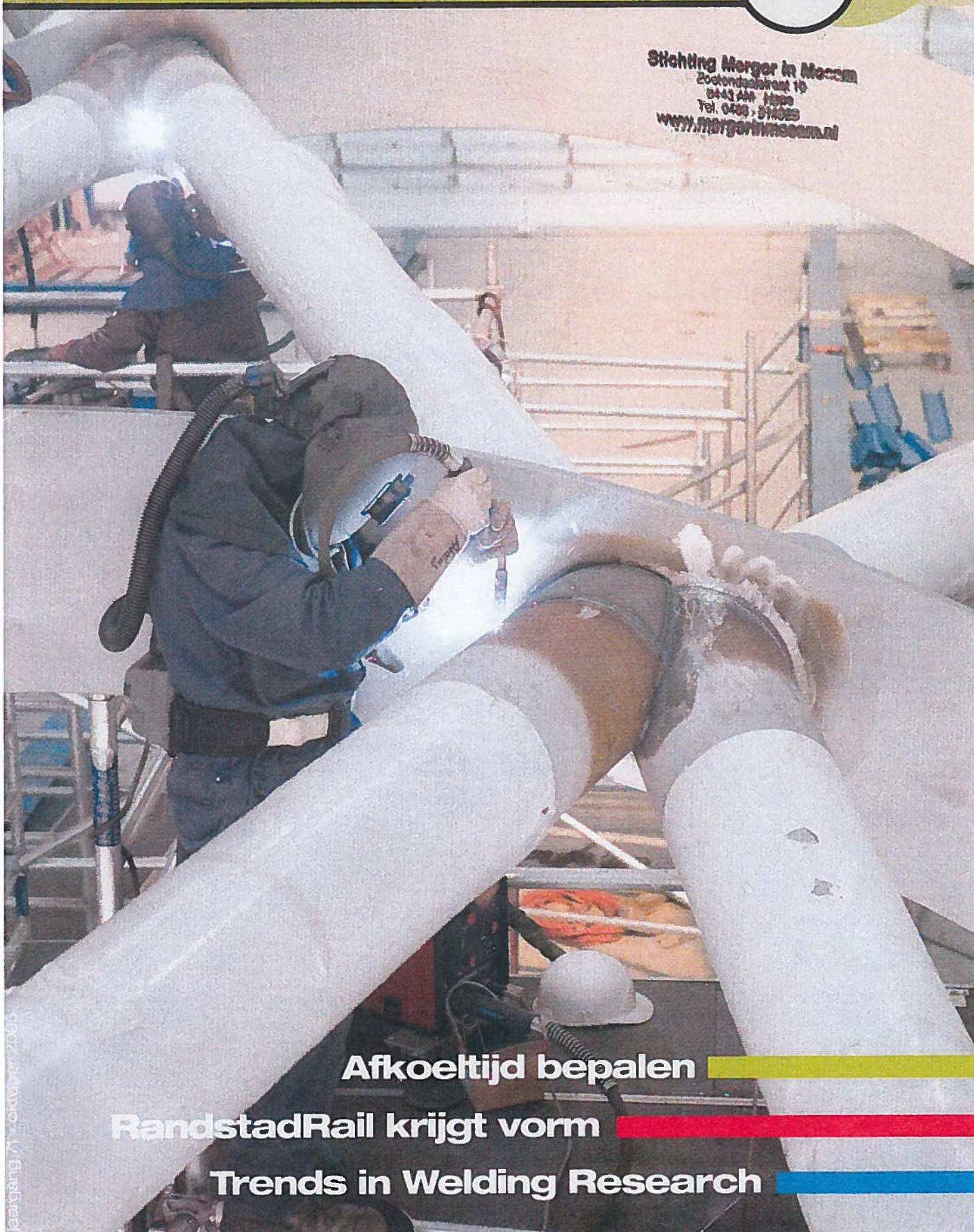


lastechniek

Vakblad voor verbinden en snijden

10

Stichting Mergor in Mosaic
Zoutendijkwal 10
8443 AM Hage
Tel. 0436 - 514025
www.mergorwiscan.nl



