

# **Het Gilde van Vrijwillige Molenaars**



## **INFORMATIE x**

### **Materiaalbescherming Onweer**

**door E. Zwijnenberg**

**Inhoudsopgave**

Voorwoord.....	3
1. Materiaalbescherming.....	4
2. Onweer.....	12
2.1 Atmosfeer.....	12
2.2 Paniek.....	13
3. Over onweer en bliksemafleiders.....	13
3.1 Inleiding.....	13
3.2 Voorontlading.....	13
3.3 Hoofdontlading.....	14
3.4 Verloop van de stroom.....	14
3.5 Het ontstaan van onweer.....	14
3.6 Onweersnesten.....	14
3.7 Spanning op de afleiderinstallatie.....	15
3.8 Smelten van leidingen bij inslag.....	15
3.9 Kans op inslag op afleiderinstallaties.....	15
3.10 Aardingssystemen.....	15
3.11 In beveiligde gebouwen.....	16
3.12 In niet-beveiligde gebouwen.....	16
3.13 Fietsen en auto's.....	16
3.14 In open lucht.....	16
3.15 Beschermende werking.....	16
3.16 Windmolens.....	17
3.17 Tijdstip van inspectie.....	18

In deze en andere “Informatie”-documenten staan soms verwijzingen naar bepaalde pagina’s op basis van de oorspronkelijk bladzijdenummers. Die bladzijdenummers zijn in de rechterkantlijn opgenomen in rechthoekige kaders met gele achtergrond.

**1**

**Voorwoord**

Alkmaar, 28 augustus 1977,

Geachte Leden,

"Informatie" bestaat ditmaal uit twee delen. In de eerste plaats een uitgebreid artikel over materiaalbescherming, en wel over bescherming van metalen, in hoofdzaak ijzer. Deze tekst werd overgenomen uit het blad "Mix", vakblad voor de ijzerwaren, gereedschappen- en doe-het-zelf handel, uitgegeven door C. Misset B.V.

Wij zijn redactie en auteur van dit blad (niet te verwarren met het populaire blad "Mis niks lees Mix") bijzonder erkentelijk dat wij de artikelenserie over materiaalbescherming mochten overnemen. De serie over metalen is afgesloten, de tekst daarvan treft U dus hierbij aan. Voor vrijwillige molenaars, die vaak met de conservering van ijzer te maken hebben (roeden, assen etc.) ongetwijfeld een interessante materie. Momenteel wordt de serie voortgezet met belangwekkende gegevens over houtbescherming. Wij hopen t.z.t. in de gelegenheid te zijn U dat eveneens aan te kunnen bieden.

Het tweede deel van "Informatie" gaat over onweer en bliksem. Dus ook een onderwerp waar iedere (vrijwillige) molenaar van tijd tot tijd mee te maken heeft. U kunt iets lezen over het ontstaan van bliksem, het risico van inslag, over afleiders etc.

Eric Zwijnenberg

## 1. Materiaalbescherming

Reeds vele eeuwen worden materialen door de mensheid gebruikt om er verschillende voorwerpen van te maken. Vroeger waren het eenvoudige handwerktuigen, nu zijn het vaak de meest ingewikkelde en ingenieuze apparaten. En hoewel de bescherming van die materialen vooral de laatste tientallen jaren op de voorgrond treedt, vond men het toch ook in vroeger tijden nodig deze te beschermen tegen invloeden van buiten af. Denk b.v. aan het bedekken van hout of metaal met bladgoud of het vernissen van schilderijen. Uit deze twee voorbeelden blijkt dat het hier niet alleen om beschermen gaat, maar dat ook het verfraaien van de voorwerpen d.m.v. een beschermende laag belangrijk is. We mogen overigens wel aannemen dat het verfraaien toen hoofddoel was en dat de beschermende werking een ondergeschikte rol speelde. Na verloop van tijd ging men toch meer de nadruk leggen op het beschermen van allerlei materialen en voorwerpen, het verfraaien kwam op de tweede plaats. En tegenwoordig is het beschermen van objecten hoofddoel.

Voor deze veranderde houding t.o.v. materialen zijn een aantal redenen op te geven.

1. Het gebruik van grondstoffen die eerder aangetast worden, zoals:
  - a. metalen
  - b. hout
  - c. steen/beton
  - d. kunststoffen
2. De toenemende kosten die het vernieuwen of repareren van aangetaste materialen meebrengt.
3. De schaarste aan grondstoffen.

Bekijken we dat eens met een aantal voorbeelden.

### 1a. Metalen.

Voor het vervaardigen van allerlei voorwerpen werden in de oudheid alleen edele metalen gebruikt zoals goud, zilver en koper. Men noemt deze metalen „edel” omdat ze bij normaal gebruik niet of nauwelijks aangetast worden. Alleen voor koper ook wel half-edel. Deze metalen komen in de natuur als zodanig voor, dus als zuiver materiaal. Door hun edele karakter immers vormen zij geen of moeilijk verbindingen met andere stoffen, dus hoeven ze ook niet beschermd te worden tegen invloeden van buiten. Met het voortschrijden van de techniek kwamen ook andere metalen ter be-

schikking. Deze metalen worden niet in zuivere vorm gevonden, maar alleen in een chemische verbinding, b.v. gebonden aan zuurstof als oxyde zoals ijzer en tin of gebonden aan zwavel als sulfide zoals ijzer en lood.

Uit het feit dat deze metalen alleen chemisch gebonden in de natuur voorkomen volgt al dat ze minder edel zijn. En omgekeerd geldt: Onedele metalen vrijgemaakt uit hun chemische verbinding zullen de neiging vertonen terug te gaan naar hun oorspronkelijke chemische vorm. Bij voorbeeld:

- a. IJzer wordt ijzererts, vooral gevonden als ijzeroxyde.
- b. In de hoogovens wordt het ijzer uit het oxyde vrijgemaakt met behulp van koolstof bij zeer hoge temperatuur.
- c. Wanneer het ijzer in zuivere vorm als zodanig wordt toegepast zal het weer terug gaan tot de oorspronkelijke vorm van het oxyde.

Schematisch en chemisch weergegeven krijgen we:

- a. ijzeroxyde als delfstof:  $\text{FeO}$
- b. ijzeroxyde + koolstof vormt ijzer + kooldioxyde  $2 \text{FeO} + \text{C} \rightarrow 2 \text{Fe} + \text{CO}_2$
- c. ijzer + zuurstof vormt ijzeroxyde  $2 \text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{FeO}$

Het symbool voor ijzer is Fe, voor zuurstof O en voor kool-

# Materiaalbescherming voorkomt kostbare reparaties

stof C. Met dit vereenvoudigde voorbeeld wordt de ijzerfabrikage toch goed weergegeven. Hieruit blijkt tevens, dat de ijzerfabrikage niet ingewikkeld is en daarom al vele eeuwen toegepast kon worden.

Later werden ook andere metalen vrijgemaakt van hun natuurlijke verbindingen, zoals zink en aluminium. De chemische structuur van de ertsen, waarin deze metalen voorkomen, is veel ingewikkelder dan die van ijzererts. Het is dus veel moeilijker deze metalen uit het erts te winnen; pas met het vorderen van de techniek werd dit mogelijk. Bovendien zijn deze metalen zeer onedel, ze hebben dus de neiging snel te reageren met zuurstof en andere stoffen. Daarom ook moeilijker als zuiver metaal te bewaren. In een nog later stadium werd de techniek van het maken van legeringen bekend: kleine hoeveelheden bijmengsels van andere stoffen blijken zo de metalen sterk afwijkende eigenschappen te geven. Dit bijmengen gebeurt door samensmelten met andere stoffen. Zo geeft ijzer met koolstof staal, koper met zink geeft messing, koper met tin geeft brons.

Uit het voorgaande zal duidelijk zijn, dat bij het gebruik van

minder edele metalen, vooral ijzer, ook de bescherming van deze metalen belangrijk wordt. Hierbij gaat ook het milieu waarin deze metalen worden toegepast een grote rol spelen. Tot voor circa 100 jaar waren de belangrijkste stoffen die de metalen konden aantasten, zuurstof, water, keukenzout uit zeewater en moerasgassen. Tegenwoordig komen daar de industriële gasen en afvalproducten bij, die in zeer vele gevallen de neiging vertonen een chemische verbinding met metalen aan te gaan en deze daardoor af te breken.

### 1b. Hout

Naast klei-achtige materialen is hout wel een van de oudste bouwstoffen. Aanvankelijk werd het toegepast in de vorm van stammen in de huttenbouw, maar later gebruikte men het hout steeds meer als deel van een constructie van meer ingewikkelde aard. In het laatste geval zal dan ook de eis naar voren komen dat het hout blijvend deel kan uitmaken van die constructie. Met andere woorden: het hout moet van zodanig kwaliteit zijn dat het zonder of met weinig kosten als constructie behouden kan blijven. Het ligt dan ook voor de hand duurzame houtsoorten ervoor te ge-



gebruiken. In Westeuropese landen werd aanvankelijk veel eikenhout toegepast en later kwamen daar nog meerdere duurzame houtsoorten bij. (Op het begrip „duurzaam“ komen we later nog terug). Met het toenemen van het houtgebruik en daarmee de vraag naar meer duurzame houtsoorten, kwam ook het prijsniveau op een hoger peil te liggen en zo ontstond weer vraag naar goedkopere houtsoorten. Helaas zijn deze houtsoorten veel minder duurzaam waardoor aan de bescherming van dit houttype hogere eisen gesteld moeten worden.

