



*De rondleiding maakte onder meer een tussenstop bij een inspectie: Marcel van Wonderen wijst naar het beeldscherm van de boroscoop.*

Themadag 'Nieuwe coatings en oppervlaktetechniek' van Materialenkring Noord-Holland

# Toverwoord Functionaliteit

**De Noord-Hollandse Materialenkring organiseert al vijftien jaar bijeenkomsten over de meest uiteenlopende onderwerpen, zolang het maar met materiaalverwerking en ontwerp te maken heeft. Uiteraard komt de oppervlaktetechniek ook af en toe aan de orde: ieder materiaal heeft immers raakvlakken met zijn omgeving. Zowel de bezichtiging van de motorenonderhoudsafdeling van KLM als het lezingenprogramma sloten goed aan bij de interesses van de doelgroep. En alsof de evenementenkalender erop ontworpen is: Vakblad Oppervlaktetechnieken grijpt het themanummer Materials Engineering aan voor de nabeschouwing.**

Dat Syntens Amsterdam, de Federatie Metaalplaat FDP (voorheen Federatie Dunne Plaat), de FME en de Metaalunie in de roos schoten met deze inmiddels al 97<sup>e</sup> bijeenkomst van de Materialenkring, 1 maart bij KLM Engineering & Maintenance, bleek al uit de enorme aanmelding van bijna 110 belangstellenden. De combinatie van lezingen

en een bedrijfsbezigting slaat wel vaker goed aan, maar een spektakelstuk als de motorenrevisie van KLM Engineering & Maintenance wil een materiaalkundige natuurlijk wel even van binnen bewonderen. Ter illustratie: het is de grootse onderhoudswerkplaats voor General Electric motoren in de wereld! Na deze indrukwekkende rond-

leiding bij de onderhoudsafdeling van KLM kwamen drie sprekers aan bod: gastheer Marcel van Wonderen. Master Engineer Process Equipment & Materials Development bij de KLM, die al eens eerder voor de Materialenkring had gesproken namelijk over Thermisch Spuiten, Rob Thalen van Surface Treatment te Maasbracht die bilateral-anodiseren

## 26 APRIL: BIJENKOMST NOORD-HOLLANDSE MATERIALENKRING BIJZONDERE (FUNCTIONELE) MATERIALEN

Tijdens deze bijeenkomst wordt aandacht besteed aan bijzonder ontwikkelingen op het gebied van de zelfherstellende materialen. Naast een algemene introductie over Self healing Materials is er een kennismaking met een aantal praktische voorbeelden van zelfherstellende materialen:

- zelfherstellend beton;
- zelfherstellend asfalt;
- zelfherstellende coatings;
- thermische barrière coatings.

Het tweede blok van deze bijeenkomst is gereserveerd voor TenCate. Dit bedrijf is bekend als producent van de materialen voor kunstgrasvelden en kogelvrije vesten. Met drie R&D managers gaat TenCate op deze bijeenkomst uitgebreid in op hun activiteiten op het gebied van productontwikkeling. Bijzondere aandacht krijgen de zogeheten 'geotextielen' en de ontwikkeling van 'functionele composieten' voor de Aerospace en andere industriële toepassingen.  
Amsterdam@Syntens.nl / www.Syntens.nl

en opaliseren besprak, en Timme Lucassen van TNO over onder meer waterafstotende en krasvaste lagen. De voordracht van Van Wonderen betrof het shotpeenen: een oppervlaktebewerking waarbij door het letterlijk "bekogelen" van een oppervlak drukspanningen ingebracht worden, hetgeen de veiligheid en levensduur enorm ten goede komt.

### ONBEKEND MAAKT ONBEMIND

Als gastheer van een van de negen rondleidingen had Van Wonderen natuurlijk direct het publiek op de hand, en kon hij dus openen met de inkopper "Was de rondleiding te kort?" "Jaaa!!!" werd hem in koor toegeroepen, want ondanks negen startposities die ook steeds een tussenstop van tien minuten moesten vormen, was iedereen ogen, oren en minuten tekort gekomen. "We hebben deze rondleidingen ook voor bijvoorbeeld piloten, huisvrouwen en de NAVO gedaan," verklaarde Van Wonderen de gesmeerde logistiek van de tamelijk massale exercitie, overigens zonder een voorkeur voor doelgroepen uit te spreken. Dat hij zich goed thuis voelde bij de materiaalkundigen, bleek uit de vaart van zijn betoog, waarin het shotpeenen als levensduurverlenger en alom bij KLM toegepaste techniek ter sprake kwam. Met een kleine enquête betrok hij de zaal bij het punt dat hij wilde maken: "Wie weet wat shotpeenen is?" Een derde van de honderd aanwezigen hadden er inderdaad wel eens van gehoord. "Wie kent de voordelen?" Dat waren er nog maar negentien. "Wie gebruikt het?" Dat bleek er maar 3 te zijn. In 74 dia's werd vervolgens luid en duidelijk aangegeven dat in de metaalverwerkingsindustrie het shotpeenen in vele gevallen een uitkomst kan zijn.

