



ARJAN MOL, HOOGLEERAAR CORROSIETECHNOLOGIE EN ELEKTROCHEMIE TU DELFT

CORROSIE BEGRIJPEN OP DE NANOMETER

TEKST: MARGA VAN ZUNDERT
FOTO'S: NIEUWE BEELDENMAKERS

Om corrosie te bestrijden brengt hoogleraar Arjan Mol in Delft het allereerste begin live in beeld, op nanometer-schaal. Want wie dat prille begin van corroderen doorgrondt, kan nieuwe oplossingen ontwikkelen: duurzaam en zelf-herstellend. "Corrosie zien gebeuren onder een elektronenmicroscop, dat was eerder ondenkbaar."

Buitenstaanders reageren regelmatig verbaasd als ze horen dat hij de hele dag 'roest' bestudeert, vertelt Arjan Mol, hoogleraar Corrosietechnologie en elektrochemie in Delft. "De term corrosie kent niet iedereen, dan gebruik ik het roesten van staal als voorbeeld. Maar het idee is dat we dat probleem ondertussen wel onder de knie hebben want roest is natuurlijk al zo oud als de ijzertijd. Een fiets hoeft inderdaad niet meer te roesten, leg ik dan uit. Dat ze dat vaak toch doen -ook de mijne- is een puur economisch plaatje. Je fiets gaat even lang mee met of zonder roest op het stuur." Waarom 'roestprofessoren' toch nodig zijn, heeft twee oorzaken, legt Mol vervolgens uit. Ook metalen als aluminium en koper kunnen corroderen en we gebruiken al die verschillende metalen onder steeds extremere condities. Denk bijvoorbeeld aan het verpakken van nucleair materiaal voor opslag gedurende duizenden jaren of aan satellieten. Of denk aan de energietransitie waarvoor duizenden windmolens op de zee zo hoog als de Eiffeltoren vijftiengint jaar

lang moeten blijven draaien in weer en wind, of denk aan alle pompen en pijpleidingen nodig voor geo- en aquathermieprojecten die jarenlang probleemloos water moeten verpompen. Een bescherm-laag moet dus anno 2020 robuuster zijn dan ooit tevoren.

En een tweede goede reden waarom innovatie in corrosie nodig is: beschermende coatings mogen geen milieu- of gezondheidsschade opleveren. Lood, cadmium en chroom-6 om maar enkele beruchte stoffen te benoemen zijn of worden uitgebannen.

Aan Mol en zijn medewerkers dus de schone taak om nieuwe 'groene' coatings te ontwikkelen met een langere levensduur en liefst ook zelf-herstellend vermogen. 'Rust Roest' was dan ook de titel van Mols oratie vorig jaar bij zijn benoeming aan de TU Delft. "Het gaat om meer dan knowhow leveren", benadrukt Mol. "Verfproducenten en eindgebruikers willen ook weten wáárom een coating tegen corrosie beschermt: de knowwhy. Duurzaamheid en veiligheid moeten gegarandeerd zijn."

'ROEST' IS NIET HET MEEST SEXY ONDERWERP IN DE LUCHT- EN RUIMTEVAARTTECHNIEK WAAR UW WORTELS LIGGEN?

Dat vliegtuigen in de lucht kunnen blijven, vond ik altijd fascinerend. Dat leidde in mijn studietijd in de jaren tachtig en negentig tot interesse voor de grootste vliegtuigen toen in ontwikkeling. De A380 met name waar 800 passagiers in kunnen. In Delft waren onderzoekers destijds bezig met de ontwikkeling van GLARE, een meerlaags lichtgewicht maar zeer sterk composiet-aluminiumlaminaten voor deze vliegtuigen. Dat trok allereerst mijn aandacht. En een erg belangrijk aspect van die vliegtuigmaterialen -omdat het voor versnelde scheurgroei kan zorgen- is beginnende corrosie. Wat er zo boeiend aan is? Ik vind het mooi om een connectie te kunnen maken tussen processen die je op bijna atomaire schaal bestudeert en die



Optimaal
voeden van
dissolvers

AZO® Vacuüm weegstelsysteem

- stofarm
- nauwkeurig
- economisch



AZO.®
www.azo.com



TECHEMA



sustainable process solutions since 1959
engineering sales maintenance www.techema.nl



WILHELM NIEMANN
MASCHINENFABRIK

DISPERGIER- UND FEINMAHLTECHNIK

'VERFPRODUCENTEN WILLEN
OOK WETEN WAAROM
EEN COATING TEGEN
CORROSIE BESCHERMT: DE
KNOWWHY, DUURZAAMHEID
EN VEILIGHEID MOETEN
GEGARANDEERD ZIJN'

wereld van grote constructies. Beide werelden boeien me: die van constructietechniek maar ook de moleculaire wereld, de chemie.