**1c. Steen en beton**

De baksteen, zoals reeds eeuwen bekend, heeft in het algemeen geen bescherming nodig. Anders is dit echter met zuivere materialen, zoals beton. Hoewel beton ook geldt als een sterk en duurzaam materiaal zijn er omstandigheden aan te wijzen (vooral milieuvervuiling) waardoor bescherming van betonnen oppervlakken noodzakelijk is. Maar in vele gevallen zal men het beton willen behandelen om het te verfraaien.

**1d. Kunststoffen**

Voor de laatste tientallen jaren is het gebruik van kunststoffen sterk toegenomen. De meeste van deze kunststoffen behoeven geen bescherming en wanneer toch wordt gesproken over bescherming van kunststoffen, slaat dit meestal op een bijzondere toepassing, in fabrieksinstallaties.

**Toenemende kosten voor vervanging en reparatie**

Hierbij geldt vooral: „De kost gaat voor de baat uit“, oftewel: men moet eerst onkosten maken, wil men winst krijgen. Hiervan wordt men zich steeds meer bewust, gezien de hoge reparatiekosten bij herstel van verwaarloosde objecten. Vele toekomstige kosten kunnen bespaard worden door het toepassen van een goede bescherming bij het in gebruik nemen van een nieuw object.

**Schaarste aan grondstoffen**

Er is al veel gezegd en geschreven over de grondstoffen op en in de aarde en de beperkte voorraad hiervan. Hoewel de theorieën over voorraden en

gebruik uiteenlopen, is men het er wel over eens dat de grondstoffen zuinig moeten worden toegepast. Vandaar dat begrippen als recycling (hergebruik) worden ingevoerd als mogelijke oplossing van het grondstoffenprobleem. Naast recycling echter, dient ook de bescherming en daarmee het langere gebruik van de objecten genoemd te worden. Immers, door het langere gebruik van een voorwerp als gevolg van een betere bescherming, kan het gebruik van grondstoffen voor het maken van een nieuw voorwerp uitgesteld worden. Zo is b.v. in Amerika berekend, dat het plaatwerk van een auto zeker tweemaal langer meegaat wanneer het is voorzien van een verbeterde bescherming.

Uit het voorgaande zal duidelijk zijn, dat de bescherming van materialen een grote rol speelt in de huidige maatschappij en het belang hiervan zal alleen nog maar toenemen. In de komende afleveringen zullen wij nader ingaan op de materialen en hun bescherming. Hierbij zullen we dan niet, zoals gebruikelijk, uitgaan van een bepaalde type verf of ander beschermingsmiddel, maar zal het te beschermen object uitgangspunt zijn voor het in aanmerking komende beschermingsproduct. Samenvattend komen wij dan tot de volgende indeling:

**Materiaalbescherming**

**1. Wat beschermen (ondergronden)**

- a. metalen (na voorbehandeling)
- b. hout (klasse 1 t/m 5)
- c. Steen en beton
- d. kunststoffen

**2. Waartegen beschermen:**

- a. corrosie (roesten)
- b. chemicaliën (luchtverontreiniging chemische industrie)
- c. erosie (slijtage)
- d. schimmels, bacteriën, insecten, algen
- e. mechanische afbraak
- f. brand.

**3. Waarmee beschermen:**

- a. macromoleculaire stoffen (organisch)
- b. conserveringsmiddelen (tegen schimmels e.d., zie 2d)
- c. milieukeuze (bij voorbeeld onder water)
- d. chemische en galvanische processen (anorganisch: chromaten, fosfateren, verzinken)

**Materiaalbescherming**

# Verroest: wat feiten

drs. F. Schoone

**Indien ijzer en staal voldoende tegen roest beschermd zouden worden, dan was de jaarlijkse besparing in onze economie een bedrag met vele nullen, want alleen de bestrijding van corrosie belooft in Nederland al een klein miljard gulden. Een goede boertherm dus voor alle bedrijven die zich hiermee bezig houden. Roest is dus eigenlijk een gezonde basis voor existentie, maar niemand zal van het lichtzinnige standpunt huldigen „laat de boel maar roesten, dat brengt omzet“.**

**In deze branche gaan we roest te lijf met menie, tectyl, ijzerlak, gebonden zinkstofpigment, preparaten op basis van fosforzuur, bitumeuze produkten, lakken en wat dies meer zij. Maar was is roest precies? Men moet zijn vijand kennen om hem te bestrijden. Daarom wat basiskennis.**

**Ondergronden**

Het meest toegepaste metaal is ijzer. Gebruikelijk is hierbij het onderscheid te maken tussen ijzer als gietijzer en ijzer in de vorm van staal. Voordat gietijzer en staal gemaakt kunnen worden is eerst het ruwijzer in de hoogovens bereid. Dit ruwijzer bevat veel verontreinigingen die bij verdere bewerking tot gietijzer en staal verwijderd moet worden.

**Gietijzer** bevat betrekkelijk veel koolstof (meer dan 2 %) dat voor een deel vrij (als grafiet) aanwezig is; een ander deel van de koolstof is chemisch aan het ijzer gebonden. Gietijzer is — de naam zegt het al — zeer goed te gieten, het is dus zeer bros en daarom kan men het niet smeden. Daarentegen heeft het juist in verband met materiaalbescherming het zeer belangrijke voordeel, dat het weinig neiging vertoont tot **roesten**. Dit wordt vooral veroorzaakt door de aanwezigheid van de vrije koolstof, die als een zeer dun laagje grafiet de oppervlakte van het gietijzer beschermt tegen invloeden van buiten. In normale omstandigheden hoeft gietijzer dan ook niet beschermd te worden. Een groot bezwaar van gietijzer is echter dat het niet te verwerken is tot de bekende handelsvormen als plaat, staaf, profielen e.d. Omdat dergelijke produkten en toepassingen nu eenmaal nodig waren, werden een aantal veranderingen in de samenstelling gebracht en de produk-

ten die dan ontstaan noemen we **staal**.

Het kenmerkende verschil tussen staal en gietijzer is dus het sterk verlaagde koolstofgehalte in staal t.o.v. gietijzer, nl. 0,1 % koolstof of soms nog minder. Bovendien worden nog zeer kleine hoeveelheden andere metalen als b.v. chroom, nikkel toegevoegd om speciale eigenschappen te verkrijgen. Dat heet „veredelen“.

In de staalfabriek wordt het gietijzer door middel van toegevoegd schroot en zuurstof verder gereinigd en dan blijft er van de koolstof nog ongeveer 0,1 % over. Daarmee is dus de overmaat van koolstof in het gietijzer verdwenen en ontstaat een gemakkelijker bewerkbaar staal. Echter zo is ook de beschermende werking van het grafiet weggenomen. Van gietijzer staal maken betekent prijsgeven van een beschermingslaag, **dus moet staal opnieuw beschermd worden!**

**Walshuid**

Na de fabricage wordt het staal in nog hete toestand in staalwalserijen verwerkt tot o.a.: Staalprofielen (vierkant, rond, L profielen, I. balken), platen (vlakke platen, gegolfde platen en geperforeerde platen), buizen, draad etc. Staalprofielen verwerkt men tot samengesteld konstruktiewerk, zoals bruggen, overkappingen van gebou-



wen. Verder worden uit staal werktuigen gereedschappen enz. gemaakt. Bij de laatste bewerking en bij het walsen die het staal en ijzer ondergaat en dat bij hoge temperaturen plaatsvindt (600 °C-900 °C) treedt door de inwerking van de zuurstof een verandering aan de oppervlakte van het metaal op. Er vormt zich een walshuid d.i. een blauwe tot blauwpaarse, een enkele maal ook donkerrood gekleurde laag. Die walshuid bestaat uit drie soorten oxyden van ijzer, nl. het ferro-oxyde (FeO), het magnetiek (Fe3O4) en het ferri-oxyde (Fe2O03). Het ferro-oxyde is mechanisch het moeilijkst te verwijderen. De dikte van de walshuid is (afhankelijk van de temperatuur bij het walsen) niet altijd gelijk.

Bij het zgn. koudwalsen is de temperatuur te laag voor een verbinding tussen zuurstof en ijzer. Er wordt geen walshuid gevormd.

De samenstelling van de walshuid (drie oxyden!) is dus anders dan die van het onderliggende ijzer. Zou de walshuid als een gesloten deklaag intact kunnen worden gehouden, dan

zou het verwijderen van die laag niet nodig zijn. Maar zulke gunstige omstandigheden zonder invloed van buitenaf komen natuurlijk niet voor. Daarom is verwijdering van de walshuid (voor buitenkonstrukties) noodzakelijk. Het verbinden van ijzer met zuurstof zoals bij de vorming van walshuid noemt men oxyderen of roesten. Dit is wel het grootste nadeel van staal en men dient dus altijd maatregelen te nemen om roestvorming te voorkomen of ontstane roest te verwijderen. Daarom eerst iets meer over het begrip en het proces van het **roesten van ijzer**.

**Roest**

Roesten of corroderen is een elektro-chemisch proces. Dit betekent dat roest ontstaat daar waar door scheikundige verschillen in materialen, die met elkaar in verbinding staan, elektronenoverdracht kan plaats vinden. Of wat eenvoudiger gezegd: roest ontstaat als er elektrische stroompjes kunnen optreden tussen verschillende materialen die contact met elkaar hebben. Wanneer lucht en vocht op het ijzer inwerken ontstaat roest. Roest is een verbinding van het ijzer met de

zuurstof uit de lucht, dus het is een ijzeroxyde, zoals de walshuid. Het volume is o.a. veel groter (ca. 2 maal zo groot!) dan dat van ijzer, hetgeen men in de praktijk kan waarnemen wanneer op ijzeren balken dikke korsten roest worden gevormd. Behalve inwerking van water en zuurstof zijn er nog andere factoren die het roestproces van staal versnellen, zoals aanwezigheid van zuren en zouten, aanwezigheid van bepaalde gasen in de atmosfeer (vooral zwavelverbindingen). Dat ijzer (of staal) kan gaan roesten hangt samen met het onedele karakter.