### LEVENSDUUR: SLIJTAGE, TEMPERATUUR EN CORROSIE

Een dergelijk enthousiast betoog krijgt men doorgaans vooral van de verkopende partij

te horen, hetgeen KLM Engineering & Maintenance uiteraard niet is. "Drie zaken zijn ontzettend van invloed voor de levensduur van een onderdeel: slijtage, temperatuur en corrosie. Wij gaan een onderdeel repareren als de kosten 70% of minder van de nieuwwaarde bedragen. Het zijn vaak onderdelen van honderdduizend tot driehonderdduizend euro. Binnen de reparatietechniek maak je economische en technische keuzes. Functionaliteit is daarbij het toverwoord in onze industrie."

De *Turnaround Time* is ontzettend belangrijk in de onderhoudswereld: de hele motor moet in vijftig dagen gereviseerd zijn, en dan moet hij weer minstens 4.000 draaiuren meegaan. "KLM is al drie jaar achtereenvolgens tot de meest duurzame luchtvaartmaatschappij, en was de eerste met een ISO-14001-certificaat voor milieumanagement. We gaan volgend jaar ook als eerste deels op biobrandstof van algen vliegen," zo uitte hij zijn bevlogenheid met de blauwwitte maatschappij, overigens tegenwoordig onderdeel van Air France.

### LEZING WORDT BIJNA WERKCOLLEGE

Vermoeingsbreuk is een van de meest voorkomende faalmechanismen. "Dat ontstaat voor 99% aan het oppervlak. Daar waar oxidatie en verontreinigingen zijn, en waar hoge trekspanningen voorkomen, initiëren micro-scheuren. De prolongatie (voortgaande scheurverlenging – red.) komt door de belastingscycli, die een krachtenwisseling geven. De vermoeingssterkte, de grootte van de belasting, het aantal cycli en de omgevingsinvloeden zoals slijtage, temperatuur en corrosie, bepalen hoeveel scheurvorming je hebt." Daar zijn zogeheten S-N curves voor: waarin Stress en Number of Cycles tegen elkaar uitgezet zijn in een grafiek. "Hoe kunnen we die curve naar rechts krijgen?", zo maakte hij er even een werkcollege van. "Nóém eens wat..." "Overdimensioneren," was een suggestie uit de zaal. "Ja, zodat het

sterker wordt. Maar dan heb ik wél meer gewicht," voegde hij daar als vast aandachtspunt in de luchtvaart aan toe. "Sterkere materialen!" "Ja, doen we al, met bijvoorbeeld *High Strength Low Alloyed Steels* als 4340M en 300M." "Oppervlaktebehandeling!" Inderdaad: met tal van oppervlaktetechnieken is de levensduur te verhogen. Een tabel met technieken die in en op het oppervlak worden uitgevoerd, gaf een overzicht. Eén van die technieken is shotpeenen. Dit brengt drukspanningen aan, "en de levensduur van een onderdeel hangt altijd af van trekspanningen. Daar waar drukspanningen zijn, zal nooit en te nimmer een spanningscheur ontstaan. En 90% van de processen in de metaalindustrie levert trekspanningen op: verspanen, coaten, lassen..." Vervolgens herhaalde hij zijn punt dat onbekend ook onbemind maakt: volgens een marktonderzoekje uitgevoerd onder zo'n honderd leden van de VOM, FME en Metaalunie had één derde wel eens van shotpeenen gehoord en twee derde daarvan kende de voordelen niet. Waarom wordt er bijvoorbeeld in Amerika, Duitsland en Japan zoveel geschotpeend en in Nederland vrijwel niet, ik snap er helemaal niks van.... 80% van alle motoronderdelen die jullie vandaag gezien hebben, wordt geschotpeend."

