omschrijving	Paragr aaf	1 Conserveren	2 Repareren	3 Vernieuwen			Toelichting / nadere specificatie
					3a Kopiëren	3b Imiteren	3c Verbeteren	
	Kleurhistorisch onderzoek	3.2.5	V	T	T	T	T	
	Labelschema	3.3.1	0	V	V	V	V	
	Demontage ter plaatse / in de werkplaats	3.3.2	N	T	T	T	T	
	Vooraf reinigen	3.4	V	V	V	V	V	
	Beoordelen en herstelplan opstellen		0/V	V	V	V	V	
	Integraal reinigen	3.4						
	<ul style="list-style-type: none"> Mechanisch machinaal (stralen) 		T	T	T	T	T	
	<ul style="list-style-type: none"> Mechanisch handmatig (staalborstel) 		T	T	T	T	T	
	<ul style="list-style-type: none"> Chemisch 		T	N	T	T	T	
	<ul style="list-style-type: none"> Thermisch 		N	T	0	0	0	
	Verbindingstechnieken	3.5						
	Herstel d.m.v. oorspronkelijke techniek (b.v. smeden of klinken)		N	V	V	T	T	

nr	Omschrijving	Paragr aaf	1 Conserveren	2 Repareren	3 Vernieuwen			Toelichting / nadere specificatie
					3a Kopiëren	3b Imiteren	3c Verbeteren	
	Herstel d.m.v. alternatieve techniek of alternatief materiaal		N	N	N	T	T	
	Conserveren	3.6	V	T	T	T	T	
	Kathodische bescherming	3.6.2	T	0	0	0	0	
	Repareren	3.7	0	V	T	T	T	
	Lassen	3.7.2.1	0	T	T	T	T	
	Krammen	3.7.2.2	0	T	0	0	0	
	Kopiëren	3.8	N	T	V	N	N	
	nodulair gietijzer i.p.v. grijs lamellair gietijzer		0	0	T	T	T	
	Afwerken – beschermen tegen corrosie	3.11						
	• Was, olie of vet	3.11.4	T	T	T	T	T	
	• Metallische laag		T	T	T	T	T	Historisch ijzer niet thermisch verzinken
	• Verfsysteem		T	T	T	T	T	
	Poedercoaten							
			N	N	N	T	T	



nr	Omschrijving	Paragraaf	1 Conserveren	2 Repareren	3 Vernieuwen			Toelichting / nadere specificatie
					3a Kopiëren	3b Imiteren	3c Verbeteren	
	Duplex systeem	3.11.5	T	T	T	T	T	
	Bevestiging met lood (pijler hek in natuursteen)		0	V	V	T	T	
	Bevestiging met mortel (anker in metselwerk)		0	V				
	Bevestiging met overige materialen, zoals kunsthars			N	N	T	T	