Afkoeltijd bepalen

RandstadRail krijgt vorm

Trends in Welding Research

Romeinse paalschoen

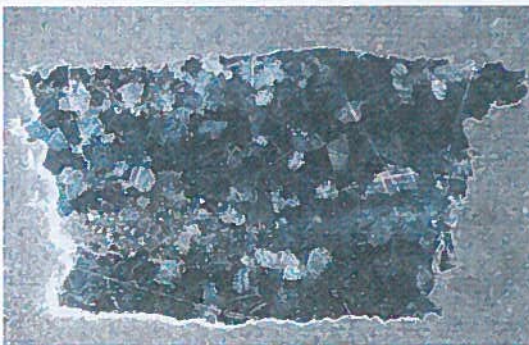
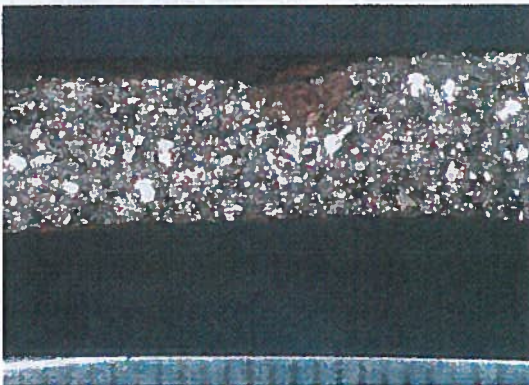
Onderzoek met interessante conclusies

Jos van der Heijden werkte enkele jaren geleden als vrijwilliger aan een archeologische opgraving in de Maas bij Cuijk. Er werden resten van vijf Romeinse brugpijlers gevonden, waarvan er een aantal was voorzien van een smeedijzeren paalschoen. Toen één van deze paalschoenen op een dag in stukken brak, kwam er iets bijzonders te voorschijn. Het materiaal werd onderzocht en dat leverde een paar interessante conclusies op.

Figuur 1 - Een afgebroken stuk van een paalschoen



Figuur 2 - Detail van het breukvlak van de paalschoen. Het breukvlak had een grof glinsterend uiterlijk, vrijwel zonder deformatie, kenmerkend voor een brosse breuk



Meer informatie over de Romeinse brug in Cuijk? Kijk op www.mergorin-mosam.nl

Een duik in het verleden: in de provincie Germania Inferior in het noorden van het Romeinse rijk ligt zo'n vijftien kilometer ten zuiden van de stad Novesium (Nijmegen) aan de rivier de Maas het castellum Ceulcum (Cuijk). Er wordt met man en macht gewerkt aan een Romeinse brug en aan een steiger liggen twee platte schuiten afgemeerd. Nauwelijks steken de boorden nog boven water. Hun zware last aan nieuwe bouwstenen en houten palen wordt met kranen op de kade gezet, waar de palen vervolgens worden bewerkt. Iets verderop staat een smid met een klein oventje. Hij is paalschoenen aan het smeden. Als er een klaar is, wordt die over de punt van een paal gezet, zodat de punt niet zal beschadigen wanneer deze als heipaal in de rivierbedding wordt geslagen. Zo zal het zo'n 1650 jaar geleden ongeveer gegaan zijn.

Stukje smeedijzer

In de jaren 1992 en 1993 van de vorige eeuw werkte ik als vrijwilliger aan een archeologische opgraving in de Maas bij Cuijk. Er werden resten van vijf Romeinse brugpijlers gevonden, die na onderzoek gedateerd konden worden op de vierde eeuw na Christus. Op de bodem van de Maas werden 97 stenen en 337 palen en balken gevonden. Drie pijlers in de vaargeul werden geborgen, wat 66 stenen en 123 palen opleverde. Van de 123 palen hadden er 32 een smeedijzeren paalschoen. Een aantal jaar later, eind jaren negentig, viel een

Figuur 3 - Overzicht van een geprepareerde doorsnede over de breukvlakken (rechts en links) na etsen met nital. De dikte van de paalschoen was circa acht millimeter. Het materiaal had een bijzonder grofkorrelige kristallijne structuur, waarin lagen als gevolg van het smeden zichtbaar waren. De breuk liep deels interkristallijn en deels langs tweelinggrenzen.

paalschoen en brak in stukken, waarna iets bijzonders tevoorschijn kwam (zie figuur 1). De kern van het smeedijzer glom als een spiegel en er waren grote kristallen op het breukvlak zichtbaar. Enkele jaren verstreken tot ik in 2003 begon aan de cursus IWP en IWS. Hierdoor nam mijn interesse in materialen behoorlijk toe en moest ik vaak aan dat stukje smeedijzer denken dat bij mij op de zolder lag. Het breukvlak was, verbazingwekkend, in de loop van de tijd nog niet door corrosie aangetast en bleek nog steeds glinsterend (zie figuur 2). Ik vroeg me af waarom dit materiaal op een dergelijke manier kon breken en waarom het breukvlak niet roestte. Ik ging dus uit op onderzoek en stond versteld van de hulp die ik kreeg. Zo werden er verschillende onderzoeken gedaan die tot nu toe interessante informatie opleverden.