### TREKSPANNINGEN, DRUKSPANNINGEN

Trekspanningen zijn 'plus' en drukspanningen 'min' op een spanningsverloopgrafiek, iemand heeft dat ooit eens verkeerd gekozen. Shotpeenen geeft een ander spanningsverloop: door drukspanningen te creëren aan het oppervlak kan je toekomstige trekspanningen compenseren of helemaal teniet doen. "Je krijgt daardoor een enorme levensduurverlenging!"

Er is ook een mobiel proces: het rotopeenen, dat gebeurt lokaal op een klein plekje om een deukje of een scheurtje of een beschadiging te behandelen. Er zijn ook werpstraalmachines, die worden bijvoorbeeld in de >



> automotive gebruikt. “Elke krukas en drijfas is geshotpeend, de veren van je wielophanging.... anders zouden auto’s het niet tweehonderdduizend kilometer uithouden.” Een filmpje met de veelzeggende titel “Giving it their best shot” illustreerde de werkwijze en het resultaat. Andere bijkomstige voordelen van shotpeenen zijn dat de bewerking porositeit sluit en het aanladen van vreemd materiaal tegengaat. Diverse meet- en testmethoden werden vervolgens besproken, zoals de kostbare *X-ray Diffraction* op basis van röntgenstralen, *Low Cycle Fatigue Testen* (LCF) voor belasting bij met hoge spanning, of *High Cycle Fatigue Testen* (HCF) voor testen met lage spanning. “Deze zijn heel arbeidsintensief en duur, vandaar dat de Almentest als indirecte meetmethode wordt gebruikt. De testplaatjes worden hierbij gepeend, en de buiging die daarbij ontstaat, is een maat voor de drukspanning die is ingebracht. De doorbuigwaarde wordt uitgedrukt in Almenwaardes. Deze Almenwaarde is afhankelijk van kogelgrootte, materiaalhardheid, inslagssnelheid, afstand, inslaghoek, dekkingsgraad en het moedermateriaal. Bij KLM E&M wordt shotpeening vooral toegepast voorafgaand aan het aanbrengen van een coating. “Je brengt zo alvast een drukspanning aan, om de later optredende trekspanningen te compenseren. Thermische spuitcoatings en galvanisch chroom of nikkel leveren zóveel stress op, dat zonder shotpeening die coatings het niet lang zouden uithouden in een vliegtuigmotor. We brengen wel tot tweeduizend megapascal aan. Tot de helft van de trekspanning kun je aan drukspanning aanbrengen, dat is de vuistregel,” aldus de specialist, die ook voor cursussen bij bedrijven ingehuurd wordt.

## KEIHARD EISEN STELLEN

Vervolgens was het woord aan Rob Thalen van Surface Treatment Nederland. Het bedrijf onderscheidt zich sinds enkele jaren

doordat het bilatalanodiseren en opaliseren heeft overgenomen van de toenmalige PGE – de uit Philips voortgekomen oppervlakbehandelingsspecialisten. Chipsfabriekmaker ASML legt zich voor zijn productie in Eindhoven toe op toelevering door specialistische bedrijven, en dankzij het behoud van dergelijke technieken binnen de regio is ook ASML verzekerd van een productieve toekomst aldaar. Ook Thalen begon met een vraag aan de zaal: “Wie verwerken aluminium?” Dat bleek maar liefst de helft te zijn. Na een serie anodiseerprocessen te hebben genoemd die in Maasbracht uitgevoerd worden, zoals hardanodiseren en SurLon (Surface Treatment Teflon), kwam hij op het opaliseren, dat op verzoek van ASML in het pakket opgenomen is. Enkele aansprekende voorbeelden waren de wielophanging van vliegtuigen, soms in enkelstuks uit te voeren, tot series in 7 miljoen stuks in identieke kwaliteit voor de automotive. De wereldwijd 350 klanten stellen allerhande technische eisen, voor uiteenlopende functionaliteiten. Gietdelen zijn zeer moeilijk te anodiseren, “daar hebben we een speciaal elektrolyt voor om ze te kunnen hardanodiseren. U ziet: anodiseren wordt al-



Marcel van Wonderen (KLM Engineering & Maintenance) zette het belang en de voordelen van shotpeenen uiteen.

tijd en overal toegepast.” Logisch ook, want aluminiumoxide “heeft die leuke eigenschap die jullie nodig hebben: slijtage- en corrosiebestendigheid. Het grote voordeel is de hechting. Het ontstaat uit het basismateriaal zelf, dus heb je altijd goede hechting. Het is wel poreus, dus aan het eind van het proces gaan we het nog sealen bij 96 tot 100 graden.” De poriën kunnen ook een teflonachtige copolymeer of Surlon opnemen, voordat het geseald wordt. De helft van de oxidelaag ontstaat in het materiaal, de helft is volumevergroting van het materiaal. Bij gewoon anodiseren is de opbouw slechts een derde, en is de laag voor twee derde in het bulkmateriaal gevormd. Bij glansanodiseren vindt geen maatvergroting plaats. De laagdikte die bij anodiseren gerealiseerd wordt, varieert van 5 tot 80 micrometer, hardanodiseren zal doorgaans 50-70 zijn. Opaliseren is ook een vorm van hardanodiseren, en kan binnen een maattolerantie van een micrometer nauwkeurig uitgevoerd worden.