BIJLAGE 2: REINHEIDSGRADEN

Volgens NEN-EN-ISO 8501-1

STRALEN, Sa		Hand/machinaal reinigen/ontroesten, St	
Oppervlaktebehandeling door stralen wordt met de code 'Sa' aangeduid. Vóór het stralen moeten eventueel aanwezige dikke roestlagen worden afgebikt. Olie, vet en vuil, voor zover waarneembaar, moeten eveneens worden verwijderd. Na het stralen moeten los stof en gruis van het oppervlak worden verwijderd.		Oppervlaktebehandeling door handreinen wordt met de code 'St' aangeduid. Olie, vet en vuil, voor zover waarneembaar, moeten eveneens worden verwijderd. Na het reinigen moeten los stof en gruis van het oppervlak worden verwijderd.	
Sa 1	Licht stralen Waargenomen met het blote oog dient het oppervlak vrij te zijn van zichtbare olie, vet en vuil, alsmede van loszittende walshuid, roest, verflagen en vreemde materialen	St. 0	Geen voorbehandeling van het oppervlak uitgevoerd.
Sa 2	Zorgvuldig stralen Waargenomen met het blote oog dient het oppervlak vrij te zijn van zichtbare olie, vet en vuil, alsmede van het grootste deel van walshuid, roest, verflagen en vreemde materialen. Eventueel nog aanwezige verontreinigingen moeten stevig vastzitten	St. 1	Licht staalborstelen. Deze reinheidsgraad is niet opgenomen in ISO 8501-1, aangezien dit oppervlak niet geschikt is om te worden geschilderd. De borstel wordt met een lichte druk heen en weer bewogen over het oppervlak, zodat elke plaats tweemaal geraakt wordt.
Sa 2½	Zeer zorgvuldig stralen Waargenomen met het blote oog dient het oppervlak vrij te zijn van zichtbare olie, vet en vuil, alsmede van walshuid, roest, verflagen en vreemde materialen. Eventueel nog aanwezige sporen van verontreiniging mogen slechts als lichte verkleuringen in de vorm van vlekken of strepen zichtbaar zijn	St. 2	Zorgvuldig schrapen met hardmetalen schraper en staalborstelen. Er wordt een grote druk uitgeoefend op de schraper, zodat losse walshuid, roest en vuil worden verwijderd. Het oppervlak wordt daarna intensief met een staalborstel bewerkt. Losgekomen materiaal moet tijdens de bewerking worden verwijderd, zodat het resultaat kan worden gecontroleerd. Tenslotte wordt het oppervlak gereinigd met een stofzuiger, droge perslucht of met een schone borstel. Waargenomen met het blote oog dient het oppervlak vrij te zijn van zichtbare olie, vet en vuil, alsmede van loszittende walshuid, roest, verflagen en vreemde materialen.
Sa 3	Stralen tot zilverblank Waargenomen met het blote oog dient het oppervlak vrij te zijn van zichtbare olie, vet en vuil, alsmede van walshuid, roest, verflagen en vreemde materialen. Het moet een gelijkmatige metaalkleur hebben	St. 3	Zeer zorgvuldig schrapen met een hardmetalen schraper en staalborstelen. De oppervlaktebehandeling is dezelfde als bij St 2. Na het verwijderen van stof moet het oppervlak een duidelijke metaalglans vertonen.

Opmerkingen

- Walshuid, roest of verflagen worden als 'loszittend' beschouwd als deze met een stomp plamuurmes kunnen worden verwijderd.

- Vergelijking St en Sa

Er moet met nadruk op worden gewezen, dat de handreinigingskwaliteit St. 3 niet vergelijkbaar is met de straalkwaliteit Sa 3.

- Reinheid, ruwheid en hechting

Het stralen van staal veroorzaakt naast een bepaalde reinheid tevens een bepaalde ruwheid van het oppervlak. De hiervoor genoemde reinheidsgraden (Sa en St) zeggen in principe niets over de verkregen ruwheid van het oppervlak (dit wordt echter in de praktijk wel veelal beweerd). De ruwheid is in het algemeen belangrijk voor het hechtingsgedrag van het aan te brengen coatingsysteem. De vereiste ruwheid is in het algemeen beschreven in de desbetreffende productinformatiebladen van het coatingproduct, welke is op te vragen bij de leverancier. Voor sommige verfsoorten, zoals zinkstofverven, heeft men graag een oppervlak met een hoge ruwheid. Voor sommige verfsoorten, zoals zinkstofverven, heeft men graag een ruw oppervlak. Ook voor metaalspuiten wil men graag een scherpe, tamelijk hoge ruwheid. De meeste primers en grondverven hechten het beste op een ruwe ondergrond. Voor verder informatie zie de kenmerkenbladen van de desbetreffende verfleverancier, hieraan staat doorgaans ook de voorbehandeling in omschreven.

Toelichting: welke reinheidsgraad kiezen

- Buiten de reinheid van het oppervlak wordt er bij stralen ook gekeken naar de ruwheid van het oppervlak. Een goede ruwheid of profiel of ankerpatroon is nodig voor een goede hechting van de verf. De te verkrijgen ruwheid is:

- o afhankelijk van voorbehandelingsmethode / straalmethode;
- o afhankelijk van straalmiddel.