**UW ORATIE KWAM IN HET NIEUWS OMDAT U ZEI DAT
NEDERLAND JAARLIJKS MEER DAN 8 MILJARD KAN
BESPAREN DOOR BETERE CORROSIEBESCHERMING.
WAAROP ZIJN DIE CIJFERS GEBASEERD?**

Dat rolt uit een praktijkstudie en berekening van NACE International, een internationale beroepsvereniging op het gebied van corrosie. Als we alle beschikbare kennis over corrosie optimaal zouden toepassen dan sparen we bijna een derde uit omdat er minder onderhoud en herstel nodig is aan constructies vanwege onderbescherming en er ook geen overbescherming plaatsvindt. Opvallend is overigens dat mijn voorganger bij zijn oratie in 1986 precies hetzelfde zei. Dat wil niet zeggen dat we ondertussen niets zijn opgeschoten want we ontwerpen nu scherper en gebruiken materialen in extremere omstandigheden. Maar bestaande kennis moet nog steeds beter bij de beslissingnemers terechtkomen.

**HOE DOE JE DAT? CORROSIEKENNIS BETER
LATEN DOORDRINGEN?**

Dat is zeker niet eenvoudig juist omdat er veel mensen bij betrokken zijn, van de mensen aan de tekentafels tot de installatie- en onderhoudsmonteurs in het veld. En dan kunnen er ook nog tegengestelde belangen spelen binnen een keten. Opdrachtgevers en constructeurs van nieuwe installaties zijn bijvoorbeeld niet vanzelfsprekend verantwoordelijk voor operationeel beheer of onderhoud. Ik zie hier ook zeker een taak voor onszelf. Wij leiden hier in Delft een nieuwe generatie ingenieurs op die de laatste kennis in huis moeten hebben die ze straks inzetten en verspreiden bij bedrijven en organisaties. We delen ook kennis via masterclasses bij de Vereniging ION, via

een lezing op de Coatings Innovatiedag van de VVVF of via een interview als dit. En kennisdeling verloopt natuurlijk ook via gezamenlijke onderzoeksprojecten met de hele bedrijfsketen van grondstofleveranciers via coatingproducenten tot eindgebruikers.

**WAT IS HET BELANGRIJKSTE DOEL VAN HET
CORROSIEONDERZOEK IN DELFT?**

We willen corrosieprocessen fundamenteel begrijpen om zo nieuwe beschermingsconcepten te ontwikkelen. Op dit moment staan alternatieven voor chroom-6 daarbij volop in de aandacht. We onderzoeken echt de start van het corrosieproces in detail om te snappen wat je ertegen kan doen. Dat lukt sinds kort op micro- en zelfs nanometerschaal. Elektronenmicroscopie wordt al langer toegepast in materialenonderzoek, maar pas nu lukt het om een beeld te maken in een vochtige omgeving. Traditioneel werkt een elektronenmicroscopie namelijk in vacuüm. We kunnen nu dus live corrosie zien ontstaan, dat was eerder ondenkbaar.

**VINDEN WE DIE DETAILKENNIS TERUG IN
CONCRETE PRODUCTEN?**

We onderzochten bijvoorbeeld in samenwerking met Fokker Aerostructures een alternatief voor het traditionele chroomzuuranodiseren. Dat is een al meer dan zestig jaar ingeburgerde manier om een dunne poreuze oxidelaag op aluminiumlegeringen te vormen voor de stevige hechting van coatings of lijmen. Cruciaal voor de duurzaamheid van vliegtuigconstructies. Samen kwamen we tot de conclusie dat je duurzame hechting ook prima kunt realiseren met een mix van minder gezondheids- en milieubelastende fosfor- en zwavelzuren, wat nu ook in de praktijk wordt toegepast. Een tweede voorbeeld is een milieuvriendelijk alternatief voor de actief beschermende coatings met chroom-6 in de vliegtuigindustrie.

Processing Equipment for Coatings & Ink Industry

- Mixing
- Dispersing
- Grinding
- Sieving
- Filling
- All types of grinding media available from stock



E & R B.V.

Stoomloggerweg 1 - 3133KT Vlaardingen
T 010 4601544 - info@er-bv.com - www.er-bv.com



Uw partner voor kunststof verpakkingen voor:

- Pigmentpasta
- Watergedragen autoreparatielak
- Verf
- Drukinkt

Zowel standaard potten als nagenoeg restloos leegbare speciaalverpakkingen.

Voor meer informatie en voorbeelden kijk op www.bema.nl

Deltastraat 14,
4301 RC Zierikzee

Tel. +31 111 418807
info@bema.nl

elcometer®

Meten
FILM
APPLICATIE
ACCURAAT • DUURZAAM

elcometer
Elcometer 4340 Automatic Film Applicator

Maak consistente en reproduceerbare coating monsters met de **Elcometer 4340** gemotoriseerde film applicator

elcometer.com



We onderzoeken in samenwerking met AkzoNobel een alternatief op basis van lithium. Bij een kras lossen lithiumhoudende deeltjes op uit de coating en vormen op het aluminium een dichte onderlaag met daarboven een poreuze laag die samen goede weerstand bieden tegen corrosie. Voormalig promovendus Peter Visser werd er AkzoNobels Scientist of the Year 2018 mee.