Zoals reeds in de inleiding werd verklaard, zullen onedele metalen makkelijker verbindingen aangaan met andere stoffen dan edele metalen. Dit wordt veroorzaakt door de electronen die in onedele metalen losser zitten dan in edele metalen en dus makkelijker kunnen reageren met andere stoffen zoals zuurstof. **Onedele metalen roesten (corroderen) dus snel.**

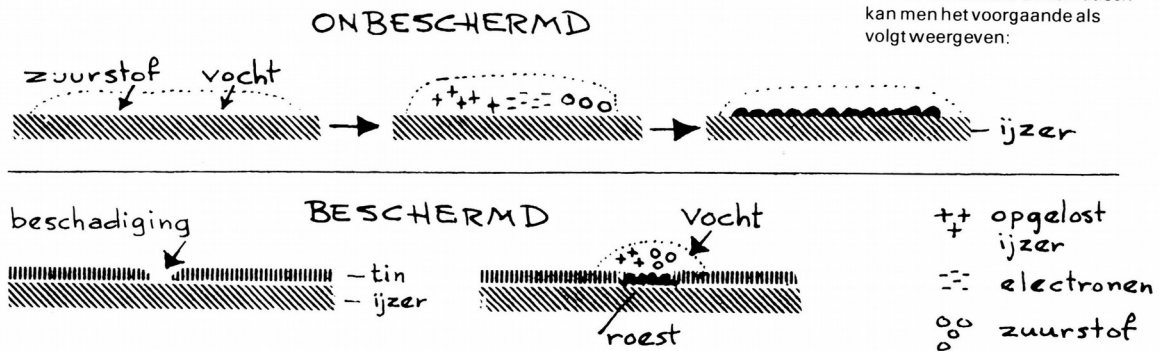
**Opmerking**

Later, wanneer gesproken wordt over bescherming van metalen door andere metalen (b.v. gegalvaniseerd ijzer) wordt op deze eigenschap van de metalen nog teruggekomen. Alle omstandigheden die het uittreden van electronen bevorderen (dus ook: het ontstaan van elektrische stroompjes bevorderen) zijn dus gunstig voor het ontstaan van roest.

Deze omstandigheden zijn:

- 1. Aanwezigheid van vocht: dit geleidt nl. de elektrische stroom.
- 2. Aanwezigheid van zuren, basen en zouten: hierdoor wordt de elektrische geleidbaarheid sterk verhoogd.
- 3. Aanwezigheid van edele metalen: deze trekken a.h.w. de elektronen uit het onedele ijzer (b.v. blik: ijzer bedekt met edeler tin).

Kombinaties van al deze omstandigheden zijn dus sterk bevorderlijk tot het ontstaan van roest. B.v. een vochtig zeeklimaat (zout in de lucht!) of een industrieel milieu. Schematisch kan men het voorgaande als volgt weergeven:



Zoals in het voorgaande artikel uiteengezet werd, is staal of ijzer een onedel metaal en vertoont dus een min of meer sterke neiging tot roesten. Die roest kan aanwezig zijn als walshuid uit de staalfabriek (diepblauw tot zwart van kleur) of ontstaan zijn tijdens bewaren en heeft dan een roodbruine kleur. Een van de nare eigenschappen van roest is dat het de vorming van méér roest bevordert, waardoor op den duur gehele constructies e.d. kunnen wegroesten. Een ander nadeel van roest is dat het volume van de roest groter is dan het volume van het ijzer waaruit het is ontstaan.

materiaalbescherming III

# Roest bevordert roest

Drs. F. Schoone



Bouten en moeren kunnen „vastroesten“ en men ziet dat verflagen van ijzeroppervlak worden weggedrukt. Het zal dus duidelijk zijn dat het van groot belang is roest te verwijderen van stalen oppervlakken en de vorming van roest te voorkomen.

### Ontroesten van staal

**A. Walshuid**  
Dit kan worden verwijderd door:

1. Stralen: Hierbij wordt een hard korrelig materiaal met behulp van luchtdruk met grote kracht op de walshuid geblazen. De walshuid versplintert en men houdt een schoon (zilverblank) oppervlak over ter verdere bewerking. Deze bewerking (waarop nog wordt teruggegaan) dient snel te geschieden, d.w.z. binnen enkele uren, daar het gestraalde oppervlak een zeer sterke neiging vertoont weer te gaan roesten. Als straalmiddelen worden meestal gebruikt: carborundum, geknipt staaldraad, koperslak e.d. Zandstralen is in Nederland verboden, daar de zeer fijne zwerfende zanddeeltjes longsilicose kunnen veroorzaken.

2. Af laten roesten: Door blootstellen aan weer en wind wordt de walshuid omgezet in roodbruine roestsoorten (ijzeroxyden) die betrekkelijk eenvoudig verwijderd kunnen worden in tegenstelling tot de oorspronkelijke walshuid (zie verder).

3. Chemisch verwijderen: Door behandelen met zuur (fosforzuur of zoutzuur) is het mogelijk de walshuid op te lossen. Hiervoor worden door de fabrikanten speciale producten in de handel gebracht.

**B. Bruine roest.** Deze vorm komt het meeste voor bij normale stalen of ijzeren producten, wanneer deze aan de lucht blootgesteld worden. Voor het ontroesten van grote oppervlakken is ook hier de meest aangewezen methode het stralen zoals bij het verwijderen van de walshuid beschreven is.

Voor kleinere oppervlakken is dit economisch niet verantwoord en moet men eenvoudi-

ger middelen gebruiken. Zoals: schuren met schuurpapier of borstelen met stalen borstel of beide methoden. Schuren kan men met de hand, met een roterende schijf of met een vlakschuurmachine. Men moet steeds streven naar *blank metaal*. Achtergebleven roest doet de eigenschappen van de beschermende laag altijd achteruitgaan. Dus ook wanneer verf wordt aanbevolen die over roest kan worden geschilderd, dient men toch altijd de roest zoveel mogelijk te verwijderen.

Het komt ook veel voor dat de leverancier van stalen voorwerpen deze eerst zelf ontroest en daarna invet of in vet papier verpakt. Dit vet of ook ander achtergebleven vet en vuil moet grondig verwijderd worden alvorens over te gaan tot verdere bescherming van het staal door b.v. schilderen. Het verwijderen van vet en vuil kan goed gebeuren met oplosmiddelen zoals peut (terpentina), thinner, benzine e.d. Men moet er hierbij wel op letten dat vet en vuil niet verplaatst worden op het oppervlak, maar steeds met schone doeken gedrenkt in oplosmiddel weggehaald worden. Een hulpmiddel hierbij kan zijn het schuren met fijn schuurpapier. Hierdoor wordt ook vet en vuil uit oneffenheden weggenomen terwijl tegelijkertijd het oppervlak wordt opgeruwd. Een ruw oppervlak is groter dan een glad oppervlak, zodat b.v. verflagen een groter aanrakingsoppervlak met het metaal krijgen en daardoor weer beter hechten.

Een aldus blank, schoon, „vetvrij“ en geruwd staal oppervlak heeft een zeer sterke neiging tot roesten en is bijzonder gevoelig voor vingerafdrukken.

Ook wanneer het metalen oppervlak bedekt is met verf, zal het op die plaatsen waar de vingerafdrukken zaten, toch gaan roesten. Dus nooit met vingers aan schone metaaloppervlakken komen en bij voorkeur handschoenen gebruiken voor het verplaatsen van schone stalen voorwerpen. Dergelijke oppervlakken moeten dus, zoals reeds gezegd, direkt (binnen enkele uren!) voorzien worden van een laag die het roesten tegengaat.

### Het beschermen van staal

Uit het voorgaande en de inleiding zal duidelijk zijn, dat wanneer men spreekt over bescherming van staal, men voornamelijk bedoelt het beschermen van staal tegen *corrosie (roesten)*. Men zal dus moeten zoeken naar die omstandigheden, die de corrosie veroorzaken of bevorderen, om daarna te proberen deze factoren weg te nemen.

De roest-bevorderend (veroorzakende) omstandigheden zijn:

1. vocht (water of waterdamp)
2. zuurstof.

De bescherming van staal dient dus gebaseerd te zijn op het tegengaan van de inwerking van vocht en zuurstof. Dit kan op twee manieren.

- a. afsluiten tegen indringing,
- b. onschadelijk maken van zuurstof en water na indringing. (dus wanneer het in contact komt met 't staaloppervlak). In de praktijk zal men trachten a en b te combineren, dus afsluiten en daar waar vocht en zuurstof toch doorgedrongen zijn, de activiteit hiervan teniet te doen.