Bij ruwheid spreken we meestal van de navolgende meetwaarden: Rt, Rz of Ra

Ruwheidswaarde Rt: Maximale hoogteverschil tussen top en dal over de totale meetlengte;

Ruwheidswaarde Rz: Gemiddelde top-dal ruwheid;

Ruwheidswaarde Ra: Rekenkundige gemiddelde van de afwijkingen van het ruwheidsprofiel t.o.v. de middelste lijn.

- De reinheidsgraad Sa 2,5 blijkt in de praktijk vaak voldoende te zijn (dit vereist goed overleg tussen de opdrachtgever en de opdrachtnemer). Een zwaardere reinheidsgraad (Sa 3) vereist veelal langer stralen en is voor bijvoorbeeld metalliseren een gangbare reinheidseis. Het kan de voorkeur verdienen met hetzelfde straalmiddel en dezelfde druk langer te stralen. Ook dan kan de reinheidsgraad Sa 3 worden bereikt.
- Het doel van stralen met een reinheidsgraad Sa 2,5 is om het materiaal na demontage, maar voor aanvang van de herstelwerkzaamheden, goed te kunnen beoordelen op wat hersteld moet worden.
- Indien sprake is van kwetsbaar smeedwerk: bij het inzetten op reinheidsgraad Sa 2,5 bij voorkeur toepassen van een niet al te grof en scherp straalgrit om te diepe inslag te voorkomen (bijvoorbeeld fijn grit A1 of een ander mineraalzand gebaseerd op bijvoorbeeld magnesiumijzersilicaat). Echter, met niet scherpe (ronde) straalmiddelen is het veelal lastiger vervuiling te verwijderen en wordt ook niet altijd de gewenste ruwheid bereikt. Ronde straalmiddelen worden veelal gebruikt om restspanningen in staal te verminderen.

NEN-EN-ISO 8501 en 8502

Niet alleen NEN-EN-ISO 8501-1 maar ook de delen 2, 3 en 4 van de NEN-EN-ISO 8501 zijn toepasbaar vanwege de verschillende uitgangstoestanden van het oppervlak (bij monumenten), zoals oude verf en/of metalliseerlagen, zware roest, zout enz.

De normenserie NEN-EN-ISO 8502 beschrijft methoden voor de bepaling van verontreinigingen (vooral zouten en vocht).

De normenserie NEN-EN-ISO 8503 beschrijft methoden voor de bepaling van de oppervlakteruwheid.

De normenserie NEN-EN-ISO 8504 beschrijft methoden voor diverse methoden van voorbehandeling van staal voorafgaand aan het aanbrengen van verflagen.

In de norm NEN-EN-ISO 8501-1 worden 4 uitgangstoestanden van staal beschreven:

3 Rust grades

Four rust grades, designated A, B, C and D respectively, are specified. The rust grades are defined by written descriptions together with representative photographic examples (see clause 6).

- A** Steel surface largely covered with adhering mill scale but little, if any, rust.
- B** Steel surface which has begun to rust and from which the mill scale has begun to flake.
- C** Steel surface on which the mill scale has rusted away or from which it can be scraped, but with slight pitting visible under normal vision.
- D** Steel surface on which the mill scale has rusted away and on which general pitting is visible under normal vision.

Voor elk van deze uitgangstoestanden zijn afbeeldingen weergegeven van de straalreinheidsgraden Sa1 t/m 3. Dus afhankelijk van de uitgangstoestanden van het staal krijg je een verschillend beeld van een bepaalde reinheidsgraad.

Op nieuw Sa2½ of Sa3 gestraald staal hecht elke verf goed (mits de juiste vereiste ruwheid aanwezig).

Op minder goed voorbehandeld- en (idem) oud, eerder geverfd staal zijn bij diverse verfleveranciers zgn. oppervlakte-tolerante coatings beschikbaar. Die hechten toch nog tamelijk goed op die ondergronden.

Het is niet altijd noodzakelijk om verouderde, maar goed hechtende verflagen te verwijderen. Er moet dan wel een verfsysteem gekozen worden, dat daarop hecht en geen reacties geeft. (Bijv. 2-component verven die een 1 component verf kunnen "oplossen", hetgeen nogal eens voorkomt).