## HARD, ISOLEREND EN HITTEBESTENDIG

De corrosiebestendigheid is bij een hardanodiseerlaag meestal niet zo belangrijk. “Als ook een goede corrosiebestendigheid nodig is, dan sealen we in heet water of stoom. Dat heeft wel invloed op de slijtagebestendigheid, die zal iets minder worden.” De hardheid is 350 tot 500 HV. Deze Vickershardheid wordt gemeten haaks op de laag als een dwarsdoorsnede, door een “plakje” ervan te nemen. Anders zou men het zachte onderliggende aluminium meemeten en nooit de echte hardheid kunnen vaststellen. “We hebben tot 1.500 volt elektrische isolatie gehaald, meestal zit je wel op de 600. De hittebestendigheid is kortstondig tot 2.000 graden.” Inderdaad kortstondig, aangezien het onderliggend aluminium natuurlijk gewoon zijn smeltemperatuur heeft. Een nadeel kan de oppervlakverruwing zijn. Desgevraagd lichtte hij nog het maatvast anodiseren toe: dan wordt eerst een beetje

## MATERIALENKRING NOORD HOLLAND

Deze kring richt zich op de metaal- en kunststofindustrie in Noord-Holland. Deelnemers en andere geïnteresseerden kunnen voorlichtingsbijeenkomsten bijwonen over productiemethoden en materialen. En door excursies wordt een blik geworpen in de ‘keuken’ van andere bedrijven. Ondernemer kunnen zelf(s) de keuze van de onderwerpen mede bepalen of meehelpen het programma vorm te geven! De bijeenkomsten worden indien mogelijk aan het einde van de dag gehouden, zodat ze goed in te passen zijn in het drukke werkschema van bedrijven, en files bovendien vermeden worden.

Regelmatig zijn er nieuwe materialen, productietechnieken of slimme manieren om zaken te organiseren. En er zijn geregeld nieuwe kansen. Er zijn regelmatig inspirerende bijeenkomsten van de Materialenkring!

### Meer informatie

Syntens Noord Holland  
Peter Tol: 088-444 0 252  
Peter.Tol@Syntens.nl  
[www.Syntens.nl/Materialenkring](http://www.Syntens.nl/Materialenkring)



*Uitleg bij de Electron Beam Welder.*

materiaal weggeëetst, ter compensatie van wat er aan aluminiumoxide uitwendig opgebouwd wordt.

Opaliseren geeft een nóg grotere slijtagebestendigheid dan bij gewoon hardanodiseren. Een tweede voordeel is dat er geen ruwheidstoename is. Het wordt om die reden veel voor ASML uitgevoerd, in laagdiktes van 10 tot 20 micrometer. Een hardheid van 500-700 HV wordt gehaald. Thalens noemde als vergelijking gehard staal, dat een Vickershardheid van 550 tot 600 haalt. Dat er geen maatvoeringseffect is, spaart ook maskeerwerk uit. En de corrosiebestendigheid van het eindproduct is natuurlijk van grote waarde voor de gebruiker.



*Onderdelen van een landingsgestel.  
(foto: Surface Treatment Nederland, Maasbracht)*

#### **SLIMME MATERIALEN**

Ten slotte was het woord aan TNO: onder de titel “Modifieren van oppervlakken en coatings” gaf Timme Lucassen van de afdeling Innovatieve Materialen een uiteenzetting over chemische oppervlaktemodificatie, nanomaterialen en *responsive materials*, dat zijn materialen die reageren op externe stimulering.