### Afsluiten tegen vocht en zuurstof

Afsluiting wordt in de praktijk bereikt met bitumineuze producten en aardoliedestillaten, dus producten als teer, asfalt e.d. Maar ook paraffine, smeervet enz. Het bezwaar van deze stoffen is dat ze in het algemeen een bescherming geven die er niet fraai uitziet en die ook gemakkelijk te beschadigen is, zodat deze dan plaatselijk weer wegvalt. Deze producten komen wel in aanmerking wanneer er sprake is van een tijdelijke bescherming, b.v. gedurende transport en opslag. De laatste jaren is vooral in de auto-industrie het bitumineren (met b.v. tectyl of dinitrol) sterk toegenomen. Ook deze producten hebben de eigenschap dat zij goed afsluitend zijn tegen

vocht en zuurstof, maar het ermee bewerkte object krijgt geen fraai uiterlijk. Zodat ze alleen toegepast worden waar ze niet in het zicht komen. Zoals bij onderkanten van auto's en binnenkanten van portieren. Deze producten verharden niet en

kunnen later weer betrekkelijk eenvoudig (met oplosmiddelen) verwijderd worden. Zij zijn dus ook geschikt als *tijdelijke bescherming van staal*. Tectyl is dan ook in spuitbussen te koop zodat de doe-zelver dit product kan toepassen.

### Roestwering bij contact

Wanneer vocht en zuurstof door een film tot het staal kunnen doordringen, moeten zij aan het staaloppervlak onschadelijk gemaakt worden. Dit gebeurt met roestwerende pigmenten die toegepast worden in *roestwerende verven*. Met dit onderwerp komen we op het terrein van de verven en verfsystemen.

Onder verf verstaat men een *vloeibaar produkt* dat uitgesmeerd over een oppervlak overgaat in een *vast produkt*. Deze overgang van vloeibaar naar vast wordt veroorzaakt door natuurkundige en/of scheikundige verschijnselen. Het vaste produkt beschermt en/of verfraait het oppervlak. Om aan bovenstaande omschrijving en eisen te kunnen voldoen, bestaat een verf uit

- 1e bindmiddel
- 2e pigmenten
- 3e oplosmiddel
- 4e hulpstoffen.

1. Het **bindmiddel** is dat deel van de verf dat zorgt voor de overgang van de vloeibare naar de vaste toestand. Soort en type van het bindmiddel bepalen de snelheid van die overgang, dus de droogtijd. Bovendien wordt de afsluiting van de ondergrond door de verflaag ook voor een belangrijk deel door het bindmiddel bepaald. Het bindmiddel speelt dus een zeer grote rol in de eigenschappen van de verf.

2. De **pigmenten** zijn de vaste deeltjes in de verf; ze zijn ongeveer 0,01 mm groot. Hun belangrijkste taken zijn roestwering, kleur geven aan de verf, bedekken en afsluiten van de ondergrond.



## materiaalbescherming IV

# Verven en verfsystemen op staal

Drs. F. Schoone

**3. Oplosmiddelen** zijn vloeistoffen waarin het bindmiddel is opgelost; de oplossing is dan dun vloeibaar. Met behulp van het oplosmiddel kunnen we de verf *verwerkbaar* maken met b.v. een kwast, een rol of een verfspuit. Hoe meer oplosmiddel we gebruiken, hoe dunner de verf wordt en ook hoe gemakkelijker verwerkbaar. Maar te veel oplosmiddel kan ook weer niet, want dan gaat de verf „lopen” op het oppervlak (er ontstaan „zakkers”) en de laag wordt te dun.

**4. Hulpstoffen** dienen om de werking van de voorgaande stoffen te versterken of te ondersteunen. Bekend zijn vooral de *siccatieven*. Dit zijn stoffen die de droging van sommige harsen sterk kunnen versnellen. Meestal worden aan de verf ook antivulmiddelen toegevoegd om te voorkomen dat de verf in de bus gaat „vellen”. Uit deze beschrijving van de samenstelling komt duidelijk naar voren dat het bindmiddel en de pigmenten de belangrijkste grondstoffen van de droge verflaag zijn. Voor roestwerende verven zijn dat dus de roestwerende pigmenten. We zullen nu wat dieper ingaan op de bindmiddelen en roestwerende pigmenten voor verf.

### Bindmiddelen

Zoals gezegd zorgt het bindmiddel ervoor dat de verf overgaat van de vloeibare vorm in de vaste vorm. De tijd die hiervoor nodig is heet de *doordroogtijd*. Op de volgende manieren komt deze overgang tot stand:

1) Langs scheikundige weg d.w.z. tijdens het drogingsproces vindt een scheikundige verandering plaats (er worden nieuwe stoffen gevormd), door-

dat er een reactie optreedt met één of meer andere stoffen. Deze stoffen kunnen zijn: zuurstof uit de lucht en een tweede component waarmee gemengd wordt. Met zuurstof uit de lucht reageren olieverven en zgn. kunstharsverven (alkyd harsverven)

2) Langs natuurkundige weg d.w.z. tijdens het drogingsproces vindt een natuurkundig verschijnsel plaats (er worden geen nieuwe stoffen gevormd) b.v. het verdampen van het oplosmiddel, zodat de oorspronkelijk opgeloste stof als vaste stof achterblijft.

### Voorbeelden van bindmiddelen

Bindmiddelen voor **olieverven** zijn in het algemeen plantaardige oliën, zoals lijnolie en sojaolie. Een belangrijke negatieve eigenschap van deze oliën is de zeer langzame droging (door opname van zuurstof uit de lucht) nl. 24 tot 48 uur. En om de droging te laten plaatsvinden is de toevoeging van *siccatief* (droogversneller) noodzakelijk. Men moet lang wachten voordat de volgende verflaag kan worden aangebracht, nl. als criterium geldt dat de verflaag zeer weinig mag vervormen wanneer men met de duim erop drukt en draait. Een verbetering van veel eigenschappen van olieverven kan worden bereikt door te gebruiken olie gedurende een bepaalde tijd bij verhoogde temperatuur op te slaan (zgn. *standolie*). Een groot voordeel echter van olieverven is dat door die langzame droging de verf alle tijd heeft om de oppervlakte van het staal geheel te bedekken en daarmee ook achtergebleven roest kan insluiten.

In de eerste plaats wordt verf op staal aangebracht opdat het staaloppervlak niet gaat roesten. In een vorige artikel is al uiteengezet hoe we roestvorming kunnen voorkomen, nl. door: a. afsluiten van het staaloppervlak tegen indringen van vocht en zuurstof uit de lucht; b. onschadelijk maken van vocht en zuurstof als ze toch binnengedrongen zijn d.m.v. roestwerende pigmenten in b.v. verf en c. een combinatie van a. en b.

Vooraf methode c vindt toepassing in roestwerende verven.

**Wanneer men het staaloppervlak niet perfect kan reinigen van roest, gebruikt men bij voorkeur een roestwerende verf met als bindmiddel plantaardige olie.**

Bindmiddelen voor **kunstharsverven** zijn zgn. alkydharsbindmiddelen (phtalaat harsbindmiddelen). Ze komen sterk overeen met de plantaardige oliebindmiddelen, echter de oliën zijn hierbij scheikundig zó veranderd dat een snellere droging wordt verkregen nl. van 8-12 uur. Het voordeel van de olieverven nl. langere droogtijd om ook roest op het staaloppervlak in te sluiten, is dan ook voor een deel verloren gegaan. *De alkyd harsverven zijn de meest toegepaste verven.*

### Pigmenten

Het meest bekende roestwerende pigment is **loodmenie**, een (overigens zeer giftige) verbinding tussen lood en zuurstof en oranje van kleur. Daarnaast wordt veel toegepast: zinkchromaat (groen-geel), zinkpoeder (grijze metaalkleur) en zink-fosfaat (wit). Naast deze pigmenten wordt veel het rode ijzeroxyde als versnijder toegepast. Deze versnijding dient hoofdzakelijk om de verf goedkoper te maken (roestwerende pigmenten zijn duur!) en om een andere kleur te geven zodat men goed kan zien dat b.v. 2 lagen zijn aangebracht. De eerste laag heeft dan een andere kleur dan de tweede laag.

Ijzermenie is geen menie want ijzeroxyde is een versnijdingsmiddel. Menieverf is alleen menieverf als er loodmenie in is verwerkt. Zuivere loodmenie is **oranje**. Loodijzermenie (dus loodmenie versneden met ijzeroxyde) is **rood**.

Zuivere oranje menie is in het algemeen beter voor de roestwering dan rode (versneden met ijzeroxyde) menie, maar ook duurder.

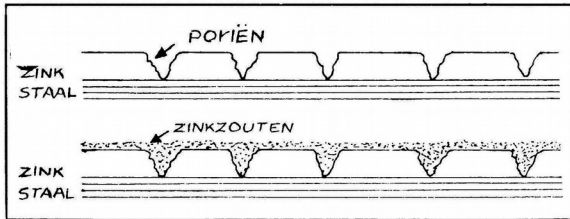
Hetzelfde kan men zeggen voor **zinkchromaat** als roestwerend pigment. Zuiver zinkchromaat is groen-geel. Het kan worden versneden met ijzeroxyde-rood en dan minder geel van kleur worden. Ook hier geldt dat het duurdere pigment (zinkchromaat) wordt versneden met een goedkopere pigment (ijzeroxyde).