BIJLAGE 3: VERGUNNINGPLICHT - WETTEN EN VERORDENINGEN

Deze bijlage hoort bij paragraaf 3.2.7.

Vergunningplicht

Overeenkomstig artikel 2.1, 1e lid, onder f van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) is er een vergunningplicht voor het afbreken, verstoren, verplaatsen, in enig opzicht wijzigen of het herstellen, gebruiken of laten gebruiken van een beschermd gebouwd monument op een wijze, waar- door het wordt ontsierd of in gevaar gebracht. Als een monument gewijzigd wordt, valt dit onder het 'wijzigen van een monument' en/of de activiteit 'bouwen'.

Op grond van artikel 2.2. 1e lid, onder b van de Wabo kan een college van GS of B&W deze vergunningplicht ook van toepassing verklaren op de aangewezen provinciale en gemeentelijke monumenten. Voor gemeentelijke monumenten kan op grond van de gemeentelijke verordening een andere situatie gelden.

Een deel van de werkzaamheden aan monumenten valt onder de categorie Vergunningvrij. Het gaat daarbij om de volgende vergunningvrije activiteiten:

1. Gewoon onderhoud en een aantal wijzigingen overeenkomstig bijlage 2 artikel 3a van het Besluit omgevingsrecht (Bor): onderhoud waarbij materiaalsoort, vormgeving, detaillering en profilering niet wijzigen.
2. Bouwen in, aan, op of bij een monument: activiteiten in, aan of op onderdelen zonder monumentale waarde, maar die wel deel uitmaken van een monument. Dit overeenkomstig Bijlage 2 artikel 4a van het Bor.
3. Bouwen in rijks beschermde stads- en dorpsgezichten: inpanidige veranderingen en bepaalde activiteiten op achtererven, mits dit niet zichtbaar is vanaf het openbaar gebied overeenkomstig bijlage 2 artikel 4a van het Bor.

Constructieve wijzigingen zijn altijd vergunningplichtig. Indien sprake is van 'kleine' vergunningvrije bouwactiviteiten conform Bijlage II artikel 2 Bor, zijn deze ook toegestaan indien de bouwactiviteiten in strijd zijn met het bestemmingsplan. Er is in die gevallen geen omgevingsvergunning vereist voor planologische afwijking op grond van artikel 2.1, eerste lid, onder c, van de Wabo.

Bij de 'omvangrijkere' vergunningvrije bouwactiviteiten als bedoeld in Bijlage II artikel 3 Bor is bij strijd met het bestemmingsplan of beheersverordening nog wel een omgevingsvergunning voor planologische afwijking vereist.

De website www.monumententoezicht.nl geeft voor verschillende werkzaamheden aan gebouwde monumenten praktische handvatten om te beoordelen of aan de vergunningplicht wordt voldaan.

Monumenten in relatie tot het Bouwbesluit 2012

Voor de restauratie van een monument gelden in beginsel ook de voorschriften voor een verbouwing zoals omschreven in het Bouwbesluit 2012. Op grond van artikel 1.13 van het Bouwbesluit 2012 blijft een voorschrift voor een verbouwing echter buiten beschouwing als aan de omgevingsvergunning voor de restauratie van een monument een voorschrift is verbonden dat afwijkt van het voorschrift in het Bouwbesluit 2012. Het voorschrift dat aan de omgevingsvergunning voor de restauratie van een monument verbonden is, komt hiervoor als het ware in de plaats. Omdat hiermee mogelijk niet wordt voldaan aan alle voorschriften uit het Bouwbesluit, kan dit tot gevolg hebben dat de gebruiks- mogelijkheden van het monument worden beperkt.

Onderhoud wordt beschouwd als een vorm van verbouwen, waarbij uiterlijk– beoordeeld naar de detaillering, profilering en vormgeving – gelijk blijft. Hiervoor is geen omgevingsvergunning noodzakelijk, behoudens de eisen die gelden voor door het Rijk beschermde monumenten, zoals beschreven in de brochure ‘Vergunningvrij, informatie voor professionals’, versie 0.1., RCE, september 2011.