Nanomaterialen, responsief materiaal en encapsulatie, dus het gecontroleerd afgeven van materialen, zijn de drie onderwerpen waar zijn afdeling zich op richt. Toepassingen worden gevonden in de optica, als bijvoorbeeld de brekingsindex en geleiding van licht een rol speelt. Heel belangrijk is het ook voor de solar industrie: om maximaal zonlicht in te vangen en door te sturen naar onderliggende lagen. Responsieve coatings en materialen voor sensoren zijn voor zowel industrie en medische toepassingen interessant om: veel parameters met een zo klein en goedkoop mogelijke sensor te kunnen meten. Functionaliteit van oppervlakken betreft bijvoorbeeld wrijvingsverlaging, Easy to Clean, antimicrobieel, en antistatisch. Als voorbeelden van wat TNO Technologie heeft voortgebracht noemde Lucassen borstelcoatings, Self Assembling Monolayers, en gestructureerde oppervlakken die vervuiling aan het oppervlak verminderen.



*Rob Thalen (Surface Treatment Maasbracht) lichtte enkele bijzondere anodiseerprocessen toe.*

#### **BORSTELCOATINGS**

“Als voorbeeldje om u te inspireren noem ik u borstelcoatings,” vervolgde Lucassen. “Het ziet er uit als een bezem, en is enkele tientallen nanometers dik. Het kan met en zonder primer aangebracht worden. Dat hangt van de ondergrond af. Het wordt met opdamptechnieken of natchemisch aangebracht.” Het deklaagsysteem bestaat uit een voorbehandeling met amine, gevolgd door een primer, waarna de borstelcoating een hydrofiel polymeer oplevert. De oppervlaktespanning is ongeveer die van water, dus >



> de interactie met water is optimaal. Hij is dus hydrofiel, wat antistatisch en wrijvingsverlagend werkt. "Je kan er andere lagen opzetten, dat geeft weer een andere oppervlakte-energie. Dit is de chemische benadering," verklaarde hij ter onderscheiding van het bekende lotus-effect, wat een oppervlakstructureffect is. "Met de borstelcoating bereik je maximaal een contacthoek tussen een waterdruppel en het oppervlak van 120 graden," zo verwees hij naar de optische contacthoekanalyse waarmee de water interactie van een oppervlak vastgesteld wordt. "Als je iets superhydrofoob, dus waterafstotend, wilt hebben, dan moet je ruwheid introduceren. Dan rolt de druppel over de toppen van je oppervlak eraf en geeft dat een *self cleaning effect* door het meenemen van vuildeeltjes."

Als perspectiefrijke toepassing noemde hij biomedische coatings: "Daar lopen we in Nederland best in voorop, dat is een erg interessant gebied. Maar ook voedsel- en water-processing, sensoriek, diagnostische instrumenten en dergelijke. Voor vuilafstotende lagen kunnen sol gel-technieken gebruikt worden: bijvoorbeeld voor brillenglazen en cameralenzen. Over het algemeen wordt dan een flowcoat-methode toegepast: gieten en uitharden zodat je een glasachtig laagje op je oppervlak krijgt. Het uitharden gebeurt bij 130 tot 250 graden, de laagdikte is 1 tot 3 micrometer. De eigenschappen zijn te sturen door polymeren toe te voegen zoals fluorkoolstofverbindingen. Het is ook te combineren met anodiseertoepassingen." Spontaan kreeg hij bijval van de vorige spreker: "Ja, dat is wat wij met Surlon doen: het wordt dan vastgehouden door de anodiseerlaag." "Inderdaad, je kan de polymeren in de laag inbouwen en die dan sealen."

## KLEI

Ook is het mogelijk de eigenschappen te beïnvloeden door anorganische deeltjes toe te voegen: titaaniumdioxide de zinkoxide zijn bekende voorbeelden. "Kleideeltjes zijn heel plat, klein en hebben daardoor een groot oppervlak in verhouding tot hun volume. Ze zijn negatief geladen waardoor ze omringd zijn door positieve tegenionen. Door ionische binding zijn dan moleculen te binden aan de kleideeltjes die bestaan uit silica, magnesium en aluminium. Deze worden gebruikt in de oppervlaktestructuur om op nanoschaal, dus een duizendste tot een tiende micrometer, een microconfiguratie of een ruwheid daartussenin te krijgen." Het gaat dan om 0,4 micrometer tot enkele micrometers hoogteprofiel. Het wordt getest in een Europees project over aangroeiwering bij



Timme Lucassen (TNO) tijdens zijn presentatie van zelfherstellende poedercoatings.

scheppen: biofilm, bacteriën, algen en zeepokken. Er zijn verschillende effecten te bereiken bij verschillende organismen. Nanoruwheid bijvoorbeeld zorgt voor betere verwijderbaarheid van algen, en microruwheid tegen bacteriënaangroei en het tussenliggende ruwheidsbereik tegen zeepokken. Ruwheden "stapelen" zou ook nog kunnen. Door toevoeging van een hydrofoob molecuul is het effect nog verder te verbeteren. Conclusie is dus dat je de oppervlakteruwheid kan gebruiken om de gewenste waterafstotendheid in te stellen, dat de basiscoating hierbij belangrijk is, en het is natuurlijk organismeafhankelijk welke ruwheid nagestreefd moet worden. Harde coatings met goede biofoulingverwijderbaarheid zijn maakbaar. De aangroei gaat eraf tijdens de vaart bij een bepaalde minimumsnelheid.