Een bijzondere plaats onder de roestwerende pigmenten neemt het **zinkpoeder** in. Worden de andere pigmenten toegepast in percentages van 50 op de verf, dan is het percentage van zinkpoeder tussen de 90 en 95. Er is dus zeer weinig bindmiddel in deze verf. Daardoor heeft de zinkverf het karakter van een zinklaag op staal (b.v. gegalvaniseerd ijzer). De korrosiewerende eigenschappen van zinkverf komen dan ook overeen met die van gegalvaniseerd staal. Een belangrijk onderdeel van zinkverf: zinkverven kunnen alleen op een perfect ontroest en ontvet staaloppervlak aangebracht worden (bij voorkeur een gestraalde oppervlak). Op de korrosiewerende eigenschappen van zinkverven wordt nader ingegaan bij het bespreken van zink, als bedekkingslaag (b.v. gegalvaniseerd) op staal. Naast korrosiewerende eigenschappen heeft een zinkverf ook zeer goede afsluitingseigenschappen. Door het onedele karakter van zink zal dit metaal snel reageren met allerlei stoffen uit het milieu, waardoor de dan ontstane zinkzouten het staal afsluiten tegen verdere aantasting. Na verloop



van tijd zijn de poriën gevuld met zinkzouten en hebben zich ook aan het oppervlak zinkzouten gevormd, *waardoor een afsluiting van het staal is verkregen*. Bij een beschadiging van de zinklaag worden weer nieuwe zouten gevormd die de beschadiging weer opvullen enz.

**Nadeel van zinkverven:**  
De zinkzouten aan het oppervlak moeten zorgvuldig door borstelen met schoon water verwijderd worden voordat de zinkverflaag overgeschilderd kan worden. Soms kan men met speciaal in de handel gebrachte producten het zinkoppervlak reinigen: maar daarna ook altijd grondig naspoelen.



Schematisch weergegeven vullen zich de poriën na verloop van tijd met zinkzouten, een proces dat ook aan het oppervlak plaatsvindt

materiaalbescherming

# Beschermen van staal

Drs. F. Schoone

Gezien het grote belang dat gehecht moet worden aan de bescherming van staal, is het begrijpelijk dat er speciale producten zijn en worden ontwikkeld die bijzondere eigenschappen (zouden) bezitten voor deze bescherming. Vooral verven geschikt om aan te brengen over geroeste of slecht ontroeste ondergronden worden op de markt gebracht. Echter „het roest bevordert roest“ blijft altijd van kracht dus ook als men verf gaat gebruiken geschikt voor een roestige ondergrond. Men moet steeds trachten zoveel mogelijk roest te verwijderen. Ook bestaan producten die de eigenschap bezitten ijzerroest in een niet actief product om te zetten de zgn. „roestvormers“. Deze producten dienen met de nodige omzichtigheid te worden toegepast. Er wordt niet zómaar een goed resultaat mee bereikt. Eigenlijk zijn zij alleen geschikt in een droog binnenklimaat.

**Samenvatting van staal**

● **Reinigen van het oppervlak**  
Vet en vuil grondig verwijderen met behulp van oplosmiddelen

**Zinkfosfaat** is een wit pigment dat sinds ongeveer 10 jaar wordt toegepast in roestwerende verven. Het wordt soms in verf in de handel gebracht onder de naam „witte menie“. De roestwerende eigenschappen zijn goed, maar als belangrijk nadeel geldt dat witte roestwerende verven versneden worden met witte versnijders die in grote hoeveelheden en goedkoop verkrijgbaar zijn. Witte roestwerende verven moeten dus alleen gekocht worden van gerenommeerde merken.

(thinner, peut of benzine). Denk aan brandgevaar! Roest verwijderen met grof, daarna fijn of alleen fijn schuurpapier, of met een staalborstel. Oppervlak schoonmaken tot blank metaal.

Vooraf letten op ingevreten roest (zgn. putcorrosie), dergelijke roestgaten goed uitkrabben. Verfresten verwijderen door schuren, borstelen of met een afbijtmiddel. Verder reinigen met oplosmiddelen. Nadat het oppervlak volledig gereinigd is, direkt de eerste laag roestwerende verf aanbrengen (bij te lang wachten wordt nl. weer roest gevormd).

● **Eerste laag verf**

In het algemeen zal dit een roestwerende verf zijn, dus een verf met een van de volgende pigmenten:

loodmenie	oranje
loodijzermenie	oranje/rood
zinkchromaat	geel/groen
zinkfosfaat	wit
zinkmetaal	grijs/groen

Het gebruikelijke bindmiddel voor deze pigmenten (behalve zinkmetaal) is de alkydhars (ook synthetische hars genoemd). Let op de volgende algemene regel voor de opbouw van verfsystemen:

**Het eenmaal gekozen verfbindmiddel met hetzelfde blijven in alle lagen.**

Dus wanneer verf op basis van alkydhars als eerste laag is gekozen, dienen alle volgende lagen ook op basis van alkydhars te zijn. Deze regel geldt voor elke ondergrond, dus voor staal, hout, steen, beton enz. Alleen in overleg met de verffabrikant kan van deze regel afgeweken worden.

● **Tweede laag verf**

Nadat de eerste laag door en door gedroogd is, als tweede laag weer een roestwerende verf. Immers, sommige platen van het oppervlak kunnen de eerste keer niet goed geraakt zijn („heilige dagen“) of ruwe punten van het staaloppervlak steken nog boven de eerste laag uit. Hierbij vooral ook letten op scherpe kanten die in het algemeen niet door de eerste laag worden gedekt. Naast het bindmiddel moet ook het pigment van dezelfde soort zijn als bij de eerste laag. Wél verdient het aanbeveling een wat afwijken-de kleur te nemen, zodat de tweede laag zich van de eerste onderscheidt, dus betere controle. (B.v. 1e laag loodmenie, 2e laag loodijzermenie of 1e laag zinkchromaat, 2e laag zinkchromaat dat door de fabrikant bijgekleurd is met ijzeroxide).

● **Derde laag verf**

Daar roestwerende verven in het algemeen niet zo weervast zijn, kan men het beste direkt nadat de tweede laag gedroogd is een grondverf aanbrengen. Dit is een witte verf, betrekkelijk hoog gepigmenteerd en van een redelijke buitenduurzaamheid. Grondverven die speciaal zijn gemaakt om langer over te staan zijn eveneens in de handel, dit zijn zgn. overgrondverven of overstaan-grondverven. Deze producten zijn vooral van belang als men het aanbrengen van het verfsysteem over meerdere jaren wil verdelen (zgn. periodeschema's of onderhoudsschema's). Nadat de grondverflaag goed doorgedroogd is kan men deze door licht schuren met fijn schuurpapier een glad oppervlak geven.

● **Indien nodig plamuren**

Wanneer de ondergrond na de voorgaande 3 lagen nog onvolkomenheden vertoont, kan men deze gelijk maken met plamuur. Na plamuren moet men weer een grondverf aanbrengen. Niettemin zal er een moment komen dat de verf gebreken gaat vertonen, vooral op plaatsen waar mechanische beschadigingen zijn ontstaan. Door vervormingen gaat staal nl. versneld roesten. Direkt nadat de eerste roestverschijnselen zijn ontdekt, moet men maatregelen nemen voor onderhoud.

Deze roestverschijnselen zijn:

- plaatselijke verkleuringen aan het oppervlak
- blaasjes
- verdikkingen (puisten) onder de verflaag
- bruine roestpuntjes.

Hoe eerder men deze roest wegwerkt, hoe makkelijker en minder kostbaar het onderhoud wordt. Men kan de roest verwijderen zoals beschreven voor roest op staal (vooral denken aan putcorrosie; uitkrabben). Als onderhoudsverf kiest men uiteraard hetzelfde type verf dat in het oorspronkelijke systeem werd gebruikt.

Hoewel men in principe weer hetzelfde verfsysteem kan opbouwen is het de gewoonte alleen 2 lagen roestwerende primer aan te brengen. Na drogen wordt dan het gehele oppervlak gereinigd met b.v. peut, licht afgeschuurd en in zijn geheel, inclusief de primer lagen, afgeschilderd met een dekverf.



Hier is dus een glansverf over de roestwerende verf aangebracht terwijl in een oorspronkelijk opgebouwd verfsysteem eerst nog een grondverf gebruikt wordt. Deze methode kan dan ook alleen maar toegepast worden als er weinig roestplekjes zijn; 't percentage roestwerende verf t.o.v. 't gehele oppervlak is dan zeer klein. Is er daarentegen meer roest aanwezig en dus een grotere percentage van het verfooppervlak met roestwerende verf behandeld, dan valt te overwegen toch eerst een grondverf aan te brengen vóór de dekverf. Wanneer 10 à 20% of méér van het oppervlak is geroest, kan men beter alle verf verwijderen met afbijtmiddelen en het staal opnieuw reinigen tot een blank oppervlak en een nieuw verfsysteem opbouwen.

### Zink

Zink wordt tegenwoordig nog maar heel beperkt toegepast als zuiver metaal. Het heeft echter een zeer belangrijke plaats ingenomen als beschermende laag op vooral staal en het moet dikwijls worden beschermd tegen invloeden van buiten.

#### Waarom wordt staal (ijzer) beschermd met zink?

Deze bescherming houdt nauw verband met de edelheid van zink t.o.v. ijzer. Men zegt dat zink onedeler is dan ijzer omdat zink eerder en sneller reageert met andere stoffen dan ijzer. (Goud b.v. is zeer edel omdat het helemaal niet reageert met andere stoffen en dus mooi glanzend blijft). Wanneer men nu een onedeler metaal in elektrisch geleidend contact brengt met een edeler metaal dan zullen door het snellere reageren van het onedele metaal de reak-

ties van het edeler metaal verhinderd worden. Het edeler metaal zuigt de elektronen (bij elektrisch geleidend contact) vanuit het onedeler metaal weg. Als het zink een deel van zijn elektronen aan het ijzer afgestaan heeft, zal het zich gemakkelijker gaan verbinden met b.v. zuurstof en water. Het ijzer daarentegen dat nu een overschot aan elektronen heeft, verbindt zich veel moeilijker met andere stoffen en gaat dus ook niet roesten.