Verordening bouwproducten

De Europese Verordening bouwproducten nr. 305/2011/EU, CPR (hierna: de Verordening) is de op- volger van de Richtlijn bouwproducten (89/106/EEG) uit 1989.

De Richtlijn bouwproducten introduceerde de CE-markering voor bouwproducten en was bedoeld om de handelsbarrières bij het in de handel brengen van bouwproducten weg te nemen en nationale voorschriften en eisen aan bouwproducten te harmoniseren. De richtlijn liet echter veel ruimte aan de lidstaten voor eigen invulling.

Het gevolg was dat de CE-markering in sommige landen niet verplicht was, of dat er zelfs nationale of private keurmerken voor bouwproducten werden voorgeschreven om de conformiteit aan eisen in de regelgeving aan te tonen. Het doel van harmonisatie werd zo niet bereikt.

Met de Verordening is er nu een systeem met regels en voorwaarden voor het verhandelen van bouwproducten. De Verordening kan worden gezien als een Europese wet en heeft een rechtstreekse werking. De Verordening is van toepassing in alle landen van de Europese Unie (en in de landen die zijn geassocieerd aan de EU, zoals Noorwegen en Zwitserland) en hoeft dus niet eerst in nationale wetgeving omgezet te worden. Het systeem laat geen ruimte voor verschillende interpretaties van lidstaten. En in de regelgeving mag niet langer worden verwezen naar (private of nationale) keurmerken, voor wat betreft de prestaties ten aanzien van de essentiële kenmerken (producteigenschappen).

De Verordening maakt een eerlijke concurrentie zonder handelsbarrières mogelijk, en versterkt op die manier de interne Europese markt voor het verhandelen van bouwproducten.

De resultaten die zijn verkregen uit testen en productbeoordelingen voor het bepalen van de prestaties van het bouwproduct, zijn in ieder land te gebruiken. Daarnaast is de CE-markering met prestatie- verklaring voldoende bewijs dat het product de prestaties levert in de toepassingen waarvoor de fabrikant het product geschikt acht.

Met de CE-markering en de daaraan gekoppelde prestatieverklaring geeft een fabrikant de prestaties

van de essentiële kenmerken (producteigenschappen) van zijn bouwproduct weer. Deze essentiële kenmerken zijn afgeleid van de fundamentele eisen of basiseisen voor bouwwerken die voortvloeien uit de nationale (bouw)regelgevingen in de lidstaten van de EU, zoals in Nederland het Bouwbesluit

2012. Het betreft eisen op zowel productniveau als op het niveau van bouwwerken. Deze eisen hebben onder meer betrekking op sterkte (constructieve veiligheid), brandveiligheid, gezondheid, hygiëne, energiezuinigheid en duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen.

De essentiële kenmerken zijn van belang omdat ze aangeven welke eigenschappen een bouwproduct moet bezitten voor mogelijke toepassing in het bouwwerk. De essentiële kenmerken van een product staan in de Annex ZA van de geharmoniseerde Europese productnormen.

Indien het bouwproduct onder meerdere wetgevingen valt die de CE-markering opleggen, geeft de CE-markering aan dat het product in overeenstemming is met de desbetreffende eisen van deze verschillende wetgevingen. Zo betekent de CE-markering op een elektrische garagedeur concreet dat deze in overeenstemming is met de bepalingen van de Verordening, maar ook met de eisen die vermeld staan in de richtlijnen voor laagspanning, machines en elektromagnetische compatibiliteit. De Verordening regelt bijvoorbeeld de sterkte en brandveiligheid, en de richtlijn voor laagspanning dat de deur veilig te bedienen is. CE-gemarkeerde bouwproducten met een prestatieverklaring kunnen in Nederland niet zonder meer worden toegepast in een gebouw of bouwwerk. Toepassing hangt namelijk af van de vraag of de opgegeven productprestaties toereikend zijn om te kunnen voldoen aan de prestatie-eisen uit het Bouwbesluit 2012 en bijvoorbeeld de Monumentenwet. Weliswaar zijn die eisen vaak op gebouwniveau, maar ze hebben ook een relatie met de eisen die gesteld worden op productniveau. Immers een veilig gebouw kun je alleen realiseren wanneer je weet hoe het product presteert op de essentiële kenmerken die van belang zijn voor de toepassing van het product binnen het bouwwerk. In een URL moet daarom kenbaar worden gemaakt welke essentiële kenmerken van een product voor de “verbouwing” van belang zijn en welke minimum prestatie die kenmerken moeten hebben.