## ZELFHERSTELLEND COATINGS

Ten slotte besprak hij nog de slimme/responsieve materialen: functionaliteit is dan bijvoorbeeld detectie van gas door kleurverandering, of omkeerbare zelfherstellende eigenschappen in een beschermende deklaag. Een door TNO toepasbaar gemaakte technologie is die van de reversibele crosslinking, encapsuleren met reparatievloeistof en responsieve coatings. Slimme materialen hebben veelal een variatie in chemische binding of structuur. De fysische eigenschappen kunnen dan veranderen door de inwerking van een externe stimulus. Dat kan temperatuur zijn, een elektrische puls, licht, UV-straling of druk. Het wordt toegepast om iets te meten, bijvoorbeeld trilling van een gaslek, of om een gevolg in gang te zetten, zoals een reparatiemechanisme.

Bij reversibele crosslinking is het materiaal bij kamertemperatuur een vaste stof en bij hogere temperatuur wordt de binding verbroken, dat kan variëren tussen de 60 tot 170 graden. "Het is een thermoharder met

thermoplastische eigenschappen eigenlijk. Het is ook een aantal keren te herhalen, we hebben het honderd keer gedaan en telkens kwamen we op hetzelfde niveau van materiaaleigenschappen: er trad geen vermoeiing op. Er is een Innovatiegericht Onderzoeksprogramma Self Healing Materials," zo verwees hij naar het programma van Economische Zaken dat ook al diverse keren in dit vakblad aan bod is gekomen. Een filmpje liet vervolgens de zelfreparatie van een poederlak onder invloed van warmte zien, ooit in Oppervlaktetechnieken geïntroduceerd toen TNO het voor het eerst presenteerde op het European Coatings Congress te Neurenberg. "We hebben het in een poedercoating verwerkt, maar het kan ook in allerlei andere systemen. Lijmen is eventueel ook een toepassing. Ik zou het geen Self Healing noemen, eerder *easy repair* want je hebt wel een *trigger* nodig, die warmte dus." Het heeft betere mechanische eigenschappen dan een thermoplast en is goed chemisch resistent. "Het is als een legoblokje in te bouwen in bestaande polymeren, dus kan het in veel polymeersystemen toegepast worden. We doen het nu in acrylaat, maar polyester kan ook, en andere harsen."

Dat belooft dus nog wat. Overigens houdt vakblad Oppervlaktetechnieken dit onderwerp al enige tijd in de gaten: destijds al toen TNO het voor het eerst presenteerde op het European Coatings Congress en zeker sinds het jaarlijkse congres Self Healing Materials in Gouda wordt gehouden (zie ook [www.Oppervlaktetechnieken.com](http://www.Oppervlaktetechnieken.com) onder Archief, bijvoorbeeld september 2010 "Zelfherstellende Coatings", december 2010 "Voorsprong Vasthouden" en maart 2011 "Voorsprong Vasthouden II").

## MEER INFORMATIE

Twee sprekers waren recentelijk al aan het woord in vakblad Oppervlaktetechnieken: Surface Treatment kwam in thema Automotive van februari aan bod ("Leven van techniek, p. 23-25) en Marcel van Wonder publiceerde in maart over shotpeenen, in de serie Techniek Toegelicht ("Shotpeening: onbekend maakt onbemind", p. 38-40). Beide artikelen zijn te vinden op [www.Oppervlaktetechnieken.com/Archief](http://www.Oppervlaktetechnieken.com/Archief).

Het gratis magazine Shot Peener Magazine is te vinden op [www.shotpeener.com](http://www.shotpeener.com).  
wonderen@td.klm.com  
timme.lucassen@tno.nl  
[www.TNO.nl](http://www.TNO.nl)  
Rob.Thalen@surfacetreatment.nl  
[www.SurfaceTreatment.nl](http://www.SurfaceTreatment.nl)