Onderzoek

Chemische analyse:

De paalschoen bleek te bestaan (Optische Emissie Spectrometrie, OES) uit zeer zuiver ijzer (99.62 procent) met een relatief hoog gehalte aan fosfor (0.25 procent) en stikstof (0.013 procent) en nagenoeg geen koolstof (minder dan 0,002 procent), mangaan (0.004 procent) en zwavel (0,0041 procent). Het zuurstofgehalte kon met OES niet worden vastgesteld.

Hardheidsmetingen:

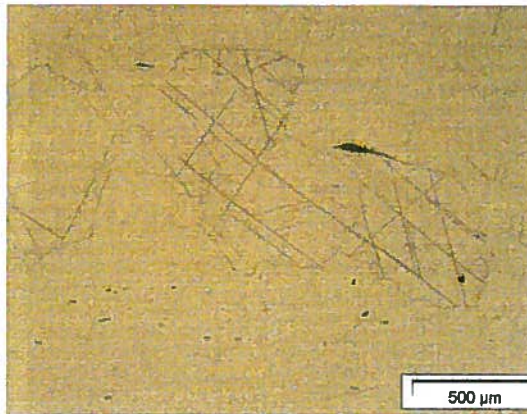
De hardheid van het materiaal, dat werd bepaald aan een geprepareerde doorsnede door middel van de methode microVickers, bedroeg 155 tot 179 HV0,1. Een dergelijk hoge hardheid voor vrijwel zuiver ijzer, en de variatie in hardheid, duidt op hoge inwendige spanningen ingebracht als gevolg van de deformatie bij het smeden.

Microscopisch onderzoek:

Op de geëtste doorsnede van de paalschoen (zie figuur 3) waren banen met grove kristallen te zien. Deze banen zijn gevormd door het smeden. In de kristallen waren fijne, meest bolvormige insluitsels aanwezig. Deze bleken fosfor- en zuurstofrijke insluitsels te zijn (Energie Dispersieve Röntgen microanalyse, EDX). In de kristallen waren tweelinggrenzen zichtbaar (zie figuren 4 en 5), die zijn ontstaan door spanningen in het kristal als gevolg van de vervorming die de smid er met zijn hamer in bracht.

SEM-onderzoek en EDX-analyse:

Onder de scanning elektronenmicroscopie (SEM) werd duidelijk zichtbaar dat de breuk deels langs de korrelgrenzen van het ferriet en deels langs de tweelingen (splijt) liep (zie figuren 6 en 7). Met een EDX-analyse van het breukvlak werd vastgesteld dat een rela-



Figuur 4 - Doorsnede van de paalschoen, ongeëts 50x. De microstructuur van de paalschoen bestaat uit een (zwak zichtbare) ferritische korrelstructuur met insluitsels en duidelijk ontwikkelde tweelingen. De kruisende tweelingen vormen hoekige structuren.



Figuur 5 - Breukvlak 50x, etsmiddel nital drie procent. De breuk liep deels langs de korrelgrenzen van het ferriet en deels langs tweelingen. Onder het breukvlak is een subscheur aanwezig die overwegend langs tweelinggrenzen loopt.

tief hoge concentratie van fosfor aan het breukvlak aanwezig was (circa 0,4 procent). Dit is vermoedelijk het gevolg van fosforuitscheiding aan de korrelgrenzen en de tweelingen.

Voorlopige conclusies

Uit de resultaten blijkt dat het brose gedrag van de paalschoen vermoedelijk een combinatie is geweest van meerdere factoren. De afwezigheid van desoxidierende elementen als silicium en aluminium in het ijzer hebben vermoedelijk geleid tot een relatief hoog zuurstofgehalte in het metaal. Dit bleek dan ook uit de EDX-analyse van de insluitsels die zuurstof en fosforrijk waren. Het is bekend dat zuurstof tot korrelgrensverbrossing leidt.

Ook is waarschijnlijk uitscheiding van fosfor en stikstof aan de korrelgrenzen en tweelingen in het materiaal opgetreden. De gevormde fosfor- en stikstof-ijzerverbindingen hebben eveneens een sterk verbrossende werking. De aanwezigheid van de fosfor-ijzerverbindingen aan het oppervlak hebben wat betreft corrosie een beschermende werking. Dit zou verklaren waarom het breukvlak na enige jaren nog steeds niet is verroest.

Het is bekend dat de mate van verbrossing ook in de tijd kan toenemen als gevolg van veroudering. Verou-



Figuur 6 - SEM-opname van het breukvlak, 100x. Ter plaatse liep de breuk overwegend langs de korrelgrenzen en plaatselijk splijtbreuk aan tweelingen.