Alleen fabrikanten van producten die onder een geharmoniseerde norm vallen zijn verplicht om een CE-markering op hun product aan te brengen en een prestatieverklaring op te stellen. Voor fabrikanten van producten die niet onder een Europese geharmoniseerde norm vallen geldt die verplichting niet, ze kunnen wel vrijwillig kiezen voor de CE-markering op hun product. Daarvoor kunnen ze gebruik maken van de Europese technische beoordeling (ETB) op basis van een Europees Beoordelingsdocument (EBD). Als een fabrikant gekozen heeft voor een Europese Technische Beoordeling gelden de regels voor de CE-markering en een prestatieverklaring ook voor producten waarvoor geen geharmoniseerde norm bestaat (zie artikel 4 van de Verordening), maar die wel in overeenstemming zijn met hun ETB.

Op het vereiste van CE-markering geldt in bijzondere gevallen voor toepassing in monumenten een uitzondering:

CPR Artikel 5

Afwijkingen van het opstellen van een prestatieverklaring

Indien uniale of nationale bepalingen er niet toe verplichten de essentiële kenmerken aan te geven waar de bouwproducten zullen worden gebruikt, kan een fabrikant in afwijking van artikel 4, lid 1, bij het in de handel brengen van een onder een geharmoniseerde norm vallend bouwproduct afzien van de opstelling van een prestatieverklaring wanneer:

c) het bouwproduct op een traditionele manier of met het oog op monumentenzorg in een niet-industrieel proces is vervaardigd voor de deugdelijke renovatie van bouwwerken die, overeenkomstig de toepasselijke nationale regels, als onderdeel van een geklasseerd gebied of vanwege hun bijzondere architecturale of historische waarde, officieel beschermd zijn.

BIJLAGE 4: LITERATUUR- EN BRONNENLIJST

Voor het opstellen van deze URL zijn onderstaande bronnen en literatuur geraadpleegd:

- Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 2003 gids 32 - Instandhouding van Smeedijzer in het exterieur
- Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed 2003 gids 33 - Bladkoper op monumenten
- Beoordelingsgrondslag en reglement NGK erkende Smederij 1.0
- NGK Normen en Beoordelingscriteria t.b.v. restauratie smeedijzer 1.0
- Cursusboeken NGK Smeedcursussen
- Smeedwerk/IJzerwaren – NRC – L. Fopma, R. van Hemert, T. Rouwhorst - 2011
- Oppervlaktebehandeling is een ketenvraag – De Constructeur 1/12/2015 – V-ION
- Organische deklagen – De Constructeur 3/2015 – V-ION
- Archief Internationaler Fachverband Gestaltender Schmiede e.V.
- Bouwkundige termen – Haslinghuis en Janse, 5e druk, Leiden 2004.
- MCB-boek
- Het stalen raam – A.W. de Goey
- Constructie van gebouwen door prof. J.G. Wattjes, deel IV, ramen, deuren en kozijnen, (bladzijde 286/287).
- Stahlschlüssel – Technisch bureau Unicum Paul Julien & Co Apeldoorn
- Foto's en afbeeldingen: Smederij Frits Kramer, Nico Kaaijk Metaalbewerking, Smederij Jurgen Nijhof, Smederij Van der Horst, Smederij Van der Geijn, Internationaler Fachverband Gestaltender Schmiede e.V. (IFGS), Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en Nederlands Gilde van Kunstsmiden (NGK).

Van alle normen wordt steeds de meest recente versie gebruikt.

BIJLAGE 5: VOORBEELDEN VAN VAKBEKWAAMHEIDSPROEVEN

Deze bijlage hoort bij hoofdstuk 5