**Opmerking:** Het omgekeerde verschijnsel kan men waarnemen bij blik: hier is nl. het ijzer bedekt met een laagje van het edeler metaal tin. Wanneer b.v. door een beschadiging vocht kan toetreden tussen de ijzer- en tinlaag, zal het ijzer *versneld* gaan roesten, daar nu de elektronen worden weggezogen door het tin vanuit het ijzer en het ijzer *onedeler* wordt. Als zink beschermend werkt op ijzer wordt het zink zelf onedeler en zal dus sneller gaan reageren met andere stoffen. Gelukkig echter zijn de verbindingen die dan ontstaan zo groot in volume t.o.v. het oorspronkelijke zink, dat deze lagen van zinkverbindingen de oppervlakte van het zink geheel bedekken. Er kan dan geen vocht meer toetreden en verdere reacties van het zink blijven uit. Er zijn echter milieuverontreinigen die tóch blijven inwerken op het zink (door de beschermende laag zinkverbindingen heen!) dat dan op den duur verdwijnt zodat het onderliggende ijzer aangetast wordt. Tegen deze milieuverontreinigingen moet het zink dus beschermd worden b.v. met een verflaag.

## Beschermen van staal en aluminium

Zoals in het vorige artikel reeds is uiteengezet geeft een laag zinkmetaal op staal, aan dat staal een zeer goede bescherming tegen roesten. De zinklaag kan op verschillende manieren worden aangebracht, maar ook aluminium is op diverse wijzen te beschermen. Allereerst het verzinken.

### Verzinkt staal

**Thermisch verzinken:** Hierbij wordt het staal gesompeld in een vloeibaar zinkmetaalbad. Het staaloppervlak wordt dan glanzend met zg. zink„bloemen”. Dergelijke oppervlakken kunnen alleen beschermd worden met speciale verfsoorten.

**Spuiten van vloeibaar zink op het staal.** Hierbij ontstaat een matte, korrelige laag die moeilijk schilderbaar is.

**Elektrolytisch:** Met behulp van elektrische gelijkstroom wordt het zink neergeslagen op het staaloppervlak. Alleen zeer dunne lagen zijn zo mogelijk. Ook weer moeilijk schilderbaar.

**Sheradiseren:** Het zinkmetaal wordt bij hoge temperatuur in een draaiende trommel op kleine voorwerpen aangebracht (bouten, moeren e.d.).

**Zinkverven:** Het zink komt als verf op het staal. Zinkverflagen kunnen goed worden overgeschilderd, hoewel hiervoor speciale producten moeten worden gebruikt. Bij zinkverven bestaat de droge laag uit 90 à 95% zinkpoeder en de rest is bindmiddel. Door het hoge gehalte aan zink gedraagt deze verflaag zich als een zinkmetaal-laag en heeft ook de roestwerende eigenschappen van zinkmetaal op staal. Zinkpoederverven (ook wel zinkcompounds genoemd) worden meestal met een verfspuit aangebracht, hoewel men ze ook kan kwasten. Een bezwaar bij het toepassen van deze verven is dat de ondergrond (staal) *volkomen blank gestraald* moet worden, daar anders deze verven niet hechten.

Samenvattend kan men zeggen:

1. Zink is een ideale beschermer van staal tegen roesten.

2. Zinklagen zijn moeilijk schilderbaar, dus bij voorkeur deze lagen niet schilderen.  
3. Alleen in chemisch agressief milieu verf aanbrengen op aanwijzing van de verffabrikant.  
4. De doehetzelf-schilder kan zinkverf op staal aanbrengen mits het staal is gestraald tot blank metaal.

### Aluminium

De toepassing van aluminium is vooral de laatste 10 jaar in Nederland sterk toegenomen. Dit is ondermeer te danken aan de lage energiekosten in Nederland na de ontdekking van de aardgasbel. De bereiding van aluminium kost n.l. veel energie. Bovendien heeft aluminium een aantal gunstige eigenschappen waardoor het in het dagelijks gebruik bestandheid tegen corrosie (dus het „roesten”) van aluminium, de grote sterkte en het lage gewicht. Verder is het mogelijk veel eigenschappen te variëren door het bijmengen (legeren) van andere metalen zoals magnesium, koper, chroom enz. Van groot belang, juist in het lader van deze artikelen serie, is de goede bestendigheids tegen corrosie, die niet verkregen wordt door het aluminium zelf (want dat is een onedel metaal, zie bij zink) maar door de vorming van een aluminium-oxydehuidje aan het oppervlak. (Opmerking: bij het lassen en solderen van aluminium is dit oxydehuidje een groot bezwaar en het moet dus vóór het lassen of solderen verwijderd worden met speciale middelen).

### Oppervlakte behandelingen van aluminium

Zoals hiervoor al is uiteengezet is in *normale* omstandigheden het oxyde-huidje op het aluminium voldoende om een goede bescherming te verkrijgen. Onder „normale omstandigheden” verstaat men de afwezigheid van luchtverontreiniging en vooral



van zeedamp. In zeedamp zit zout dat het oxyde-huidje kan aantasten en dus ook het metaal zelf. Indien de omstandigheden dat noodzakelijk maken kan op de volgende manieren het aluminium van een oppervlakte laag worden voorzien:

**Anodiseren of eloxeren.** Met deze werkwijze wordt kunstmatig een extra „dikke“ oxydelaag (0,01 - 0,02 mm) op het aluminium aangebracht. Tijdens dit proces is het mogelijk om ook een kleur aan te brengen b.v. brons, goud of zwart, waardoor een fraai uiterlijk wordt verkregen (bedenk wel dat zwart geanodiseerde aluminium in zonlicht zeer warm kan worden dus sterk kan uitzetten!). Geanodiseerd aluminium kan door 't zout uit de zeedamp aangetast worden, waardoor het aan zee niet altijd toe te passen is. Als verder nadeel geldt nog dat *geanodiseerd aluminium niet kan worden geveerd*. Ook kan de anodiseerlaag betrekkelijk

gemakkelijk beschadigd worden door *krassen, cement of chemicaliën*.

**Geplatteerd aluminium** waarbij een laagje zuiver aluminium op het normale (gelegeerde) aluminium wordt aangebracht. Hierdoor wordt een combinatie van eigenschappen verkregen.

**Het verven van aluminium.** Aluminium kan niet zonder meer geveerd worden daar de verf niet hecht op de oxyde-huid van het aluminium. Het is echter mogelijk met speciale chemische produkten het oppervlak zo om te vormen, dat een grondverf hierop kan hechten. Als grondverf neemt men dan zinkchromaatverf (geel-groen), waarna men met glansverf kan afschilderen. Dit proces gaat niet op voor geanodiseerd aluminium (zie aldaar). Het is ook niet mogelijk, zelfs na voorbehandeling, aluminium blank te lakken, daar blanke lakken onvoldoende hechten.

**Tijdelijke middelen.** Voor het

transport van b.v. aluminium platen (al of niet geanodiseerd) worden deze wel voorzien van een z.g. striplaag om beschadiging te voorkomen. Deze striplaag kan na montage eenvoudig verwijderd worden en is in wezen niets anders dan een slechthechtende blanke lak of in paraffine gedrenkt papier. Wil de partikulier nog een bepaalde bescherming geven aan al of niet geanodiseerd aluminium, dan is het mogelijk het metaal met een dun laagje paraffine in te smeren, dit enkele malen per jaar schoon te maken met benzine en het dan opnieuw in te smeren.

Samenvattend kan men zeggen:

1. Aluminium kan worden beschermd door een anodiseerlaag die niet te verven is.
2. Aluminium kan, mits niet geanodiseerd, beschermd worden met verf na voorbehandeling met speciale produkten. Als grondverf gebruikt men een zinkchromaatverf.

### Andere metalen of legeringen

Koper, lood, tin, messing, brons enz. behoeven in het algemeen niet beschermd te worden daar zij van zichzelf resistent genoeg zijn. Bovendien hechten verven en lakken nauwelijks op deze materialen. Chroom kan tijdelijk beschermd worden met teerachtige produkten (b.v. tectyl e.d.).

## 2. Onweer

### *Dertig onweersdagen per jaar*

#### **BRAND NA BLIKSEM VALT STEEDS TE VOORKOMEN**

Voor het functioneren van de „Weermachinerie“, zowel op de televisie als in boekvorm uiteengezet, blijkt de belangstelling erg groot. Of het nu moeilijk of makkelijk is, praktisch of theoretisch, praten en lezen over het weer blijft een der favoriete bezigheden. Ze kunnen beperkt blijven tot uitspraken als: „Avondrood mooi weer aan boord,“ „Maart roert zijn staart,“ of zich uitbreiden tot meer recente onderwerpen als een eventueel naderende ijstijd, de invloed van onze vervuiling op de hogere luchtlagen, de opvallend zachte winter en de droogte in de Sahelzone.

Behalve orkanen en tornado's behoort het onweer (meervoud nog immer „onweders“) tot een van de meest agressieve onderdelen van de weermachinerie. Het is ook een verschijnsel dat nog steeds aanleiding geeft tot ware en onware verhalen, met of zonder bijgelovigheden.

Het aantal onweersdagen per jaar in Nederland bedraagt gemiddeld circa, dertig, waarvan de lente er gemiddeld tien van voor haar rekening neemt. Het aantal dagen dat het ergens in den lande onweert ligt beduidend hoger, dat zijn er meer dan honderd.

Nog wat cijfers: gemiddeld slaat de bliksem achthonderd keer per jaar in waarvan honderd maal in gebouwen.