Figuur 7 - SEM-opname breukvlak, 1000x. Detail van splijtbreuk aan de tweelingen, waardoor blokvormige tot kubische structuren op het breukvlak zichtbaar waren.



dering ontstaat door uitscheidingen van fosfor en stikstof aan korrelgrenzen als gevolg van diffusie van deze elementen vanuit het metaalrooster naar de korrelgrenzen. Dit proces is temperatuur en spanningsgestuurd, dat wil zeggen: treedt versneld op bij hoge temperatuur en een hoge deformatiegraad (inwendige spanningen) van het materiaal. Veroudering kan al zijn opgetreden tijdens het smeden, maar ook in de eeuwen die nadien zijn verstreken. Het onderzoek aan de paalschoen is nog niet afgesloten. Hopelijk kunnen aanvullende onderzoeken een verdere bijdrage leveren aan het verduidelijken van de oorzaken waarom het materiaal zo bros is, en waarom het breukvlak niet verroest. Wordt vervolgd. ■

Foto's: Schielab B.V.

Met dank aan J.P. van Houten en L. Brantsma van Schielab B.V.

Jos van der Heijden is IWP/IWS-er en sinds twintig jaar werkzaam als bankwerker/lasser. Momenteel werkt hij bij Machinefabriek Van Wees in Tilburg. Onderwaterarcheologie is zijn hobby.

De luie lasser

is de Nederlandse werknemer lui? De door minister Brinkhorst enige tijd geleden gestarte discussie is grotendeels verstomd. Kranten berichten er niet meer over en ook de minister houdt wijselijk zijn mond. Gelukkig maar, want de meeste Nederlanders gaan op maandag met plezier naar hun werk. Een dagje vrij is leuk, maar dagen achtereen thuis achter de geraniums is alles behalve leuk. Krijg je alleen maar ruzie van. Het is immers bekend dat mannen zich dan met het huishouden gaan bemoeien en dat loopt gegarandeerd uit de hand. Mannen kunnen in het algemeen niet organiseren. Vrouwen daarentegen, uitzonderingen daargelaten, kunnen werk en huishouden vaak veel beter combineren. Gelukkig is er voor de meeste mannen na een dagje vrij weer het werk. Met de luiheid van de Nederlandse mannen valt het dus wel mee.

Hoewel, enige tijd geleden las ik in de krant dat in Engeland de situatie wat anders ligt. Driekwart van de werkgevers en tachtig procent van de werknemers maakt zich daar zorgen over luie collega's. Volgens een onderzoeksbureau zegt bijna de helft van de werknemers samen te werken met iemand die niet echt zijn best doet. Ongeveer veertig procent van de 2500 door het onderzoeksbureau ondervraagden vond dat de werkgevers te weinig doen aan dit probleem. Luie werknemers verlagen niet alleen de productiviteit, maar demotiveren ook nog eens hun collega's. Volgens een recent onderzoek van TNO zijn die luie werknemers wel op te sporen. Ze hebben namelijk een warmere neus dan mensen die mentaal hard aan het werk zijn. De temperatuur van de neus van harde werkers kan wel zo'n vier graden dalen.

Nederlanders zijn geen Engelsen en hebben misschien wel een koude neus, maar ik denk toch dat er in Nederland ook een aantal minder ijverige werknemers rondloopt. Wat moet je daar dan aan doen? In een overmoedige bui heb ik wel eens gedacht: geef die mensen een minimum uitkering en voorkom dat ze zich noodzaak voelen te gaan werken. Hoeveel werknemers zouden er dan overblijven? Dat risico moeten we maar niet lopen. Dus werknemers aan de slag en maak het werk voor iedereen zo aantrekkelijk mogelijk. Hoe je dat bereikt? Daar moeten de deskundigen zich maar eens over buigen. Zelf heb ik wel een aantal ideeën, maar die kan ik maar beter niet opschrijven. Dat zou te veel discussie oproepen.

Eén ding wil ik nog wel kwijt. De Gezondheidsraad wil dat de toelaatbare concentratie voor lasrook verder verlaagd wordt van 3,5 naar 1 mg/m³. U kent mijn mening hierover. Realiseert de Gezondheidsraad zich wel dat de lucht in de lashedan schoner wordt dan daar buiten? In het Westen van ons land hebben we tenslotte problemen de Europese norm voor schone lucht te halen. Er mogen bijvoorbeeld geen wegen meer bijgebouwd worden. Toch heeft een nog schonere lashedan misschien voordelen. Wellicht wordt het op die manier voor jongeren makkelijker te kiezen voor het beroep lasser en dat zou niet verkeerd zijn. Hoeven we de 'luie' Engelse lasser ook niet meer in te huren. ■

Walter de Welder