WANNEER ZIEN WE DEZE LITHIUM-UITLOGENDE COATING TERUG IN VLIEGTUIGEN?

Het concept wordt al toegepast aan de buitenzijde van vliegtuigen. Aan de binnenzijde van een vliegtuig heerst een zeer corrosief microklimaat omdat zich zout verzamelt. Bij het stijgen en dalen condenseert en verdampt er namelijk telkens vocht op het aluminium waarbij zout achterblijft. Dat materiaal is grotendeels onbereikbaar na de bouw van het vliegtuig omdat het interieur er tegenaan zit. Er is dus een coating nodig die het vliegtuig gegarandeerd levenslang beschermt, dus zeker veertig jaar of langer. De eerste tests zijn op delen die wel toegankelijk zijn om eerste praktijkervaring op te doen. Het is nog lastig om onze laboratoriumtesten te vertalen naar de lange termijn. Modellen hiervoor worden wel steeds beter maar zijn nog niet goed genoeg voor een 20-jaars of langere voorspelling. Vergelijk het met de weersvoorspelling. Het weer van morgen en overmorgen kunnen we ondertussen heel betrouwbaar voorspellen, maar voor volgende week is het lastig.

WAAR VERWACHT U DE KOMENDE JAREN FLINKE VOORUITGANG?

Als het gaat om kennis over corrosie verwacht ik veel van modellering en kunstmatige intelligentie. Die steeds krachtigere wiskunde zal ongetwijfeld leiden tot nieuwe inzichten en ideeën. Ook verwacht ik veel van corrosie-sensing. China legt een groot netwerk aan van

corrosiestations. Daar worden monstermaterialen geplaatst waarop corrosie continu wordt gemonitord met standaardmetingen terwijl ook allerlei weergegevens worden verzameld en informatie over corrosieve stoffen in de lucht. Uit die enorme datasets valt veel informatie te halen, ook voor langetermijnmodellering. Zo'n netwerk in Nederland zou ik ook een goed idee vinden, ook om praktijkervaring op te doen met nieuwe materialen en beschermingstechnologieën.

U DOCEERT OOK IN CHINA? WAAROM DAAR?

In China werken indrukwekkend grote onderzoeksgroepen aan corrosie. Ik krijg heel regelmatig verzoeken uit China of ze hier in Delft gebruik mogen maken van onze meettechnologie. De onderzoekers komen zo kennis halen, maar ik let er scherp op dat ze ook kennis brengen. Zo zijn ze sterk in het ontwikkelen van nieuwe concepten voor zelfherstel waarvan wij ook weer leren. Het is dus echte samenwerking. Op die manier ben ik al zo'n drie jaar in contact met de University of Science and Technology in Beijing waar ik ook jaarlijks gastlessen geef.

HOE STAAT HET MET DE NEDERLANDSE INNOVATIEKRACHT TEGEN CORROSIE?

Onze kracht zit vooral in goede samenwerking in de hele keten. Het gezegde 'je bent zo sterk als de zwakste schakel' gaat op voor corrosiebescherming zelf maar ook voor innovatie hierin. In Nederland zijn goede academische voorzieningen, er zijn grote coatingbedrijven die willen innoveren en partners zoals Rijkswaterstaat die open staan voor innovatie door bijvoorbeeld niet te denken in recepten als 'een bescherm laag moet drie lagen tellen' maar in conditie-gebaseerde criteria als 'het materiaal moet de komende 15 jaar beschermd zijn of nog 50 jaar functioneel zijn'. Wanneer de hele keten meewerkt kom je verder en krijgen veelbelovende innovaties een kans. ■

Vraag **informatie**
aan via onze website

KRT is marktleider op het gebied van productie- en levering van ketonharsen voor onder andere coatings, drukinkten en kleefstoffen. Ketonharsen worden als co-binder toegepast ter verbetering van eigenschappen zoals glans, hardheid, hechting en drogingsnelheid. Met onze jarenlange ervaring en uitgebreide leveringsprogramma zijn wij de ideale partner voor uw productontwikkeling.



INFOR BLENDING BRANCHESPECIEFIEKE SOFTWARE (SEMI-) PROCESINDUSTRIE

**HANDIGE
SOFTWARE VOOR
MSDS-EN IN
34 TALEN!**

ERP | BEHEER GEVAARLIJKE STOFFEN | LIMS | DOCUMENT MANAGEMENT



**Recepturen, Berekening VOS-gehalte, Pigment/Vulstof-verhouding,
Tracking and Tracing, Analysecertificaat, MSDS, REACH, GHS**

Dan weten wij waar het over gaat!

IT-Partner voor automatisering van al uw bedrijfsprocessen. Wij bieden volledig geïntegreerde ERP of deeloplossingen in de branches:

- Chemie & Verf
- Farmacie & Voedingssupplementen
- Voeding & Drank
- Verzorging & Cosmetica



Partner Network

Kade 40a • 3371 EP Hardinxveld-Giessendam (The Netherlands) • +31 184 490 367 • www.blending.nl