#### **2.1 Atmosfeer**

Indien die bouwsels voorzien zijn van een bliksemafleider is de kans op brand na inslag meer dan vier maal kleiner dan wanneer er geen afleider gemonteerd is. Voor geïsoleerde bouwwerken, dus liggend buiten de bebouwde kom, wordt de kans op inslag gemiddeld negen keer zo hoog geschat dan voor gebouwen binnen die kommen.

Brand als gevolg van blikseminslag is nog steeds niet uitgebannen, hoewel de mogelijkheid daartoe wel benaderd kan worden.

Een zekerheid van honderd procent bestaat uiteraard niet, ook al zou men een woud van bliksemafleidings op het dak neerzetten. Want over het gedrag van de atmosfeer tijdens een onweer is nog steeds onvoldoende bekend om het geheel voorspelbaar te maken.

Het ligt voor de hand dat gebouwen met veel risico voor een gasontploffing, of opstallen waarin explosief materiaal ligt opgeslagen, in ieder geval beveiligd moeten worden. Verder lopen bouwsels van hout, al dan niet bedekt met riet, ook een groot risico. Een volgende categorie wordt gevormd door hoge schoorstenen en torens.

Gebouwen met een staalskelet, met betonwapening, of bouwwerken die helemaal uit beton zijn opgetrokken bieden meestal zelf al voldoende veiligheid, mits ze niet hoger zijn dan vijftig meter.

## 2.2 Paniek

De aanleg van een afleidersinstallatie wordt steeds raadzamer naarmate zich bijzondere omstandigheden voordoen. Als de dakbedekking brandbaar is en het gebouw buiten de bebouwde kom ligt en een grootste hoogte heeft van minimaal vijf meter. Of indien gedeelten van een bouwsel hoog boven de omgeving uitsteken. Indien er in een gebouw overwegend veel mensen zijn verzameld zodat bij brand paniek zou kunnen ontstaan, een ongestoorde voortgang van bepaalde werkzaamheden gewaarborgd met worden of indien het gebouw zelf of zijn inhoud een hoge of onvervangbare waarde vertegenwoordigt.

Het Nederlands Normalisatie Instituut (NNI) in Rijswijk publiceert een boekje waarin omtrent de technische kant van de bliksembeveiliging zo ongeveer alles staat vermeld wat noodzakelijk is. Het behandelt het beveiligen van windmolens, via elektronische installaties en vaartuigen tot tenten en caravans. Het blijkt nog steeds niet overbodig te wijzen op de gevaarlijke gevolgen van onweer, bliksem en bolbliksem.

Sinds de laatste oorlog tot 1965 werden er in ons land volgens het KNMI in De Bilt 217 mensen door de bliksem getroffen, waarvan 137 dodelijk. Vergeleken met de aantallen van bijvoorbeeld verkeersslachtoffers waar men aan „gewend" is mag het niet veel lijken.

Maar de gevaren van blikseminslag kunnen in principe bijna tot nul worden gereduceerd, iets wat van het verkeer niet gezegd kan worden. In ieder geval is er in een gebouw dat werd beveiligd met een afleiderinstallatie, nog nooit iemand door de bliksem getroffen.

## 3. Over onweer en bliksemafleiders

11

*Uit: Richtlijnen voor bliksemafleider-installaties.  
Nederlands Normalisatie Instituut, NEN 1014*

### 3.1 Inleiding

Het onweer heeft bij de mens steeds in de belangstelling gestaan. Daartoe zal niet in de laatste plaats het gevaar dat een onweer oplevert, hebben bijgedragen. Aangezien is gebleken, dat dit op zichzelf al niet grote gevaar nog verder kan worden beperkt, zijn tal van gebouwen, soms ook wel bomen, voorzien van een installatie die de kans op schade ten gevolge van blikseminslag vermindert.

### 3.2 Voorontlading.

Het is gebleken dat de bliksem vrijwel steeds wordt ingeleid door een zwakke voorontlading die in verreweg de meeste gevallen van de wolk naar de aarde groeit. Deze voorontlading, die uiterst lichtzwak is, wordt op de voet gevolgd door een tweede, die schoksgewijs in hetzelfde ontladingskanaal beweegt en de eerste ontlading telkens inhaalt.

Door deze voorontladingen wordt in een kanaal tussen de wolk en de aarde en in de vertakkingen van dit kanaal een hoeveelheid van de in de wolk aanwezige lading gedistribueerd. Eerst nadat de voorontlading de aarde tot op korte afstand van enkele

meters tot enkele tientallen meters is genaderd, wordt aan uitstekende delen van het aardoppervlak de veldsterkte zo groot, dat ook hieraan voorontladingen ontstaan, die het ontladingskanaal tegemoet groeien.

### 3.3 Hoofdontlading

Zodra de voorontlading uit de wolk contact heeft gemaakt met de van de aarde af tegemoet groeiende voorontlading, volgt een zeer krachtige ontlading, gepaard gaande met een intensief lichtverschijnsel, die met zeer grote snelheid van de aarde naar de wolk groeit. Deze zeer krachtige ontlading wordt hoofdontlading genoemd. De hoofdontlading dooft na verloop van tijd en hiermede heeft de eerste deelontlading van de bliksem haar beslag gekregen. Hierop volgen in de regel met tussenpozen meer deelontladingen. Deze worden eveneens voorafgegaan door zwak lichtende voorontladingen van de wolk naar de aarde, die zodra zij de aarde hebben bereikt, telkens worden gevold door een krachtige hoofdontlading van de aarde naar de wolk. De tijd tussen twee opeenvolgende ontladingen is zeer verschillend; zij loopt uiteen van enkele duizendste tot enkele tiende delen van een seconde.

### 3.4 Verloop van de stroom

Uit metingen is gebleken dat de stroomsterkte van de hoofdontlading zeer snel tot een maximum oploopt en vervolgens aanmerkelijk minder snel afneemt. Een dergelijke stroom wordt stootstroom genoemd. Het is gebleken, dat stroomsterkten tussen 30.000 en 60.000 A tamelijk vaak voorkomen. De grootste in Europa gemeten waarde is van de orde van grootte van 200.000 A. Uit de metingen kan tevens worden afgeleid dat een blikseminslag waarbij de stroomsterkte ongeveer 60.000 A bedraagt, allerm minst een zeldzaam verschijnsel is; daarmede moet bij het bestrijden van de gevaren die aan het inslaan van de bliksem zijn verbonden, dan ook terdege rekening worden gehouden. Het bleek dat in vele gevallen na het uitsterven van de grote stootstroom, in het ontladingskanaal een stroom tot enkele honderden ampères blijft vloeien totdat de volgende deelontlading begint. Uit proeven in het laboratorium is gebleken dat juist deze stromen de oorzaak zijn van brand bij blikseminslag.

De ontlading met een grote stroomsterkte van korte duur heeft in de eerste plaats een destructieve en explosieve werking, maar geeft veel minder aanleiding tot brand.

### 3.5 Het ontstaan van onweer

Vrijwel alle theorieën over het ontstaan van onweer brengen de elektrische verschijnselen in verband met de sterke condensatie van de waterdamp, die het gevolg is van een krachtig opstijgende luchtstroom. Men kan onderscheid maken tussen twee groepen van onweders: front-onweders en onweersbuien, waarop we hier echter niet verder zullen ingaan, dat behoort tot de meteorologie.

### 3.6 Onweersnesten

In beschouwingen over de beveiliging tegen bliksem komt nogal eens de vraag naar voren of de inslagen gelijkmatig over een gebied zijn verdeeld of dat de bliksem bij voorkeur op bepaalde punten inslaat. In Nederland heeft een voorlopig onderzoek naar onweersnesten niets opgeleverd. Dat mogelijke aardstralen een rol spelen, moet geheel naar het rijk der fabelen worden verwezen.

### 3.7 Spanning op de afleiderinstallatie

Indien een bliksemafleider wordt getroffen en dientengevolge stroom geleidt, ontstaat op deze installatie een elektrische spanning. Dit is het gevolg van de overgangsweerstand tussen de afleider en de aarde (de verspreidingsweerstand  $R$ ) van de zelfinductie en van de capaciteit van de gehele afleiderinstallatie. Indien de afstand tussen het getroffen punt van de opvanginrichting en het aardingsysteem klein is, en de leidingen recht verlopen, mag de invloed van de zelfinductie en van de capaciteit worden verwaarloosd. Men kan dit in het algemeen doen bij objecten lager dan 25 m. Uit onderzoeken is gebleken dat in dit geval het maximum van de spanning op de afleider ongeveer gelijk is aan het product van de verspreidingsweerstand en het maximum van de ontladingsstroomsterkte, die door de afleiderinstallatie loopt ( $U_{\max} = I_{\max} R$ ).

Stel dat de verspreidingsweerstand van een aardingsysteem 20 ohm bedraagt en dat deze afleider door een ontlading met een stroomsterkte van 50.000 A wordt getroffen. In dat geval ontstaat op de afleiderinstallatie een spanning van 1.000.000 V. Indien de verspreidingsweerstand in het bovengenoemde geval in plaats van 20 ohm slechts 2 ohm zou bedragen, zou de spanning slechts 100.000 V zijn. Het is dus van zeer groot belang dat de verspreidingsweerstand zo klein wordt gemaakt als met redelijke middelen mogelijk is. Het zal duidelijk zijn dat bij de genoemde zeer hoge spanningen gemakkelijk vonken kunnen ontstaan tussen de afleider en metalen delen die zich in de nabijheid ervan bevinden (afslag). Men heeft dit dan ook vele malen geconstateerd; een dergelijke afslag kan zelfs in een beveiligd gebouw brand veroorzaken. In verband hiermede kan het nodig zijn alle in het te beveiligen object aanwezige metalen delen van grote afmetingen met de afleiderinstallatie te verbinden om zodoende te voorkomen dat vonken ontstaan bij inslag van de bliksem. De kans op afslag zal afnemen naarmate de verspreidingsweerstand lager is.

### 3.8 Smelten van leidingen bij inslag

Het gevaar dat een leiding smelt bij inslag, behoeft in het algemeen niet te worden gevreesd. Uit berekeningen en ook uit proeven in het laboratorium is gebleken dat zelfs een zeer sterke ontlading als gevolg van de korte duur van het verschijnsel, niet in staat is een koperdraad met een doorsnede van 2,5 mm<sup>2</sup> te doen smelten. Dit zou alleen dan mogelijk kunnen zijn als zich in een afgaande leiding slechte verbindingen bevinden. Op deze plaatsen kunnen vuur-verschijnselen ontstaan die tot gevolg kunnen hebben dat de draad smelt.

### 3.9 Kans op inslag op afleiderinstallaties

Het al dan niet aanwezig zijn van een bliksemafleider zal de kans op inslag op een gebouw niet of nauwelijks veranderen; de functie van een bliksemafleider is dus uitsluitend ervoor te zorgen dat, indien de bliksem een gebouw treft, deze via de afleider naar de aarde wordt geleid, waardoor de kans op schade sterk verminderd.

### 3.10 Aardingsystemen

De verspreidingsweerstand van het aardingsysteem mag in het algemeen niet meer bedragen dan 2,5 ohm.

### 3.11 In beveiligde gebouwen

In gebouwen die volgens de normen zijn beveiligd is het gevaar bij onweer bijzonder klein. Gevallen dat een persoon die zich in een zodanig gebouw bevond, door de bliksem werd getroffen, zijn niet bekend.

### 3.12 In niet-beveiligde gebouwen

In niet-beveiligde gebouwen zullen bij inslag van de bliksem de ontladingen zich bij voorkeur langs leidingstelsels in en aan de wanden en zoldering en door de schoorsteen bewegen. Het verdient daarom aanbeveling op enige afstand van de wand te blijven en vooral van metalen leidingen, zoals gasbuizen, elektrische leidingen en afvoerbuizen; dit geldt ook voor de centrale verwarming. De ramen dienen te worden gesloten. Bovengrondse telefoonleidingen, elektrische leidingen en ook leidingen afkomstig van de antenne zijn mogelijke wegen waarlangs de ontlading zich beweegt, zodat deze leidingen niet moeten worden aangeraakt. Is het telefoonnet bovengronds, dan doet men er goed aan de telefoon tijdens onweer niet te gebruiken. Indien voorgaande aanwijzingen worden opgevolgd is de kans dat een persoon rechtstreeks letsel door blikseminslag krijgt, gering.

### 3.13 Fietsen en auto's

Fietsen en auto's zijn grotendeels van metaal. Zij hebben daardoor kans getroffen te worden. De rubber banden verminderen de kans op inslag niet. In een auto met metalen dak is het gevaar voor de inzittenden niet van betekenis, afgezien van reacties door schrik. Het ontsteken van lichten bij onweer heeft geen zin als beveiliging tegen de gevolgen van blikseminslag.

Het voeren van verlichting kan echter verplicht zijn als tijdens onweer het zicht sterk vermindert door regen.

Fietsers in het open veld doen er goed aan af te stappen als een onweer nadert en op enige afstand van de fiets te blijven.

### 3.14 In open lucht

Een onweer is gevaarlijk dichtbij indien de bliksem minder dan 10 seconden later door de donder wordt gevolgd.

Het onweer is dan niet meer dan 3 km verwijderd. Personen die zich dan in het vrije veld bevinden, doen er goed aan een schuilplaats op te zoeken. Schuilen onder bomen is gevaarlijk omdat deze als de meest in aanmerking komende plaatsen van inslag moeten worden beschouwd, vooral als zij de hoogste punten van de omgeving vormen.

Ook in een bos moet men niet bij de hoogste bomen gaan staan en zich zo ver mogelijk van de stammen verwijderen. Indien men in het open veld door onweer wordt overvallen en het niet mogelijk is nog een schuilplaats te bereiken, kan men het gevaar verminderen door plat op de grond te gaan liggen. Men dient op afstand te blijven van metalen voorwerpen van enige uitgestrektheid zoals hekken, afrasteringen, landbouwmachines en dergelijke. Ook is het wenselijk metalen voorwerpen van enige omvang zoals hengels, gereedschappen en jachtgeweren niet bij zich te hebben.

### 3.15 Beschermende werking.

Door een aantal onderzoekers zijn modelproeven uitgevoerd met hoge stootspanningen teneinde de beschermende werking van opvangs na te gaan. In de laatste jaren heeft zich hierdoor het inzicht ontwikkeld dat niet meer van een bepaalde zone kan worden gesproken



die voor de bliksem is beschermd, als een of ander object van een bliksemafleider is voorzien. Aangezien de bliksem echter de voorkeur heeft voor hoog uitstekende punten, moeten in het algemeen bouwwerken en installaties die hoog boven hun omgeving uitsteken, van een afleiderinstallatie worden voorzien.

De meest volledige bescherming wordt gevormd door een geheel gesloten metalen omhulsel zonder openingen. Een omhulsel met kleine openingen, zoals een net met fijne mazen, vormt een vrijwel gelijkwaardige bescherming. De ervaring heeft geleerd dat een goed geleidend net met betrekkelijk grote mazen, ook doeltreffend is. Men spreekt dan van een kooi (van Faraday).

Bij beveiliging van gebouwen tracht men, door het aanbrengen van koperdraad over de nok, langs dakranden, en verticale leidingen langs de hoeken, zoveel mogelijk zo'n kooiconstructie te benaderen.

### 3.16 Windmolens

Daar het beveiligen van een draaiende molen praktisch niet mogelijk is, moet deze bij naderend onweer worden stil gezet. Beweegbare delen van de molen of van de afleiderinstallatie moeten daarna door middel van soepele verbindingskabels in verbinding worden gebracht met een aardingssysteem. Indien de roeden uit hout zijn vervaardigd moeten deze van leidingen worden voorzien.

Indien de roeden uit metaal zijn vervaardigd of bekleed zijn met een goed geleidende beplating is het aanbrengen van leidingen niet nodig; wel moeten voorzieningen worden getroffen voor het aan de uiteinden aansluiten van soepele kabels. De soepele verbindingskabels mogen niet langer zijn dan nodig is om een verbinding tot stand te brengen met het aardingssysteem.

In de werkstand van een niet draaiende molen moet het uiteinde van de omlaag gerichte roede worden verbonden met het aardingssysteem. In de hekstand van de molen moeten de twee omlaag gerichte roeden worden verbonden met het aardingssysteem. Wanneer in of aan de molen metalen delen met een uitgestrektheid van meer dan 3 m zijn aangebracht, moeten deze delen zo mogelijk worden opgenomen in de afleiderinstallatie.

15

Wij denken daarbij met name aan: ijzeren lange spruit, ijzeren staartbalk, ijzeren korte spruit, maar óók de bovenas! Deze moet dus goed-geleidend met de roeden zijn gekoppeld. En daar blijkt uit metingen door onze deskundige de heer N. van Weelden, vaak heel wat aan te mankeren: door roestvorming is de elektrische weerstand tussen de roeden en de bovenas meestal zéér groot geworden. Er dient dan met koperdraad een verbinding tot stand gebracht te worden bij de askop. Ook kunnen de roeden natuurlijk "doorgehaald" worden. Daarbij worden de wiggen losgenomen, de roed laat men voorzichtig een meter zakken, en het deel dat in de askop zat wordt goed ontroest, maar.... ook goed in de teer gezet, zodat na het opnieuw vastzetten nu de teerlaag een goed elektrisch contact verhindert!

Een scheprad of een vijzel heeft meestal óók een uitgestrektheid van meer dan 3 meter, en zou geaard moeten worden. Maar zijn ligging in het polderwater geeft al een voldoende

goede aarding. Bovendien bevindt zo'n scheprad of vijzel zich zó laag in de molen dat er weinig gevaar voor inslag op dát onderdeel valt te duchten.

### 3.17 Tijdstip van inspectie

Inspectie van afleidersinstallaties dient plaats te vinden:

- bij oplevering van de installatie
- na herstelling of wijziging ervan, die al dan niet samenhangt met herstelling of verbouwing van het beveiligde object
- nadat grondwerkzaamheden nabij het beveiligde object hebben plaats gevonden.

Periodieke inspecties dienen plaats te vinden naar gelang van de omstandigheden en het belang van de afleiderinstallatie, per jaar tot eens per vijf jaar. Aldus de voorschriften.

Ons inziens kan eens per vijf jaar misschien wel vaak genoeg zijn voor een gebouw, waar alle leidingen stevig zijn bevestigd, maar niet voor een molen. Bij een molen wordt immers met losse kabels gewerkt, aansluitpunten zijn onderhevig aan roest of oxidatie, er kan teer of verf tussen komen, de losse kabels kunnen slijten, of bij de klemmen losraken etc. etc. Daarom zijn wij bij molens een voorstander van jaarlijkse controle.



*Dit is het vignet van de werkgroep "Bliksemafleidercontrole" van het Gilde. Heeft Ú al een afspraak gemaakt voor een inspectie door onze deskundige?*

*Schrijf een briefkaart aan postbus 71119 te Amsterdam!*